LANDTAG NORDRHEIN-WESTFALEN
18. Wahlperiode

Drucksache **18/20950**

07.09.2026

Abschlussbericht

der Enquetekommission zum Thema „Wasser in Zeiten der Klimakrise”

zu dem Auftrag des Landtags Nordrhein-Westfalen vom 22.03.2024 - Drucksache 18/8423 -

Berichterstatterin Abgeordnete Astrid Vogelheim

Beschlussempfehlung

Der Abschlussbericht der Enquetekommission III zum Thema „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ wird zur Kenntnis genommen.

Datum des Originals: 07.09.2026/Ausgegeben: 07.09.2026

LANDTAG NORDRHEIN-WESTFALEN ENQUETEKOMMISSION

Wasser in Zeiten der Klimakrise

LANDTAG NORDRHEIN-WESTFALEN ENQUETEKOMMISSION

Wasser in Zeiten der Klimakrise

Herausgeber

Der Präsident des Landtags Nordrhein-Westfalen
Platz des Landtags 1
40221 Düsseldorf
www.landtag.nrw.de
Der vorliegende Bericht ist zugleich Landtagsdrucksache 18/20950
Redaktion: Landtag NRW
Bildnachweise: Bernd Schälte
Layout und Satz: de haar grafikdesign, Köln
Druck: Landtag NRW
© Landtag NRW, September 2026

Liebe Bürgerinnen und Bürger,

egal, wo in Nordrhein-Westfalen Sie leben, ob in einem dichten Ballungsraum an Rhein und Ruhr oder im ländlichen Ostwestfalen oder Münsterland: Wasser berührt all Ihre Lebensbereiche jederzeit.

Wenngleich uns der Zugang zu sauberem Wasser heute selbstverständlich erscheint, bleibt der Umgang mit dieser wertvollen Ressource eine stete Herausforderung. Dürren wie in den Jahren 2018 und 2022 oder Starkregenereignisse, die mitunter zu schweren Hochwasserkatastrophen führen, wie wir sie im Jahr 2021 im Ahrtal erleben mussten, haben dies auf teils tragische Weise verdeutlicht.

Der fortschreitende Klimawandel verändert zunehmend die Wasserverfügbarkeit und -qualität. Die Folgen sind auch in Nordrhein-Westfalen spürbar: Bestehende Herausforderungen verschärfen sich, neue entstehen mit Auswirkungen auf unsere Ökosysteme, unsere Gesundheit und die Lebensqualität in der Stadt und auf dem Land, um nur einige Beispiele zu nennen. Diesen Veränderungen müssen wir aktiv begegnen: Denn der Wandel kann nicht zuletzt neue Chancen bieten, unseren Umgang mit Wasser nachhaltiger und zukunftssicher zu gestalten.

Dementsprechend ist es ein wichtiges Signal, dass der Landtag Nordrhein-Westfalen in dieser 18. Wahlperiode eine Enquetekommission eingesetzt hat, die den Blick in die Zukunft richtet.

Die Enquetekommission „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ hat sich im Juni 2024 konstituiert, um dieses komplexe Thema, das so tief in all unsere Lebensbereiche hineinwirkt, in seiner Gesamtheit zu betrachten, Herausforderungen, die der fortschreitende Klimawandel mit sich bringt, zu identifizieren und erforderliche Anpassungsmaßnahmen aufzuzeigen. Klar ist: Für die notwendigen Veränderungen braucht es alle Akteure von der lokalen und überregionalen Ebene bis hin zur grenzüberschreitenden Zusammenarbeit.

Ich danke den Mitgliedern und den Mitarbeitenden der Enquetekommission herzlich für ihre geleistete Arbeit. Mein Dank gilt ebenso den sachverständigen Mitgliedern sowie den zahlreichen angehörten Expertinnen und Experten, die mit ihren wissenschaftlichen Erkenntnissen die Arbeit der Kommission unterstützt und vorangebracht haben.

Der Bericht liegt nun in unseren Händen. Möge er dem Landtag und allen Verantwortlichen als Entscheidungshilfe sowie als anregende Lektüre zur Umsetzung von nachhaltigen Veränderungen in unserem Umgang mit Wasser in Zeiten des Klimawandels dienen.

Herzlichst, Ihr

André Kuper, MdL
Präsident des Landtags Nordrhein-Westfalen

Egal, wo wir leben: Wasser prägt unser Leben mit einer Selbstverständlichkeit, die meist kaum hinterfragt wird. Sauberes Trinkwasser aus dem Hahn, eine funktionierende Abwasserentsorgung, Gewässer als Orte der Erholung und des Naturerlebens – all das nehmen wir oft erst dann bewusst wahr, wenn Probleme auftreten und das Wasser eben nicht mehr zuverlässig fließt. Die Klimakrise zwingt uns, diese vermeintlichen Selbstverständlichkeiten neu zu betrachten und uns bewusst zu machen, dass Wasser auch in Nordrhein-Westfalen keine unbegrenzt und allzeit verfügbare Ressource mehr ist.

Die Enquetekommission „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ hat sich einem intensiven gemeinsamen Lernprozess gestellt. Sehr früh wurde dabei deutlich: Wasser ist kein isoliertes Fachthema. Es berührt Fragen von Gesundheit und Sicherheit, von wirtschaftlicher Entwicklung, sozialer Gerechtigkeit und gesellschaftlichem Zusammenhalt. Wenn wir über Wasser sprechen, sprechen wir immer auch darüber, wie wir als Gesellschaft mit unseren gemeinsamen Lebensgrundlagen umgehen. Angesichts der zunehmenden Klimafolgen müssen viele Themen neu ausgehandelt werden.

Nordrhein-Westfalen steht dabei vor besonderen Herausforderungen. Als dicht besiedeltes Bundesland mit unterschiedlichsten Nutzungsansprüchen und Naturräumen treffen uns die Folgen der Klimakrise in besonderer Weise – durch längere Trockenperioden, zunehmende Hitze, Starkregen und Hochwasser. Diese Entwicklungen machen sichtbar, dass wir einen neuen Umgang mit Wasser finden müssen: vorausschauend, verantwortungsvoll und langfristig. Dabei geht es nicht allein um technische Lösungen, sondern um die Frage, wie wir Risiken fair verteilen, Vorsorge treffen und unsere natürlichen Lebensgrundlagen dauerhaft schützen.

Ein zentrales Anliegen der Enquetekommission war es, diese Zusammenhänge offen zu benennen. Wasserpolitik ist immer auch Gesellschaftspolitik. Die Auswirkungen der Klimakrise treffen Menschen unterschiedlich – je nach Wohnort, sozialer Lage oder gesundheitlicher Situation. Gerade deshalb ist es wichtig, Vorsorge gerecht zu gestalten. Nachhaltige Wasserpolitik bedeutet, unterschiedliche Betroffenheiten mitzudenken und Verantwortung für alle Teile der Gesellschaft zu übernehmen.

Neben der Verantwortung für die Bürgerinnen und Bürger offenbarte die Auseinandersetzung mit dem Thema Wasser wieder und wieder unsere besondere Verantwortung für den Erhalt unserer Natur und vielfältigen Ökosysteme. In Zeiten von Krieg, wirtschaftlicher Unsicherheit und gesellschaftlicher Spaltung können sich Umweltbelange nur selten Gehör verschaffen. Umso wichtiger ist es, dass wir trotz aller Herausforderungen stets unsere elementarsten Ressourcen bewahren und schützen, um uns und nachfolgenden Generationen nicht die Lebensgrundlage zu entziehen.

In der Arbeit der Kommission wurde deutlich, dass Anpassung allein nicht ausreicht. Sie ist notwendig, um mit den bereits spürbaren Veränderungen umzugehen. Aber sie kann die Ursachen der Klimakrise nicht beheben. Klimaschutz bleibt deshalb die wichtigste Form der Vorsorge – auch im Wasserbereich. Jedes Grad vermiedene Erwärmung trägt dazu bei, Wasserstress zu begrenzen, Nutzungskonflikte zu entschärfen und künftige Belastungen zu reduzieren. Und jeder in Vorsorge investierte Euro zahlt sich um ein Vielfaches aus – nicht nur monetär, sondern besonders, was Menschen und Ökosysteme angeht, die durch Vorsorge eben nicht zu Schaden kommen. Diese Erkenntnisse waren leitend für viele Diskussionen in der Kommission.

Die Enquetekommission hat interdisziplinär, offen und mit dem Anspruch gearbeitet, unterschiedliche Sichtweisen zusammenzuführen. Wissenschaftliche Erkenntnisse, praktische Erfahrungen aus Kommunen, Wasserwirtschaft und Zivilgesellschaft sowie politische Bewertungen wurden miteinander in Beziehung gesetzt. Dabei ging es darum, Zielkonflikte sichtbar zu machen und tragfähige Orientierungen für unser Handeln zu entwickeln.

Bereichernd für die Arbeit der Kommission war auch die Informationsreise in die Niederlande. Der Austausch mit niederländischen Wasserbehörden und die Besichtigung konkreter Hochwasserschutz- und Gewässerprojekte haben anschaulich gezeigt, wie eng Hochwasserschutz, Raumordnung, Gewässerentwicklung und grenzüberschreitende Zusammenarbeit miteinander verbunden sind. Die dort gewonnenen Eindrücke haben unseren Blick auf langfristige Vorsorge im Umgang mit Wasser zusätzlich geschärft.

Ich bedanke mich sehr herzlich bei meinen Kolleginnen und Kollegen, den geladenen und ständigen Sachverständigen sowie bei allen beteiligten Mitarbeitenden in der Landtagsverwaltung und den Fraktionen für die intensive, konstruktive und vertrauensvolle Zusammenarbeit der letzten zwei Jahre. Ohne ihre Ausdauer beim Sichten von Fachmaterial und Gutachten, ihre Gesprächsbereitschaft und Argumentationsfreude, ihre Sorgfalt im Schreibprozess und ihren Anspruch an tragfähige Lösungen für unser Bundesland könnten wir heute keinen so fundierten und ausgewogenen Bericht vorlegen. Er versteht sich als Beitrag zu einer langfristigen Auseinandersetzung mit der Frage, wie wir Wasser in Zeiten der Klimakrise schützen, nutzen und gerecht verteilen können. Er soll Orientierung geben, Debatten anstoßen und dazu beitragen, Verantwortung heute zu übernehmen, damit auch kommende Generationen in Nordrhein-Westfalen gute Lebensbedingungen vorfinden.

Herzliche Grüße

Astrid Vogelheim, MdL

Präambel

Wasser ist Grundlage allen Lebens, Voraussetzung für Gesundheit, Ernährung, wirtschaftliche Entwicklung, intakte Ökosysteme und gesellschaftliche Stabilität. Es ist kein beliebiger Rohstoff, sondern Teil der öffentlichen Daseinsvorsorge und damit eine zentrale Aufgabe staatlichen, kommunalen und gesellschaftlichen Handelns. Die Enquetekommission „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ hat sich deshalb mit einem Thema befasst, das weit über klassische wasserwirtschaftliche Fragestellungen hinausreicht. Wasser betrifft alle zentralen Bereiche des Lebens in Nordrhein-Westfalen. Voraussetzung für eine sichere Wasserversorgung, eine leistungsfähige Wirtschaft und eine nachhaltige Nutzung der Wasserressourcen sind intakte Gewässer und wasserabhängige Ökosysteme. Deshalb umfasst eine zukunftsfähige Wasserpolitik sowohl den Schutz und die Entwicklung der natürlichen Lebensgrundlagen als auch die Versorgung der Bevölkerung, den Schutz vor Hochwasser und Starkregen, die Entwicklung unserer Städte und Gemeinden, Landwirtschaft und Forstwirtschaft sowie Gartenbau, Industrie, Energie, Gesundheit sowie Freizeit und Erholung.

Nordrhein-Westfalen ist als dicht besiedeltes, industriell geprägtes und zugleich land- und forstwirtschaftlich bedeutendes Bundesland in besonderer Weise auf eine verlässliche und zukunftsfeste Wasserwirtschaft angewiesen. Der Klimawandel verändert die Ausgangslage grundlegend. Häufigere und intensivere Hitzeperioden, Trockenphasen, Starkregenereignisse und Hochwasser verändern den Wasserhaushalt, erhöhen Risiken für Menschen, Infrastrukturen und Ökosysteme und verschärfen bestehende Zielkonflikte- und Nutzungskonkurrenzen, dabei weist NRW mit seiner diversen Landschaft regional grundlegend verschiedene Herausforderungen auf.

Die Kommission geht davon aus, dass Wasserfragen künftig stärker zu Verteilungs- und Vorsorgefragen werden. Dabei geht es nicht allein um die Verfügbarkeit von Wasser, sondern ebenso um seine Qualität sowie die passgenaue Zuordnung unterschiedlicher Wasserqualitäten zu unterschiedlichen Nutzungen, den Schutz der Ressource Wasser vor negativen Einflüssen sowie deren Speicherung und Verteilung.

Der Erhalt funktionsfähiger Gewässer und Ökosysteme, Trinkwasserversorgung, Ernährungssicherheit, wirtschaftliche Wertschöpfung, Hochwasserschutz und Stadtentwicklung müssen so miteinander in Ausgleich gebracht werden, dass Konflikte möglichst früh erkannt, transparent bearbeitet und vorausschauend entschärft werden.

Gute Wasserpolitik darf nicht erst reagieren, wenn Schäden entstanden sind. Dafür sollten Risiken frühzeitig erkannt, Prioritäten geklärt, Vorsorge gestärkt und Planungssicherheit geschaffen werden. Dazu gehören der Schutz von Grundwasser- und Rohwasserressourcen, die Stärkung natürlicher Wasserrückhaltefähigkeit, die Sicherung von Retentionsräumen, eine wassersensible Stadt- und Regionalentwicklung, vorsorgender Hochwasserschutz sowie der Ausbau grün-blauer Infrastrukturen.

Ebenso notwendig sind moderne Daten- und Frühwarnsysteme, digitale Steuerungsinstrumente, klare Zuständigkeiten und beschleunigte, rechtssichere Verfahren.

Die Handlungsempfehlungen der Kommission folgen einem gemeinsamen Grundgedanken: Prävention ist wirksamer, verlässlicher und langfristig wirtschaftlicher als nachträgliche Schadensbewältigung. Hohe Bedeutung hat dabei Wasser in der Fläche zu halten, Böden, Auen und Gewässer zu stärken, Siedlungen klimaangepasst zu entwickeln und Infrastrukturen widerstandsfähiger zu machen, Menschenleben zu schützen und dadurch Schäden zu reduzieren und Handlungsfähigkeit zu erhalten.

Besondere Bedeutung kommt der gesellschaftlichen und finanziellen Dimension zu. Die Folgen der Klimakrise treffen Menschen, Regionen, Kommunen und Betriebe nicht gleichermaßen. Hitze belastet insbesondere dicht bebaute und stark versiegelte Räume mit wenig Grün besonders stark. Hochwasser und Starkregen gefährden Menschen, Eigentum und kritische Infrastrukturen. Zugleich werden Erhalt, Modernisierung und Anpassung wasserwirtschaftlicher Infrastruktur erhebliche Investitionen erfordern. Diese Kosten müssen für die Menschen in Nordrhein-Westfalen, für Kommunen, Unternehmen und Trägerstrukturen tragbar bleiben.

Die Kommission sieht die Finanzierung der wasserwirtschaftlichen Transformation daher als eine zentrale Zukunftsfrage. Finanzierungsinstrumente müssen nachvollziehbar, verursachergerecht, effizient und sozial ausgewogen ausgestaltet werden. Kosten dürfen nicht ungesteuert Bürgerinnen und Bürgern, Kommunen oder einzelnen Trägerstrukturen auferlegt werden. Notwendig ist eine Finanzierungsarchitektur, die Investitionen langfristig absichert, Förderstrukturen vereinfacht, Prioritäten an Risiken und Wirkung ausrichtet und Fehlanreize vermeidet.

Zugleich müssen die Strukturen der Wasserwirtschaft in Nordrhein-Westfalen zukunftsfähig aufgestellt werden. Klare Zuständigkeiten in Verwaltung, Wasserwirtschaft und Genehmigungsbehörden sind dabei zentral. Nach Auffassung der Enquetekommission erfordert dies insbesondere schlankere und schnellere Genehmigungsverfahren sowie eine einheitliche Bewirtschaftung nach Flusseinzugsgebieten.

Die Bewältigung der wasserbezogenen Folgen des Klimawandels ist eine gemeinsame Aufgabe aller staatlichen Ebenen und gesellschaftlichen Akteure. Land, Bund, Europäische Union, Kommunen, Wasserverbände, Wirtschaft, Landwirtschaft, Wissenschaft, Zivilgesellschaft sowie Bürgerinnen und Bürger tragen jeweils Verantwortung. Erfolgreiche Wasserpolitik braucht Kooperation, Transparenz und Vertrauen. Sie muss fachlich fundiert, nachvollziehbar und praktisch umsetzbar sein.

Mit ihren Handlungsempfehlungen legt die Kommission einen Beitrag dazu vor, Nordrhein-Westfalen widerstandsfähiger, leistungsfähiger und zukunftsfähiger im Umgang mit Wasser zu machen.

Ziel ist eine Wasserpolitik, die Versorgungssicherheit gewährleistet, ökologische Grundlagen schützt, wirtschaftliche Entwicklung ermöglicht, Menschen vor Gefahren schützt und die Kosten der notwendigen Anpassung fair verteilt. Wasser wird in Zeiten des Klimawandels zu einer Ressource, auf die die Politik zum Wohle der Allgemeinheit besonders achtgeben muss. Nordrhein-Westfalen wird diese Aufgabe entschlossen, vorausschauend und gemeinsam angehen.

Inhaltsverzeichnis

1. EINLEITUNG 1
1.1 Anlass 1
1.2 Zielsetzung und Inhalt 1
1.3 Vorgehen und Arbeitsweise 2
1.4 Zusammensetzung der Enquetekommission 3

2. GRUNDLAGEN 7
2.1 Wasser und Gesellschaft 7
2.1.1 Wasser als Lebensgrundlage, öffentliches Gut und Bestandteil der Daseinsvorsorge 7
2.1.2 Wahrnehmung, Bewusstsein und gesellschaftliche Risikoeinschätzung 9
2.1.3 Extremereignisse, Sicherheitsempfinden und psychosoziale Folgen 9
2.1.4 Ungleichheiten, Verwundbarkeiten und soziale Dimension 10
2.1.5 Nutzungskonkurrenzen und gesellschaftliche Verteilungsfragen 11
2.1.6 Leitende Prinzipien und Bedeutung für die Enquetekommission 11
2.2 Wasserwirtschaft in Nordrhein-Westfalen 12
2.2.1 Die Ressource Wasser in Nordrhein-Westfalen und dessen Management 12
2.2.2 Der Rechtliche Rahmen – Gewässerschutzrecht auf verschiedenen Ebenen 13
2.2.3 Zuständigkeiten, Akteure und Verbandsstrukturen der Wasserwirtschaft in Nordrhein-Westfalen 23
2.2.4 Zentrale Herausforderungen der Wasserwirtschaft jenseits des Klimawandels 27
2.3 Klimawandel in Nordrhein-Westfalen 31
2.3.1 Einleitung und Hintergrund 32
2.3.2 Datengrundlagen und wissenschaftliche Methodik 32
2.3.3 Zukünftige mögliche klimatische Entwicklung in Nordrhein-Westfalen 35
2.3.4 Stand der internationalen Klimaschutzmaßnahmen und Hinweise zur Szenarienwahl 48
2.3.5 Fazit 49

3. HANDLUNGSFELDER 52
3.1 Ökosysteme 52
3.1.1 Einleitung und Hintergrund 52
3.1.2 Wissenschaftliche Grundlagen und zentrale Konzepte 54
3.1.3 Auswirkungen des Klimawandels auf Ökosysteme in Nordrhein-Westfalen 55
3.1.4 Belastungen durch Schadstoffe, Nährstoffe und Keime 64
3.1.5 Anforderungen an Gewässer- und Landschaftsentwicklung 66

3.1.6 Steuerung, Planung und Governance ... 68
3.1.7 Resilienzstrategien und Handlungsempfehlungen ... 70
3.1.8 Zusammenfassung und Ausblick ... 73
3.2 Trink- und Brauchwasserversorgung ... 75
3.2.1 Wasserdargebot und Ausgangslage ... 75
3.2.2 Auswirkungen des Klimawandels auf Trink- und Brauchwasser ... 79
3.2.3 Lösungsansätze für die Sicherstellung der Trink- und Brauchwasserversorgung ... 81
3.3 Schutz vor Wasser ... 90
3.3.1 Extremere Niederschlagsereignisse treffen auf bestehendes Hochwasserrisiko in Nordrhein-Westfalen ... 92
3.3.2 Rechtliche Rahmenbedingungen und Zuständigkeiten in Nordrhein-Westfalen ... 95
3.3.3 Hochwasservorsorge in Nordrhein-Westfalen ... 103
3.3.4 Umsetzungshindernisse und Lösungsansätze ... 109
3.4 Land- und Forstwirtschaft, Gartenbau ... 116
3.4.1 Aktueller Stand in Nordrhein-Westfalen ... 116
3.4.2 Auswirkungen des Klimawandels auf die Land- und Forstwirtschaft in Nordrhein-Westfalen ... 120
3.4.3 Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel ... 124
3.5 Siedlungsstrukturen ... 129
3.5.1 Einordnung und Bedeutung von Siedlungsstrukturen für den Wasserhaushalt ... 130
3.5.2 Ausgangslage der Siedlungsstrukturen in Nordrhein-Westfalen ... 131
3.5.3 Klimawandel als Verstärker bestehender Strukturprobleme ... 133
3.5.4 Zielkonflikte und strukturelle Hemmnisse ... 138
3.5.5 Handlungsansätze für klimaresiliente Siedlungsstrukturen ... 140
3.6 Gesundheit ... 143
3.6.1 Einordnung und Bedeutung des Themenfeldes Gesundheit im Kontext von Wasser und Klimakrise ... 143
3.6.2 Ausgangslage der gesundheitlichen Versorgung und wasserbezogener Gesundheitsrisiken in Nordrhein-Westfalen ... 144
3.6.3 Klimakrise als Verstärker gesundheitlicher Risiken ... 145
3.6.4 Handlungsansätze und Anpassungsoptionen ... 149
3.7 Industrie, Gewerbe und Handwerk ... 152
3.7.1 Grundlage ... 152
3.7.2 Klimawandel und die Auswirkungen auf die Sektoren Industrie, Gewerbe und Handwerk ... 155
3.7.3 Lösungsansätze ... 156
3.8 Energie ... 162
3.8.1 Status Quo und Entwicklungen ... 162

3.8.2 Auswirkungen des Klimawandels ... 172
3.8.3 Lösungen und Anpassungsstrategien ... 173
3.9 Rohstoffabbau/Bergbau ... 179
3.9.1 Gruben- und Polderwassermanagement im ehemaligen Steinkohlerevier ... 179
3.9.2 Sümpfungsmaßnahmen und Tagebauseen im Rheinischen Braunkohlerevier ... 185
3.9.3 Oberflächennahe Rohstoffe ... 188
3.10 Wasser als Transportweg ... 192
3.10.1 Ausgangslage ... 192
3.10.2 Auswirkungen des Klimawandels auf die Binnenschifffahrt in Nordrhein-Westfalen ... 195
3.10.3 Anpassung an die neuen Herausforderungen der Binnenschifffahrt in Nordrhein-Westfalen ... 196
3.11 Tourismus, Freizeit und Erholung ... 199
3.11.1 Tourismus, Freizeit und Erholung in Nordrhein-Westfalen ... 200
3.11.2 Ökologie und Tourismus, Freizeit und Erholung ... 202
3.11.3 Tourismus, Freizeit und Erholung und der Klimawandel ... 203
3.11.4 Tourismus, Freizeit und Erholung in Nordrhein-Westfalen: Eine Einordnung ... 209
3.12 Abwasser ... 210
3.12.1 Ausgangslage der Abwasserentsorgung in Nordrhein-Westfalen ... 211
3.12.2 Klimawandel und weiterer Transformationsdruck ... 216
3.12.3 Investitions-, Finanzierungs- und Kapazitätsfragen ... 220
3.12.4 Handlungsansätze für eine klimaresiliente Abwasserinfrastruktur ... 224
3.12.5 Synergien, Zielkonflikte und Querschnittsbezüge ... 227
3.12.6 Erkenntnisse aus der Sachverständigenanhörung ... 228

4. VERTEILUNGSFRAGEN UND BESCHLEUNIGUNG ... 230
4.1 Nutzungskonkurrenzen und Verteilungskonflikte ... 230
4.1.1 Wasserverfügbarkeit unter Klimawandelbedingungen ... 230
4.1.2 Flächenverteilungskonflikte ... 233
4.1.3 Lösungsansätze für Verteilungskonflikte ... 234
4.2 Genehmigungsverfahren und Bürokratieabbau ... 238
4.2.1 Status Quo und Herausforderungen ... 238
4.2.2 Lösungsansätze ... 240
4.2.3 Verzahnung von Genehmigungsverfahren und Fazit ... 246

5. ÖKONOMISCHE UND FISKALISCHE ASPEKTE ... 248
5.1 Infrastruktur, Erneuerungsbedarf und Investitionsdruck in Nordrhein-Westfalen ... 248
5.2 Institutionelle Rahmenbedingungen ... 249

5.3 Finanzierungsstrukturen und wirtschaftliche Ausgangslage 251
5.4 Auswirkungen des Klimawandels 255
5.5 Reformoptionen für eine resiliente Wasserfinanzierung 258
5.5.1 Governance und Verfahrensmodernisierung 258
5.5.2 Finanzierungsarchitektur und Investitionspriorisierung 259
5.5.3 Folgerungen 263

6. HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN 264

7. SONDERVOTEN ZU DEN HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN 301

8. SONDERVOTEN ZU DEN KAPITELN 2 BIS 5 308

9. ANHANG 330

10. LITERATURVERZEICHNIS 334

Abkürzungsverzeichnis

a.a.R.d.T	allgemein anerkannte Regeln der Technik
AbfKlärV	Klärschlammverordnung
AbwAG	Abwasserabgabengesetz
AbwV	Abwasserverordnung
ACP	Allgemeine chemisch-physikalische Parameter
AEUV	Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union
AGW	Arbeitsgemeinschaft der Wasserwirtschaftsverbände
AK HuG	Arbeitskreis für Hochwasserschutz und Gewässer in NRW e.V.
AOX	Adsorbierbare Organisch gebundene Halogene
AöW	Allianz der öffentlichen Wasserwirtschaft e.V.
APIs	Application Programming Interfaces
APSFR	Areas of Potential Significant Flood Risk
AR	Assessment Report
ATT	Arbeitsgemeinschaft Trinkwassertalsperren e.V.
AWS	Alliance for Water Stewardship
AwSV	Verordnung für Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen
BauGB	Baugesetzbuch
BBergG	Bundesberggesetz
BBK	Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe
BDB	Bundesverband der Deutschen Binnenschifffahrt e. V.
BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.
BfR	Bundesinstitut für Risikobewertung
BHQ	Bemessungshochwasserabflüsse
BHW	Bemessungshochwasserstände
BIM	Building Information Modeling (Bauwerksdatenmodellierung)
BKG	Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
BMI	Bundesministerium des Innern
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMEL	Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat
BMF	Bundesministerium der Finanzen
BMFTR	Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt
BMJV	Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz
BMUKN	Bundesministerium für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit
BMUV	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz

BMV	Bundesministerium für Verkehr
BMWE	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
BNetzA	Bundesnetzagentur
BRPH	Bundesraumordnungsplan Hochwasserschutz
BSI	Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik
BSIG	Gesetz über das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik
BUND	Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V.
BUND NRW	Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland Landesverband Nordrhein-Westfalen e.V.
BVerwG	Bundesverwaltungsgericht
BVT	Beste Verfügbare Technik
BWK	Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau
CAPEX	Capital Expenditures
CAT	Climate Action Tracker
CDNI	Übereinkommen über die Sammlung, Abgabe und Annahme von Abfällen in der Rhein- und Binnenschifffahrt
DBU	Deutsche Bundesstiftung Umwelt
DDD	Dampfdruckdefizit
DIN	Deutsches Institut für Normung
DKKV	Deutsches Komitee Katastrophenvorsorge e.V.
DPA	Deutsche Presse-Agentur
DST	Entwicklungszentrum für Schiffstechnik und Transportsysteme e.V.
DStGB	Deutscher Städte- und Gemeindebund
DüngG	Düngegesetz
DüV	Düngeverordnung
DVGW	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
DWD	Deutscher Wetterdienst
EBW	Eigenbetrieb Wasserversorgung
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EGLV	Emschergenossenschaft und Lippeverband
EIB	Europäische Investitionsbank
ELER	Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums
ELWAS	Elektronisches wasserwirtschaftliches Verbundsystem

EPR	Extended Producer Responsibility (Erweiterte Herstellerverantwortung)
EU	Europäische Union
EW	Einwohnerwert
EWRS	European Water Resilience Strategy
ExUS-Studie	Extremwertstatistische Untersuchung von Starkniederschlägen in Nordrhein-Westfalen
FFH	Fauna-Flora-Habitat
FGE	Flussgebietseinheit
FGG	Flussgebietsgemeinschaft
FiFo Köln	Finanzwissenschaftliches Forschungsinstitut an der Universität zu Köln
FIW	Forschungsinstitut für Wasserwirtschaft und Klimazukunft
FM	Finanzministerium des Landes Nordrhein-Westfalen
FOES	Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft e.V.
FöRL HWRM/WRRL	Förderrichtlinie Hochwasserrisikomanagement und Wasserrahmenrichtlinie
GAK	Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“
GDV	Gesamtverband der Versicherer
GG	Grundgesetz
GK	Größenklasse
GrwV	Grundwasserverordnung
GWK	Grundwasserkörper
GWRL	Grundwasserrichtlinie
HGK	Hochwassergefahrenkarten
HNEE	Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde
HQ	Abflussmenge bei Hochwasser
HRK	Hochwasserrisikokarten
HRW	Hochschule Ruhr West
HWRM	Hochwasserrisikomanagement
HWRM-RL	Hochwasserrisikomanagementrichtlinie
HWS-Maßnahmen	Hochwasserschutz-Maßnahmen
ICJ	International Court of Justice
IEG	Fraunhofer-Einrichtung für Energieinfrastrukturen und Geothermie
IE-Richtlinie/IERL	Richtlinie zur Industrieemission
ifo-Institut	Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung an der Universität München e.V.
IfSG	Infektionsschutzgesetz

IGB	Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei
IHK	Industrie- und Handelskammer
IKSR	Internationale Kommission zum Schutz des Rheins
IKT	Institut für Unterirdische Infrastruktur gGmbH
InUPH	Institut für Urban Public Health Universitätsklinikum Essen
IPBES	Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IREUS	Institut für Raumordnung und Entwicklungsplanung Universität Stuttgart
ISE	Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme
IT.NRW	Landesbetrieb Information und Technik NRW
IWARU	Institut für Infrastruktur, Wasser, Ressourcen, Umwelt FH Münster
IWW	IWW Institut für Wasserforschung gGmbH
KAG	Kommunalabgabengesetz
KAHR	Forschungsprojekt Klima-Anpassung, Hochwasser, Resilienz
KARL	Kommunalabwasserrichtlinie
KI	Künstliche Intelligenz
KlAnG	Klimaanpassungsgesetz Nordrhein-Westfalen
KIWASuS	KI-basiertes Warnsystem für Starkregen und urbane Sturzfluten
KMU	Kleine und mittelständische Unternehmen
KNP	Klimanormalperiode
KohleAusG	Kohleausstiegsgesetz
KonBioN	Forschungsprojekt Biologische Nitratentfernung
KRIS	Projekt Klimaresiliente Region mit internationaler Strahlkraft
KRITIS	Kritische Infrastrukturen
KVBG	Kohleverstromungsbeendigungsgesetz
KWRA	Klimawirkungs- und Risikoanalyse
KW-Szenario	Klimafolgen-Szenario
KWA-Szenario	Klimawandel- und Klimawandelanpassung-Szenario
LANUK	Landesamt für Natur, Umwelt und Klima Nordrhein-Westfalen
LANUV	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen
LAWA	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser
LCA	Lebenszyklusanalysen
LEP	Landesentwicklungsplan
LF	Landwirtschaftlich genutzte Fläche
LfL	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
LINEG	Linksniederrheinische Entwässerungs-Genossenschaft

LNG-Beschleunigungsgesetz	Gesetz zur Beschleunigung des Einsatzes verflüssigten Erdgases
LPIG	Landesplanungsgesetz Nordrhein-Westfalen
LUA	Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen
LWG	Landeswassergesetz Nordrhein-Westfalen
LwWSGVOOB	Landesweite Wasserschutzgebietsverordnung oberirdische Bodenschatzgewinnung
MAKO	Maßnahmenkonzept
MHKBD	Ministerium für Heimat, Kommunales, Bau und Digitalisierung des Landes Nordrhein-Westfalen
MICE	Meetings, Incentives, Congresses and Events
MLV	Ministerium für Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
MSRL	Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie
MUNLV	Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
MUNV	Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen
MuSE	Forschungsprojekt Multisensor-Geomonitoring zur Optimierung der nachbergbaulichen Wasserhaltung
MWIDE	Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen
MWIKE	Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen
NABU	Naturschutzbund Deutschland e.V.
NbS	Nature-based Solutions
NDCs	Nationally Determined Contributions
nFK	Nutzbare Feldkapazität
NHWSP	Nationales Hochwasserschutzprogramm
NIS2	Network and Information Security Directive 2
NOOTS	Nationales Once-Only Technical System
NUTS	Nomenclature des unités territoriales statistiques
OECD	Organisation for Economic Co-Operation and Development
OGewV	Oberflächengewässerverordnung
OPEX	Operational Expenditures
OWL	Ostwestfalen-Lippe
PAK	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
PCB	Polychlorierte Biphenyle
PFAS	Per-und polyfluorierte Alkylsubstanzen
PSM	Pflanzenschutzmittel

PV	Photovoltaik
QA-QC-R	Quality Assurance Quality Control Directive
RCP	Representative Concentration Pathways
REAP	Forschungsgruppe Ressourceneffizienz in Architektur und Planung
RESI	River Ecosystem Service Index
RKI	Robert Koch-Institut
RLV	Rheinischer Landwirtschaftsverband
RPR	Regionalplan Ruhr
RVR	Regionalverband Ruhr
RWTH Aachen	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
RWW	Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft
ScenarioMIP CMIP7	Scenario Model Intercomparison Project Coupled Model Intercomparison Project Phase 7
SRGK	Starkregengefahrenkarten
SRI	Starkregenindex
SRU	Sachverständigenrat für Umweltfragen
SSP	Shared Socioeconomic Pathways
StatExNi	Projekt Bereitstellung von Extremniederschlägen für Nordrhein-Westfalen für heutiges und mögliches zukünftiges Klima
SUP	Stand-Up-Paddling
SüwVO Abw NRW	Selbstüberwachungsverordnung Abwasser NRW
TOC	Total Organic Carbon
TrinkwV	Trinkwasserverordnung
UBA	Umweltbundesamt
UFZ	Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung
UHI	Urban Heat Island
UMSICHT	Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik
UNEP	United Nations Environment Programme
UQN	Umweltqualitätsnorm
UQN-RL	Umweltqualitätsnorm-Richtlinie
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
VBW	Verein für europäische Binnenschifffahrt und Wasserstraßen e.V.
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VKU	Verband kommunaler Unternehmen e.V.
VO	Verordnung
VOKAR	Verzeichnis der mit einem landesnaturschutzrechtlichen Vorkaufsrecht belasteten Grundstücke
WADKlim	Projekt Auswirkung des Klimawandels auf die Wasserverfügbarkeit – Anpassung an Trockenheit und Dürre in Deutschland

WasEG	Wasserentnahmeentgeltgesetz
WaStrG	Bundeswasserstraßengesetz
WatDemand	Projekt Multi-sektorale Wasserbedarfsszenarien für Deutschland und Abschätzung zukünftiger Regionen mit steigender Wasserknappheit
WBGU	Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen
WBV	Wasserbeschaffungsverband
WDR	Westdeutscher Rundfunk
WEE	Wasserentnahmeentgelt
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WHO	World Health Organisation
WIG	Wasserinteressensgemeinschaft
WindBG	Windenergieflächenbedarfsgesetz
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
WSV	Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes
WVG	Wasserverbandsgesetz des Bundes
WWA	World Weather Attribution
WWF	World Wide Fund for Nature
ZKR	Zentralkommission der Rheinschifffahrt
ZustVU	Zuständigkeitsverordnung Umweltschutz

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Wesentliche Regelungen im Bereich der Wasserwirtschaft 14
Abbildung 2: Unternehmensformen in Deutschland (Stand 2018) 25
Abbildung 3: Geschätzter zusätzlicher Investitionsbedarf für die (ab-)wasserwirtschaftlichen Infrastrukturen 28
Abbildung 4: Verteilung der Altersklassen bei den Vergleichsunternehmen 30
Abbildung 5: Auswahl der repräsentativen Konzentrationspfade (RCP) aus einer Vielzahl an Szenarien, die je nach Treibhausgaskonzentration klassifiziert sind. 33
Abbildung 6: Globale Temperaturrekonstruktionen der letzten 66 Millionen Jahre 35
Abbildung 7: Mittlere jährliche Lufttemperatur in °C in NRW: Beobachtung 1881–2023 und Projektionen 1971–2100 für die Szenarien RCP2.6 und RCP8.5. 37
Abbildung 8: Mittlere jährliche Niederschlagssumme in mm in NRW: Beobachtung 1881–2023 und Projektionen 1971–2100 für die Szenarien RCP2.6 und RCP8.5. 39
Abbildung 9: Der globale Temperaturanstieg bis 2100 projiziert nach aktuellen Klimaschutzbemühungen 48
Abbildung 10: Hochwasser und Starkregen auslösende Niederschlagsformen 93
Abbildung 11: Karte der Risikogewässer für den dritten Zyklus der HWRL 97
Abbildung 12: Möglichkeit zur Bewässerung in Deutschland 2019 121
Abbildung 13: Wasserentnahmen der Energiewirtschaft (2021) 164
Abbildung 14: Zubauraten der Energieträgerkategorien in NRW (2000-2024) 165
Abbildung 15: Energieträger zur Bruttostromerzeugung in NRW (2000-2024) 166
Abbildung 16: Güterumschlag von Binnenschiffen in NRW-Binnenhäfen im ersten Halbjahr 2025 193
Abbildung 17: Bruttoumsatz nach Tourismusarten in NRW 201
Abbildung 18: Altersstruktur des Kanalnetzes (Gesamtlänge) in NRW gemäß „Statistischer Bericht – Erhebung der öffentlichen Abwasserentsorgung – 2022“ 213
Abbildung 19: Änderung der Konsumanteile für Wohnen und Energie zwischen den Szenarien nach Einkommensdezilen im Jahr 2050 in NRW und Deutschland 257

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Überblick über die RCP-Szenarien globale Perspektive 34
Tabelle 2: Mittlere Dauer der Vegetationszeit in Anzahl der Tage >5 °C 38
Tabelle 3: Änderung der Grundwasserneubildung (mm) zwischen 1971-2000 und KNP 2031-2060 43
Tabelle 4: Eigene Darstellung mit Prozentzahlen der Nutzer öffentlicher Wasserversorgung in Nordrhein-Westfalen 153
Tabelle 5: Eigene Darstellung mit Prozentzahlen der Nutzer öffentlicher Wasserversorgung in Nordrhein-Westfalen 163

1. Einleitung

Die Enquetekommission „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ wurde am 22. März 2024 auf Antrag der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN und gemäß § 62 Abs. 1 der Geschäftsordnung des Landtags Nordrhein-Westfalen einstimmig eingesetzt.

1.1 Anlass

Dürrejahre wie in den Jahren 2018 und 2022 wie auch die schwerwiegende Hochwasserkatastrophe am 14./15. Juli 2021 haben deutlich gemacht, mit welchen Auswirkungen, insbesondere in Bezug auf Wasser, Nordrhein-Westfalen bereits heute durch ein sich veränderndes Klima konfrontiert ist.

Nordrhein-Westfalen als besonders vielfältiges Bundesland verfügt über dichtbesiedelte Ballungsräume und Industrie, aber auch große landwirtschaftlich geprägte Flächen und eine diverse Gewässerlandschaft bestehend aus natürlichen und künstlichen Seen, kleinen Bächen und großen Fließgewässern bis hin zu Talsperren. Es ist in dementsprechend vielfältiger Weise von den Veränderungen durch einen fortschreitenden Klimawandel betroffen.

Die klimawandelbedingten Veränderungen im Wasserhaushalt haben nicht nur Auswirkungen auf die Sicherstellung der Trinkwasserversorgung, sondern unter anderem auch auf Ökosysteme, den Schutz vor Wasser, die menschliche Gesundheit, Abwasserentsorgung und Bereiche, in denen Wasser als Ressource Verwendung findet, wie die Landwirtschaft, Industrie und Energiewirtschaft. Ein wachsender Bedarf von (sauberem) Wasser kann dabei zunehmend Nutzungskonflikte hervorrufen.

Die vielfältigen und weitreichenden Auswirkungen des Klimawandels machen notwendige Anpassungsmaßnahmen zum Erhalt der Wasserverfügbarkeit und -qualität umso komplexer. Die Enquetekommission „Wasser“ bot den Rahmen für einen fachübergreifender Austausch und eine Abwägung politischer und gesellschaftlicher Interessen, um Empfehlungen für eine resiliente und nachhaltige Wasserwirtschaft zu entwickeln.

1.2 Zielsetzung und Inhalt

Die Enquetekommission hat sich zum Ziel gesetzt, umfassend zu analysieren, mit welchen Herausforderungen die Wasserwirtschaft bereits jetzt konfrontiert ist, welche Problemlagen durch die Auswirkungen des Klimawandels zunehmen und neu hinzukommen werden sowie welche Anpassungsmaßnahmen getroffen werden sollten, um negative Folgen für die Wasserverfügbarkeit und -qualität in Nordrhein-Westfalen abzumildern.

Kapitel 2 erläutert zunächst die Bedeutung von Wasser in unserer Gesellschaft und beschreibt dann die Organisation und den rechtlichen Rahmen der Wasserwirtschaft in Nordrhein-Westfalen. Anschließend werden die bereits bekannten und die absehbaren Folgen des fortschreitenden Klimawandels und dessen Auswirkungen auf den Wasserhaushalt in Nordrhein-Westfalen dargestellt.

In Kapitel 3 des Berichts werden einzelne Handlungsfelder, wie bspw. Trinkwasserversorgung, Hochwasserschutz oder Energie, genauer betrachtet. Dabei stehen in jedem der Unterkapitel drei Fragen im Fokus: Wie ist der Status Quo und welche Problemlagen bestehen bereits jetzt? Welche Auswirkungen werden die wasserbezogenen Folgen des Klimawandels auf den jeweiligen Handlungsbereich voraussichtlich haben? Wie kann den zunehmenden klimawandelbedingten Herausforderungen in diesem Feld begegnet und vorgebeugt werden?

Durch die Auswirkungen eines fortschreitenden Klimawandels kann es in Zukunft vermehrt zu Verteilungsfragen bei der Ressource Wasser kommen. Kapitel 4 des Berichts beschäftigt sich mit Nutzungskonkurrenzen und möglichen Verteilungskonflikten und erläutert darüber hinaus die Frage, wie bürokratische Hemmnisse abgebaut und Genehmigungsverfahren beschleunigt werden können.

Die ökonomischen und fiskalischen Aspekte sowohl der Folgen des Klimawandels als auch der Anpassungsmaßnahmen daran werden in Kapitel 5 behandelt.

Aus der in Kapitel 2 bis 5 hervorgegangenen Analyse werden im letzten Kapitel 158 Handlungsempfehlungen aufgezeigt, die die aus Sicht der Kommission notwendigen Anpassungsbedarfe und -maßnahmen darstellen.

1.3 Vorgehen und Arbeitsweise

Die konstituierende Sitzung der Enquetekommission fand am 18. Juni 2024 statt. In den darauffolgenden zwei Jahren tagte die Kommission in insgesamt 26 Sitzungen.

Zum Auftakt der Arbeit der Enquetekommission trafen sich die Mitglieder zu einer Klausurtagung im ehemaligen Klärwerk in Bottrop und besichtigten dabei auch ein Renaturierungsprojekt an der Emscher.

Außerdem hielten die sachverständigen Mitglieder zu Beginn der Kommissionsarbeit Impulsvorträge zu ihren jeweiligen Fachbereichen und die Kommission tauschte sich mit Vertreterinnen und Vertretern der Landesregierung und der Landesbehörden aus.

In insgesamt 13 Anhörungen verschaffte sich die Kommission mithilfe zahlreicher Stellungnahmen der eingeladenen Sachverständigen einen Überblick über die bestehenden und zukünftigen Herausforderungen in den vielfältigen Handlungsfeldern.

Die Enquetekommission beauftrage zudem das Finanzwissenschaftliche Forschungsinstitut an der Universität zu Köln (FiFo Köln) mit der Erstellung eines Gutachtens zum Thema „Nachhaltige Finanzierungsmodelle für eine resiliente Wasserwirtschaft in Nordrhein-Westfalen".

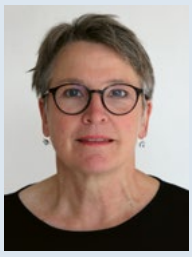
Vom 30. Juni bis zum 1. Juli 2025 führte die Enquetekommission außerdem eine Informationsreise in die Niederlande durch. Im Zuge der Reise besuchten die Kommissionsmitglieder unter anderem die Waterschap Limburg in Roermond und vorbildliche Hochwasserschutzprojekte entlang der Maas und in Nimwegen. Dabei führten sie Gespräche mit den dortigen Verantwortlichen und Expertinnen und Experten, um sich über Wasserpolitik, Gewässerschutz und die grenzüberschreitende Zusammenarbeit zwischen den Niederlanden und Nordrhein-Westfalen auszutauschen.

1.4 Zusammensetzung der Enquetekommission

Gemäß § 61 der Geschäftsordnung des Landtags Nordrhein-Westfalen kann zur Vorbereitung von Entscheidungen über umfangreiche und bedeutsame Sachkomplexe eine Enquetekommission eingesetzt werden, der Mitglieder des Landtags sowie Sachverständige angehören können.

Die Abgeordnete Astrid Vogelheim (BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN) war Vorsitzende der Kommission. Stellvertretender Vorsitzender war der Abgeordnete René Schneider (SPD).

Der Enquetekommission gehörten folgende Mitglieder an:

Abgeordnete				
CDU	Peter Blumenrath, MdL (Sprecher)		Jochen Ritter, MdL (ab November 2025)	
	Vanessa Odermatt, MdL		Stephan Wolters, MdL	
SPD	Rodion Bakum, MdL		Julia Kahle-Hausmann, MdL (Sprecherin)	
	René Schneider, MdL (stellv. Vorsitzender)			
Grüne	Hedwig Tarner, MdL (Sprecherin)		Astrid Vogelheim, MdL (Vorsitzende)	
FDP	Dietmar Brockes, MdL (Sprecher)			
AfD	Zacharias Schalley, MdL (Sprecher)			

Sachverständige				
	Holger Gassner		Professor Dr. Uli Paetzel	
	Professor Dr.-Ing. Johannes Pinnekamp		Dr. Christian Schmidt	
	Marco Decker			

Weitere Ordentliche Mitglieder	
CDU	Dr. Ralf Nolten, MdL (bis Oktober 2025)

Stellvertretende Mitglieder	
CDU	Marc Blondin, MdL
	Romina Plonsker, MdL
	Dr. Christian Untrieser, MdL
SPD	Andreas Bialas, MdL
	Ellen Stock, MdL
	Ralf Stoltze, MdL
FDP	N.N., MdL
Grüne	Christina Osei, MdL
	Simon Rock, MdL
AfD	Andreas Keith, MdL

Die ordentlichen und sachverständigen Mitglieder der Enquetekommission III

2. Grundlagen

Dieses Kapitel beleuchtet Wasser aus einer gesellschaftlichen Perspektive. Es ordnet die wasserwirtschaftlichen Strukturen, Zuständigkeiten und rechtlichen Rahmenbedingungen (Kapitel 2.2) sowie die naturwissenschaftlichen Grundlagen des Klimawandels (Kapitel 2.3) in einen gesellschaftlichen Kontext ein. Im Mittelpunkt stehen Wahrnehmung, soziale Betroffenheit, Ungleichheiten sowie Fragen der gesellschaftlichen Akzeptanz und der politischen Nachvollziehbarkeit von Entscheidungen. Damit schafft es einen Bezugsrahmen für die nachfolgenden fachlichen Kapitel des Abschlussberichtes.

2.1 Wasser und Gesellschaft

Die Verfügbarkeit von sauberem Wasser ist für das menschliche Dasein unverzichtbar. So haben die Vereinten Nationen im Jahr 2010 das Recht auf Zugang zu Wasser und Sanitärversorgung als Menschenrecht anerkannt (Vereinte Nationen 2010).

In der Präambel der EU-WRRL aus dem Jahr 2000 heißt es: „*Wasser ist keine übliche Handelsware, sondern ein ererbtes Gut, das geschützt, verteidigt und entsprechend behandelt werden muss*“ (Europäisches Parlament; Rat der Europäischen Union 2000, S. 1).

Die Nutzungen sind vielfältig und erstrecken sich über Trinkwasserversorgung, Nahrungsmittelproduktion, Energiegewinnung, Hygienezwecke, Erholung, Produktionsfaktor und weitere Nutzungsgebiete (Becker und Jahn 2006, S. 344).

Wasserfragen stehen damit im Zentrum grundlegender gesellschaftlicher Herausforderungen. Sie betreffen nicht nur technische Systeme der Versorgung und Entsorgung, sondern berühren Alltag, Sicherheit, Gesundheit, wirtschaftliche Entwicklung und soziale Gerechtigkeit. Unter den Bedingungen des Klimawandels verschärfen sich bestehende Risiken und Nutzungskonflikte, während zugleich die Anforderungen an Vorsorge, Anpassung und politische Steuerung steigen.

2.1.1 Wasser als Lebensgrundlage, öffentliches Gut und Bestandteil der Daseinsvorsorge

Wasser ist Lebensgrundlage, öffentliches Gut und zentraler Bestandteil der Daseinsvorsorge. Seine Verfügbarkeit, Qualität und Versorgungssicherheit sind grundlegende Voraussetzungen für Gesundheit, Sicherheit, wirtschaftliche Entwicklung und gesellschaftliche Teilhabe. In Nordrhein-Westfalen als dicht besiedeltem, industriell und infrastrukturell stark geprägtem Bundesland kommt dem Umgang mit der Ressource Wasser eine besondere gesellschaftliche und politische Bedeutung zu. Als Kernbereich der Daseinsvorsorge ist Wasserpolitik zugleich Vertrauens- und Legitimationspolitik.

Funktionsfähigkeit und Fairness der Versorgung prägen die Akzeptanz staatlichen Handelns und beeinflussen, wie konfliktarm Vorsorge- und Anpassungsmaßnahmen umgesetzt werden können (WHG § 50 Abs. 1) (BMUV 2023b, S. 9; VKU 2025a, S. 3; UBA o.J.k; MUNV o.J.e).

Neben seiner relevanten Bedeutung für Versorgungssicherheit und Gesundheit prägt Wasser auch die Lebensqualität, das Wohlbefinden und die Attraktivität von Städten und Regionen (Bundesregierung o. J.; OECD Publishing 2015, S. 5). Die zentrale Bedeutung von Wasser- und Abwasserinfrastrukturen für den Gesundheitsschutz ist historisch gewachsen. Verschmutzte Gewässer verursachten im 19. Jahrhundert wiederholt schwere Epidemien und gefährdeten insbesondere dicht besiedelte Städte. Die Cholera-Epidemie von 1892 in Hamburg machte die Folgen unzureichender Wasseraufbereitung und Abwasserentsorgung eindrücklich sichtbar; die Untersuchungen von Robert Koch trugen maßgeblich zum Ausbau moderner Trinkwasseraufbereitung und zur Entwicklung leistungsfähiger Kläranlagen bei (Budrass und Roelevink 2024, S. 129 f.).

Auch in Nordrhein-Westfalen verschärften Industrialisierung und Bevölkerungswachstum die hygienischen Probleme. Mit der Gründung der Emschergenossenschaft im Jahr 1899 wurde erstmals eine institutionalisierte, regional koordinierte Abwasserbewirtschaftung etabliert, um massiven Umwelt- und Gesundheitsbelastungen systematisch zu begegnen (Budrass und Roelevink 2024, S. 111). Abwasserentsorgung entwickelte sich damit zu einer zentralen öffentlichen Infrastrukturaufgabe und zu einem Grundpfeiler des modernen Umwelt- und Gesundheitsschutzes.

Heute gewinnt diese Verbindung von Wasserwirtschaft und Gesundheit erneut an Bedeutung. Die während der COVID-19-Pandemie durch das Robert-Koch-Institut etablierte Abwassersurveillance zeigt, dass Abwasseranalysen epidemiologische Entwicklungen frühzeitig sichtbar machen können – etwa zur Erkennung von Infektionswellen oder wie zuvor bei Poliovirus-Nachweisen (Marquar et al. 2024, S. 3 ff.). Angesichts klimawandelbedingter Veränderungen von Infektionsrisiken kann dieses Instrument künftig weiter an Bedeutung gewinnen. Wasser hat damit weit über technische Versorgungsfragen hinaus gesellschaftliche Relevanz.

Die Auswirkungen des Klimawandels machen diese Bedeutung noch deutlicher. Zunehmende Extremereignisse wie Hochwasser, Starkregen, Hitze und Trockenperioden wirken sich nicht nur auf Gewässer und Infrastrukturen aus, sondern betreffen den Alltag der Menschen, das Sicherheitsgefühl, wirtschaftliche Abläufe und soziale Strukturen. Wasserfragen sind damit nicht allein naturwissenschaftlich oder technisch zu beantworten, sondern berühren zentrale gesellschaftliche, soziale und politische Fragestellungen (Jorzik 2019).

2.1.2 Wahrnehmung, Bewusstsein und gesellschaftliche Risikoeinschätzung

Die gesellschaftliche Wahrnehmung von Wasser und wasserbezogenen Risiken ist ein zentraler Faktor für die Wirksamkeit politischer Maßnahmen. Obwohl Wasser als lebensnotwendige Ressource grundsätzlich hoch geschätzt wird, ist die Wahrnehmung konkreter Risiken – etwa von Hochwasser, Starkregen, Trockenperioden oder Nutzungskonflikten – sowie langfristiger Handlungsnotwendigkeiten gering ausgeprägt (UBA 2023c, S. 12f., 59f., 291, 294f.; IPCC 2023b, S. 9; UBA 2023b; Ahlhorn et al. 2018, S. 49–51).

Viele Menschen nehmen Wasser primär als jederzeit verfügbare Selbstverständlichkeit wahr. Die Zusammenhänge zwischen Klimawandel, veränderten Wasserkreisläufen und konkreten Auswirkungen auf Alltag, Sicherheit und Versorgung werden oft erst dann bewusst, wenn Extremereignisse eintreten (UBA 2023c, S. 66, 291, 294 ,323). Diese Diskrepanz zwischen wissenschaftlicher Erkenntnis und gesellschaftlicher Wahrnehmung erschwert vorausschauendes Handeln. Für die Wasserpolitik folgt daraus, dass Risikokommunikation und transparente Vorsorgeziele eine Schlüsselrolle spielen. Je nachvollziehbarer Risiken, Verantwortlichkeiten und Handlungsmöglichkeiten dargestellt werden, desto eher können präventive Maßnahmen gesellschaftlich getragen werden. Eine reine Reaktion auf Ereignisse verstetigt dagegen Krisenzyklen und erschwert strategische Anpassung (UBA 2023d, S. 24f., 190; MacIntyre et al. 2019, S. 143, 151f.; Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) o. J.).

Die in Kapitel 2.3 dargestellten naturwissenschaftlichen Entwicklungen verdeutlichen, dass sich wasserbezogene Risiken räumlich und zeitlich verschieben und insgesamt an Intensität gewinnen. Zwischen dieser zunehmenden Dynamik wasserbezogener Risiken und der gesellschaftlichen Wahrnehmung besteht bislang eine erkennbare Diskrepanz, die präventive Vorsorge und die Entwicklung langfristiger Anpassungsstrategien erschwert (UBA 2023c, S. 66f., 291, 323).

2.1.3 Extremereignisse, Sicherheitsempfinden und psychosoziale Folgen

Wasserbezogene Extremereignisse wie Hochwasser, Starkregen, Hitze und langanhaltende Trockenperioden wirken nicht nur physisch auf Infrastrukturen und Ökosysteme, sondern haben auch erhebliche gesellschaftliche Folgen. Während der Klimawandel insgesamt von einem großen Teil der Bevölkerung als ernsthafte Bedrohung wahrgenommen wird, ist die Wahrnehmung konkreter wasserbezogener Risiken stark von individueller und regionaler Betroffenheit geprägt (IPCC 2023b, S. 6; UBA 2023c, S. 291, 294f.; BMUV o. J.; UBA 2023b).

In besonders betroffenen Regionen beeinflussen solche Ereignisse das Sicherheitsgefühl der Bevölkerung, das Vertrauen in staatliche Vorsorge sowie die Bereitschaft, zukünftige Maßnahmen mitzutragen. Neben materiellen Schäden treten psychosoziale Folgen auf, etwa anhaltende Verun-

sicherung, Stressbelastungen oder der Verlust von Vertrauen in bestehende Schutz- und Vorsorgestrukturen (Augustin et al. 2024, S. 10–12; Westfälische Wilhelms-Universität Münster 2024).

Diese betreffen das individuelle Wohlbefinden ebenso wie soziale Strukturen und lokale Gemeinschaften. Hinzu treten sekundäre Folgen, wenn Extremereignisse Versorgungssysteme, Mobilität oder öffentliche Dienste beeinträchtigen. Solche Störungen wirken unmittelbar in den Alltag hinein und können lokale wirtschaftliche Abläufe über Tage oder Wochen belasten. Gerade diese „Kaskadeneffekte" prägen die gesellschaftliche Risikowahrnehmung und erhöhen den Erwartungsdruck an wirksame Vorsorge (IPCC 2023b, S. 6; UBA 2023c, S. 37, 333; Augustin et al. 2024, S. 11; Butsch et al. 2023, S. 34–35).

Für die Wasserpolitik ergibt sich daraus, dass vorbeugende Schutzmaßnahmen allein nicht ausreichen. Ergänzend dazu sind die gesellschaftliche Verarbeitung von Extremereignissen, der Aufbau von Vertrauen sowie eine transparente Kommunikation über Risiken und Vorsorgeoptionen zentrale Voraussetzungen für nachhaltige Anpassungsstrategien. Diese Aspekte ergänzen die in Kapitel 2.3 dargestellten naturwissenschaftlichen Grundlagen um eine gesellschaftliche Dimension.

2.1.4 Ungleichheiten, Verwundbarkeiten und soziale Dimension

Die Auswirkungen wasserbezogener Klimarisiken treffen die Bevölkerung nicht gleichmäßig. Hitze, Trockenheit, Hochwasser und Starkregen wirken sich je nach Wohnsituation, Gesundheitszustand, Einkommen und sozialer Lage sehr unterschiedlich aus. Ungleichheiten ergeben sich dabei nicht nur aus sozioökonomischen Faktoren, sondern auch aus räumlichen Strukturen und verschränken sich mit diesen (Mertes et al. 2020, S. 34; Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft e. V. (FOES) 2021, S. 11).

Dicht bebaute Stadtquartiere, hochwassergefährdete Lagen oder ländliche Räume mit begrenzter Infrastruktur weisen jeweils spezifische Verwundbarkeiten auf, die bei wasserbezogenen Anpassungsstrategien zu berücksichtigen sind. Besonders betroffen sind vulnerable Gruppen wie ältere Menschen, Kinder, chronisch Kranke sowie Menschen in sozioökonomisch benachteiligten Lebenslagen (Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft e. V. (FOES) 2021, S. 11; UBA 2017b, S. 43–47; Bolte et al., S. 29).

Damit erhält die Wasserfrage eine ausgeprägte soziale Dimension. Eine sozial ausgewogene Wasserpolitik, die unterschiedliche Betroffenheiten berücksichtigt und Belastungen fair verteilt und gegebenenfalls zielgerichtet kompensiert, ist eine zentrale Voraussetzung für Akzeptanz, Vertrauen und gesellschaftlichen Zusammenhalt. Dazu gehört auch, vulnerable Gruppen gezielt zu erreichen, etwa durch niedrigschwellige Information, wirksame Warn- und Unterstützungsstrukturen sowie Beteiligungsformate, die soziale Zugangsbarrieren berücksichtigen.

2.1.5 Nutzungskonkurrenzen und gesellschaftliche Verteilungsfragen

Wasser ist eine begrenzte Ressource, die von unterschiedlichen gesellschaftlichen Sektoren in Anspruch genommen wird. Haushalte, Landwirtschaft, Industrie, Energieerzeugung und Ökosysteme sind in unterschiedlicher Weise auf eine verlässliche Wasserverfügbarkeit angewiesen.

Unter den Bedingungen des Klimawandels verschärfen sich diese Nutzungskonkurrenzen. Veränderte Abflussregime, längere Trockenperioden und steigende Bedarfe führen dazu, dass Wasser in bestimmten Situationen nicht mehr uneingeschränkt für alle Nutzungen gleichzeitig zur Verfügung steht. Fragen der Priorisierung und Verteilung gewinnen dadurch an Bedeutung. Damit steigen die Anforderungen an transparente Regeln und Verfahren der Priorisierung, insbesondere in Engpasssituationen. Entscheidend ist, dass Abwägungen nachvollziehbar, konsistent und als gerecht empfunden werden, um Konflikte zu begrenzen und die Akzeptanz von Maßnahmen zu sichern (MUNV 2023a, S. 3; LAWA 2023b, S. 2).

Diese Verteilungsfragen sind nicht allein technisch zu lösen. Sie berühren grundlegende gesellschaftliche und politische Entscheidungen und markieren einen zentralen Ausgangspunkt für die weiteren Beratungen der Enquetekommission in den nachfolgenden Kapiteln.

2.1.6 Leitende Prinzipien und Bedeutung für die Enquetekommission

Die Betrachtung von Wasser im gesellschaftlichen Kontext macht deutlich, dass Wasserpolitik unter den Bedingungen der Klimakrise nicht allein als technische oder sektorale Aufgabe verstanden werden kann, sondern eine übergreifende Gestaltungsaufgabe darstellt.

Aus den vorangegangenen Abschnitten lassen sich hierfür Prinzipien ableiten: vorausschauendes Handeln, der Schutz der wasserbezogenen Daseinsvorsorge, die Berücksichtigung sozialer und räumlicher Unterschiede in der Betroffenheit sowie ein transparenter Umgang mit Nutzungskonflikten.

Für die Akzeptanz wasserpolitischer Entscheidungen sind zudem transparente Kommunikation und Beteiligung der Betroffenen zentrale Voraussetzungen. Sie bestimmen maßgeblich, ob Vorsorge- und Anpassungsmaßnahmen langfristig wirksam und gesellschaftlich tragfähig sind. Beteiligung ist dabei nicht nur Akzeptanzinstrument, sondern erhöht die Robustheit von Entscheidungen, weil lokale Erfahrungen, Betroffenheiten und praktische Umsetzbarkeit frühzeitig einbezogen werden. So können Wasserpolitik und Klimaanpassung als gemeinsamer Lern- und Transformationsprozess gestaltet werden.

Ergänzend ist Wasserpolitik an langfristigen Zeithorizonten und dem Prinzip der Generationengerechtigkeit auszurichten, da heutige Entscheidungen über Infrastrukturen, Nutzungen und Schutzstandards die Handlungsspielräume künftiger Generationen maßgeblich prägen.

Eine weitere leitende Orientierung bildet das Prinzip der Resilienz. Wasserbezogene Systeme und Entscheidungsprozesse sollten nicht allein auf Effizienz unter „Normalbedingungen" ausgerichtet sein, sondern so gestaltet werden, dass sie auch unter extremen und unsicheren Rahmenbedingungen funktionsfähig bleiben.

Schließlich ist eine klare Zuordnung von Verantwortlichkeiten sowie eine wirksame Kooperation zwischen staatlichen Ebenen, Kommunen, Wasserwirtschaft und weiteren relevanten Akteuren eine zentrale Voraussetzung für eine handlungsfähige Wasserpolitik. Komplexe Risiken lassen sich nur durch koordiniertes und abgestimmtes Handeln bewältigen.

Diese Leitlinien bildeten einen wichtigen Bezugsrahmen für die Beratungen der Enquetekommission und die Ausgestaltung der weiteren Kapitel des Abschlussberichtes.

2.2 Wasserwirtschaft in Nordrhein-Westfalen

Unter Wasserwirtschaft versteht man grundsätzlich die planvolle Bewirtschaftung, Nutzung, Sicherung und den Schutz der Ressource Wasser. Sie umfasst alle rechtlichen, organisatorischen, technischen und ökologischen Maßnahmen, die darauf abzielen, Wasser in ausreichender Menge und Qualität zur Verfügung zu stellen, vor Wasser zu schützen und die natürlichen Wasserkreisläufe zu gewährleisten. Das nachfolgende Kapitel gibt einen groben Überblick über die Vorkommen der Ressource Wasser in Nordrhein-Westfalen und die damit einhergehenden Aufgaben der Wasserwirtschaft. Nachfolgend wird der rechtlichen Rahmen des Gewässerschutzes auf den verschiedenen Ebenen dargestellt und die wichtigsten wasserwirtschaftlichen Handlungsfeldern rechtlich eingeordnet. Im Abschnitt zur Wasserwirtschaft in Nordrhein-Westfalen geht es um deren Zuständigkeiten, Akteure und Verbandsstrukturen, gefolgt von zentralen Herausforderungen der Wasserwirtschaft in NRW jenseits des Klimawandels.

2.2.1 Die Ressource Wasser in Nordrhein-Westfalen und dessen Management

Nordrhein-Westfalen gilt aufgrund zahlreicher Oberflächengewässer, großer Grundwasservorkommen sowie hoher Niederschläge derzeit als wasserreich. Als dicht besiedeltes Bundesland mit großen städtischen Ballungsräumen, industriell aber auch landwirtschaftlich geprägten Regionen sowie Bergbaufolgelandschaften folgen sehr unterschiedliche Nutzungsansprüche an die Wasserressourcen NRWs. Einen gerechten Ausgleich zwischen diesen teilweise konkurrierenden Nutzungsan-

sprüchen und dem nachhaltigen Schutz der Gewässer zu schaffen, ist Aufgabe der Wasserwirtschaft (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025l, S. 64). Waren ursprünglich Trinkwasserver- und Abwasserentsorgung die einzigen Kernaufgaben der Wasserwirtschaft, gehören heute auch Gewässerschutz und -unterhaltung, der Schutz des Landschaftswasserhaushalts, Hochwasserschutz, Talsperren- und Regenwasserbewirtschaftung zu ihrem Aufgabenportfolio (ATT et al. 2020, S. 10); bezüglich der wasserwirtschaftlichen Funktion und Bedeutung der Ökosysteme siehe Kapitel 3.1.

In Nordrhein-Westfalen werden zu diesen Zwecken über 50.000 km Fließgewässer, 169 große und über 500 kleine Stauanlagen und Talsperren, geschätzt 133.000 km Trinkwasserleitungen, ca. 100.000 km Abwasserkanalisation, 180.000 bis 200.000 km Hausanschlussleitungen, über 600 Klärwerke, fast 900 Anlagen zur Wassergewinnung und hunderte Pumpwerke von verschiedenen Akteuren bewirtschaftet. Dabei gewinnt das Ziel einer nachhaltigen Wasserwirtschaft, die den durch den Klimawandel bedingten Veränderungen im Wasserhaushalt Rechnung trägt, weiter an Bedeutung. Nordrhein-Westfalen verfügt zwar über umfangreiche Wasserressourcen, doch klimatische Entwicklungen wie heißere Sommer, geringere Bodenfeuchte, Starkregenereignisse und sinkende Grundwasserspiegel machen deutlich, dass eine vorausschauende und effiziente Anpassung aller Wassernutzungen notwendig ist. Eine nachhaltige Wasserwirtschaft muss die vielfältigen gesellschaftlichen, ökologischen und wirtschaftlichen Anforderungen an die Ressource Wasser integrieren und auf veränderte Rahmenbedingungen angemessen reagieren.

Diese verschiedenen wasserwirtschaftlichen Aufgaben sind in einem im Verlaufe der Jahre komplexer werdenden rechtlichen Rahmen verankert. Auch wenn es originär Aufgaben der öffentlichen Hand sind, sind sie in Nordrhein-Westfalen auf eine Vielzahl von Akteuren und Strukturen verteilt, die teilweise aus historischen Kontexten erwachsen sind. Das Zusammenspiel zwischen diesen Strukturen, staatlichen Zuständigkeiten und dem rechtlichen Rahmen kann in seiner Gesamtheit als Wassergovernance verstanden werden und soll in den folgenden Ausführungen näher betrachtet werden.

2.2.2 Der Rechtliche Rahmen – Gewässerschutzrecht auf verschiedenen Ebenen

Der rechtliche Rahmen für die Wasserwirtschaft ergibt sich aus dem Gewässerschutzrecht, also der Summe aller Vorschriften, die grundsätzlich dem vorsorgenden Gewässerschutz dienen und das Verursacherprinzip verankern. Für viele Bereiche liegt die Gesetzgebungskompetenz auf EU-Ebene. Während EU-Richtlinien von Mitgliedsstaaten mit gewissem Spielraum in nationales Recht umgesetzt werden, gelten EU-Verordnungen unmittelbar. Neben Kernvorschriften wie der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) oder dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG) zählen auch Gesetze und Vorschriften aus Rechtsgebieten wie dem Bergbau-, Abfall-, Verkehrs- oder auch Strafrecht zum Gewässerschutzrecht. Viele dieser nationalen und auf Länderebene erlassenen bzw. spezifizierenden Gesetze und Vorschriften begründen sich in EU-Richtlinien und -Verordnungen. Ziel ist

der Ausgleich zwischen unterschiedlichen Nutzungsinteressen bei Bewahrung der Ressource vor übermäßiger Nutzung im Sinne einer interessensausgleichenden Bewirtschaftung (UBA 2022d). Für eine breite Akzeptanz fordert die WRRL die Beteiligung aller interessierten Stellen, wie zum Beispiel mit den Runden Tischen oder dem „Wassernetz NRW“ geschehen.

<table>
<tr><th colspan="7">Wesentliche Regelungen im Bereich der Wasserwirtschaft</th></tr>
<tr><td>Ebene</td><td colspan="6">Regelungen</td></tr>
<tr><td rowspan="3">EU</td><td>Wasserrahmen-richtlinie (WRRL)</td><td rowspan="2">Kommunale Abwasser-Richtlinie</td><td rowspan="3">Trinkwasser-Richtlinie</td><td rowspan="3">Nitrat-Richtlinie</td><td rowspan="3">Hochwasserrisi-komanagement-Richtlinie (HWRM-RL)</td><td rowspan="3">Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL)</td></tr>
<tr><td>Grundwasserricht-linie (GWRL)</td></tr>
<tr><td>Umweltqualitäts-normenrichtlinie (UQN-RL)</td><td>Industrieemissio-nen-Richtlinie (IE-RL)</td></tr>
<tr><td rowspan="4">National</td><td>Wasserhaushalts-gesetz (WHG)</td><td>WHG</td><td rowspan="4">Trinkwasser-verordnung (TrinkwV)</td><td rowspan="2">Düngegesetz (DüngG)</td><td rowspan="4">WHG</td><td rowspan="4">WHG</td></tr>
<tr><td>Grundwasserver-ordnung (GrwV)</td><td>Abwasserab-gabengesetz (AbwAG)</td></tr>
<tr><td>Oberflächenge-wässerverordnung (OGewV)</td><td rowspan="2">Abwasserverord-nung (AbwV)</td><td rowspan="2">Düngeverordnung (DüV)</td></tr>
<tr><td>Anlagenverord-nung zum Umgang mit wassergefäh-renden Stoffen (AwSV)</td></tr>
<tr><td>Länder</td><td colspan="6">Landesrecht (Gesetze/Verordnungen, Genehmigungen, Bescheide, Überwachung)</td></tr>
</table>

Abbildung 1: Wesentliche Regelungen im Bereich der Wasserwirtschaft (UBA und BMUV 2017, S. 38)

2.2.2.1 Das Europäische Gewässerschutzrecht

Von zentraler Bedeutung ist im Gewässerschutzrecht die bereits 2000 verabschiedete Wasserrahmenrichtlinie (Richtlinie 2000/60/EG; WRRL) sowie deren Tochterrichtlinien zum Grundwasser (Richtlinie 2006/118/EG; GWRL) und über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik (2008/105/EG; UQN-RL) die 2009 in Kraft getreten Richtlinie zur Festlegung technischer Spezifikationen für die chemische Analyse und Überwachung des Gewässerzustands (2009/90/EG; QA-QC-R) sowie die Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL) (2008/56/EG). Mit der WRRL wurden viele vorher bestehende Richtlinien gebündelt und ersetzt, während einige, wie die Nitratrichtlinie, die Kommunalabwasserrichtlinie (KARL), die Hochwasserrisikomanagementrichtlinie (HWRM-RL) oder die Trinkwasserrichtlinie bestehen blieben. Beispiele für weitere, Wasser als Ressource direkt betreffende Rechtsnormen, sind die Richtlinien über gefährliche Stoffe, die Europäische Aalverordnung, die EU-Badegewässerrichtlinie oder die Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie (FFH-Richtlinie) (flussgebiete.nrw). Die Umsetzung jeder dieser EU-Richtlinien in deutsches Recht muss innerhalb

von zwei Jahren durch Bundes- bzw. Landesgesetze erfolgen. Erklärtes Ziel der WRRL ist die Erreichung des guten ökologischen Zustands bzw. Potenzials für alle europäischen Binnen-, Küsten- und Übergangsgewässer sowie Grundwasserkörper bis spätestens 2027, vgl. Art. 4, Abs. 1 WRRL (WBGU 2024, S. 54f.). Sie beinhaltet sowohl ein Verschlechterungsver-, als auch ein Verbesserungsgebot sowie das erklärte Ziel, Auswirkungen von Hochwasser und Trockenperioden zu mindern (Art. 1, WRRL).

Die Mitgliedsstaaten sind in Art. 4 i. V. m. Anhang V aufgefordert, für natürliche Gewässer den guten ökologischen und chemischen Zustand und bei erheblich veränderten und künstlichen Gewässern wie Kanälen oder künstlichen Seen das gute ökologische Potenzial herzustellen. Der ökologische Zustand ergibt sich aus der Zusammensetzung und dem Zustand aquatischer Ökosysteme, die an gewässertypischen Organismen (Pottgiesser 2018, S. 15), allgemeinen chemischen Parametern (ACP aus OGewV) und dem chemischen Zustand gemessen werden. Der chemische Zustand bezieht sich auf die Einhaltung von Schwellenwerten bestimmter Schadstoffe, konkretisiert über die UQN-RL. Ebenfalls in die Bewertung fließt die Beschaffenheit des Gewässerlaufs (hydromorphologischer Zustand) ein, wie zum Beispiel Begradigungen oder Querbauwerke, die die Durchlässigkeit einschränken (WBGU 2024, S. 54f.).

Gemäß WRRL müssen auch Grundwasserkörper (GWK) einen guten chemischen Zustand erfüllen, welcher in der GWRL definiert wird. Sie spezifiziert Kriterien, Normen und Parameter für die Beurteilung des qualitativen Zustands, aber auch Kriterien für die Ermittlung von Schwellenwerten, Regelungen zur Umkehr von Belastungen und Maßnahmen zum Schutz vor Schadstoffeinträgen (UBA und BMUV 2017, S. 115–117). Zusätzlich müssen GWK einen guten mengenmäßigen Zustand erfüllen, definiert über Anhang V Absatz 2.1 der WRRL. Das bedeutet, dass die langfristige mittlere jährliche Grundwasserentnahme die Grundwasserneubildung nicht überschreitet, also die Neubildung über der Entnahme liegt, und die Qualität der von ihm abhängigen Oberflächengewässer sowie grundwasserabhängige Landökosysteme sichergestellt ist.

Grundsätzlich sind Gewässer in der EU als Ganzes von der Quelle bis zur Mündung zu bewirtschaften. Die Mitgliedsstaaten sind dazu verpflichtet, Bewirtschaftungs- sowie Maßnahmenpläne für die in ihrem Hoheitsgebiet liegenden Flussgebietseinheiten (FGE), Flüsse sowie ihre Einzugsgebiete oder Teile dieser, aufzustellen. Für den Rhein gibt es dazu auf nationaler Ebene die Flussgebietsgemeinschaft (FGG) Rhein, die ihre Bewirtschaftungs- und Maßnahmenpläne in der Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR) mit den Europäischen Partnern abstimmt. In Deutschland liegen zehn derartige FGE, davon vier – Rhein, Ems, Weser und Maas – in Nordrhein-Westfalen. Jede FGE ist in weitere Teileinzugsgebiete unterteilt, für die wiederum detaillierte Maßnahmen auf der Ebene der einzelnen Haupt- und Nebenläufe formuliert sind. Ausnahmen bzgl. der Ziele können gemacht werden, wenn die Kosten einer Maßnahme ihren Nutzen deutlich übersteigen bzw. nicht umsetzbar sind.

Die Bewirtschaftungs- und Maßnahmenpläne sind für Zyklen von sechs Jahren geplant, mit dem ursprünglich avisierten Zeithorizont 2015. Eine erlaubte zweimalige Verlängerung um jeweils sechs Jahre mit besonderer Begründung des Einzelfalls ist bereits erfolgt. Demnach müssen nach aktueller Rechtslage 2027 die Ziele erreicht sein.1 Für die Beurteilung des Zustands gilt das One-out-all-out-Prinzip: Die Überschreitung einer einzelnen Norm führt zu einem negativen Ergebnis, auch wenn alle anderen Normen eingehalten werden. Obwohl viele Maßnahmen umgesetzt wurden, geht der aktuelle Bewirtschaftungsplan der WRRL davon aus, dass bis 2027 unter Berücksichtigung der bis 2021 bereits ergriffenen Maßnahmen ca. 190 Fließgewässerwasserkörper (ca. 11 Prozent) und zwölf Abgrabungsseen den guten ökologischen Zustand bzw. das gute ökologische Potenzial erreichen werden (MUNLV 2021, S. 12).

Grundlage für die Bewertung des chemischen Zustands sind die UQN nach Anlage 8 der OGewV von 2016. Der gute chemische Zustand wird von allen Oberflächenwasserkörpern aufgrund der ubiquitären Belastung mit Quecksilber nicht erreicht. Auch wenn sich der Eintrag von Quecksilber in den letzten Jahren stark verringert hat, gibt es dennoch Ablagerungen in Gewässersedimenten als Folge historischer Chemie- bzw. Bergbauindustrie. Ohne den Einbezug von Quecksilber bzw. anderen, überall vorhandenen Stoffen wie polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) erreichen voraussichtlich ca. 1.300 der Wasserkörper deutschlandweit (75 Prozent) bis 2027 das Ziel des guten chemischen Zustands (MUNLV 2021, S. 12).

2.2.2.2 Bundes- und Landesgesetzgebung

Auf nationaler Ebene unterliegt die Regulierung des Wasserhaushalts nach Artikel 74 Abs. 1 Nr. 32 GG der konkurrierenden Gesetzgebung. Das bedeutet, der Bund ist für das gesamte Wasserwirtschaftsrecht zuständig, folglich für die Bewirtschaftung des Oberflächen- und Grundwassers nach Qualität und Quantität. Die nachhaltige Gewässerbewirtschaftung und die Steuerung des menschlichen Einwirkens auf die Gewässer ist dementsprechend im Wasserhaushaltsgesetz (WHG) des Bundes geregelt. Der Wasserhaushalt fällt dabei aber auch unter Art. 72 Abs. 5 GG – das bedeutet, dass mit Ausnahme von stoff- und anlagenbezogenen Regelungen die Länder ergänzende bzw. abweichende Regelungen verabschieden können. So wurden für Nordrhein-Westfalen verschiedene Landeswassergesetze erlassen, um lokalen Gegebenheiten Rechnung zu tragen. Ziel beider Ebenen aber ist es „durch eine nachhaltige Gewässerbewirtschaftung die Gewässer als Bestandteil des Naturhaushalts, als Lebensgrundlage des Menschen, als Lebensraum für Tiere und Pflanzen sowie als nutzbares Gut zu schützen“ (§ 1 WHG). Allgemeine Bestimmungen für die Bewirtschaftung aller Gewässer finden sich in den §§ 6 bis 24 WHG.

[1] Zum derzeitigen Zeitpunkt ist über die Fortführung der WRRL keine formale Einigung auf EU-Ebene erfolgt, es ist allerdings zu erwarten, dass sie weitergeführt wird.

Gemäß § 8 WHG bedürfen alle Gewässernutzungen einer Erlaubnis oder Bewilligung. Dieses sogenannte Verbot mit Erlaubnisvorbehalt ist Kern des WHG. Unter Nutzungen fallen „alle Wasserdienstleistungen sowie andere Handlungen mit Auswirkungen auf den Zustand eines Gewässers, die im Hinblick auf die Bewirtschaftungsziele nach den §§ 27 bis 31, 44 und 47 signifikant sind" (§ 3 Abs. 17 WHG), also u. a.:

- das Entnehmen und Ableiten von Wasser und festen Stoffen aus bzw. das Aufstauen, Absenken von oberirdischen Gewässern
- das Entnehmen, Aufstauen, Absenken, Um- und Ableiten von Grundwasser,
- das Eintragen von Stoffen,
- alle Maßnahmen, die geeignet sind dauerhaft oder in einem nicht nur unerheblichen Ausmaß nachteilige Veränderungen der Wasserbeschaffenheit herbeizuführen,
- die Aufsuchung oder Gewinnung von Erdgas, Erdöl oder Erdwärme, einschließlich der zugehörigen Tiefbohrungen, die Gestein aufbrechen,
- die untertägige Ablagerung von Lagerstättenwasser im Zuge der Rohstoffgewinnung (§ 9 WHG).

Sämtliche Benutzungen bedürfen einer Erlaubnis oder Bewilligung. Der Erlaubnisvorbehalt gilt auch bei zulassungsbedürftiger Nutzung durch den Eigentümer des Gewässers (§ 4 WHG).

Die in §3 WHG angesprochenen Bewirtschaftungsziele sind deckungsgleich mit denen der WRRL. Zentral für die wasserrechtliche Gestattung derartiger Nutzungen ist § 12 WHG, gemäß welchem Erlaubnis und Bewilligung einer wasserrechtlichen Nutzung zu versagen sind, wenn „schädliche, auch durch Nebenbestimmungen nicht vermeidbare oder nicht ausgleichbare Gewässerveränderungen zu erwarten sind oder […] andere Anforderungen nach öffentlich-rechtlichen Vorschriften nicht erfüllt werden (§ 12 WHG)". Von Bedeutung ist ebenfalls § 12 Abs. 2 WHG, demzufolge „die Erteilung der Erlaubnis und der Bewilligung im pflichtgemäßen Ermessen (Bewirtschaftungsermessen) der zuständigen Behörde" steht. Damit wird Wasserbehörden die Möglichkeit gegeben, Erlaubnisse bzw. Bewilligungen auch dann zu versagen, wenn alle formalen Anforderungen bei Beantragung erfüllt wurden.

Um das WHG nicht mit Detailregelungen zu überfrachten, enthält es mit § 23 eine zentrale Verordnungsermächtigung, auf deren Grundlage etwa der Erlass der Oberflächengewässerverordnung (OGewV), der Grundwasserverordnung (GrwV) und der Verordnung für Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) basieren. Über die gesetzlichen Regelungen hinaus wurde im März 2023 die Nationale Wasserstrategie beschlossen, die ambitionierte Ziele bis 2030/2050 vorgibt (z. B. Priorität für Trinkwasser, Schutz der Ökosysteme, Sanierung maroder Netze usw.).

2.2.2.3 Bewirtschaftung von Oberflächengewässern

Die Bewirtschaftung oberirdischer Gewässer ist in den §§ 25 bis 42 WHG geregelt. Zusätzlich sind die Maßnahmenprogramme, die die WRRL für Flussgebietseinheiten fordert, in den §§ 82, 83 WHG verankert. Wichtige oberflächengewässerbetreffende Paragrafen sind u. a.:

- die Mindestwasserführung, die übermäßige Entnahmen verhindern soll (§ 33 WHG)
- Regelung bzgl. Anlagen, Wasserkraft und der Durchgängigkeit (§§ 34 – 37 WHG)
- Auflagen bzgl. Gewässerrandstreifen und landwirtschaftlich genutzter Flächen entlang Gewässern (§§ 38ff. WHG)
- Auflagen bzgl. der Gewässerunterhaltung (§§ 39 – 42 WHG).

Gewässerunterhaltung beinhaltet dabei „seine Pflege und Entwicklung als öffentlich-rechtliche Verpflichtung" (§§ 39 WHG), bspw. das Rückschneiden der Uferbegrünung, und ist abzugrenzen vom Gewässerausbau (§ 67 WHG). Während Gewässerunterhaltung Pflege und Entwicklung zur Erhaltung beinhaltet, ist Gewässerausbau „die Herstellung, die Beseitigung und die wesentliche Umgestaltung eines Gewässers und seiner Ufer". Darunter fällt z.B. auch die Schaffung großer Retentionsräume (§ 67 WHG).

Ergänzt wird das WHG durch die OGewV, die unter anderem die UQN-Richtlinie und die Richtlinie zur Festlegung technischer Spezifikationen für die chemische Analyse und den Interkalibrierungsbeschluss der EU umsetzt[2] und einheitliche Standards und Grenzwerte für Oberflächengewässer definiert (UBA und BMUV 2017, S. 39). In 13 Anlagen legt sie Grenzwerte, Normen und Methoden für die Beurteilung und Abgrenzung von Gewässern fest.

Auf Landesebene korrespondieren diese Regelungen mit den §§ 17–31 des Landeswassergesetzes (LWG) NRW. Von zentraler Bedeutung ist die in Anlage 1 zum LWG vorgenommene Unterteilung der Gewässer in Gewässer erster, zweiter und sonstiger Ordnung. Gewässer erster Ordnung stehen in Landeseigentum, mit Ausnahme der Bundeswasserstraßen. Gewässer zweiter und sonstiger Ordnung gehören den Anliegern, auf deren Grundstück sie sich befinden oder an die sie grenzen, in NRW vielfach der Kommune. Da viele Rechte und Pflichten an das Eigentum des Gewässers gekoppelt sind, insbesondere im Hinblick auf Gewässerunterhaltung und -ausbau sowie Hochwasserschutz, hat die Einteilung dieser Gewässer direkten Einfluss darauf, wer für ihre Bewirtschaftung zuständig ist bzw. sie an Dritte abtreten kann. So ist in §§ 62 – 64 LWG klar festgehalten, dass z. B. die Pflicht zur Gewässerunterhaltung den Anliegerkommunen obliegt, die diese Aufgabe wiederum an Dritte, wie bspw. Wasserverbände, abtreten und die Kosten über das Kommunalabgabengesetz (KAG) als Gebühren umlegen können.

[2] Der Interkalibrierungsbeschluss (Kommissionsbeschluss 2013/480 EU) sieht vor, dass die Ergebnisse bzw. Grenzwerte, die Mitgliedsstaaten in ihrem Staatsgebiet setzen und überwachen, miteinander vergleichbar sind, sodass eine flächendeckend gleiche bzw. zumindest ähnliche Zielsetzung gewährleistet ist.

2.2.2.4 Bewirtschaftung von Grundwasserkörpern

Die Bewirtschaftung von Grundwasserkörpern ist auf EU-Ebene mit der WRRL und der Grundwasserrichtlinie geregelt und über die §§ 46–49 WHG sowie die Grundwasserverordnung in deutsches Recht umgesetzt. § 46 WHG legt fest, dass Entnahmen für den Haushalt, landwirtschaftliche Hofbetriebe und gewöhnliche Bodenentwässerung keiner Genehmigung bedürfen, vorausgesetzt, es handelt sich lediglich um vorübergehende Zwecke und sofern keine signifikanten Auswirkungen auf den Wasserhaushalt zu erwarten sind, vgl. Bewirtschaftungsziele gemäß § 47 WHG.

Das Vorsorgeprinzip wird auch in § 48 WHG noch einmal unterstrichen, indem Einleitungen und Einbringungen von Stoffen nur genehmigt werden, „wenn es mit einer an Gewissheit grenzenden, alle vernünftigen Zweifel ausschließenden Sicherheit nicht zu einer nachteiligen Veränderung der Wasserbeschaffenheit kommen kann“ (Posser 2021). Über die §§ 32–34 LWG sind diese Vorgaben noch einmal spezifiziert: so sind zuständige Landesbehörden ermächtigt, Genehmigungspflichten für Entnahmen abhängig vom GWK-Zustand auszusetzen oder zu ergänzen. Der chemische Zustand ist über die GrwV definiert. Werden an einer oder mehreren Messtellen die in der GrwV festgelegten Grenzwerte überschritten, muss geprüft werden, ob die Funktionen des GWK sowie seine Nutzung gefährdet sind, und negative Trends sind umzukehren. Schwellen- und Grenzwerte bestehen für Pestizide und Metabolite, Nitrat, Schwermetalle und weitere chemische Verbindungen (vgl. GrwV, Anlage 2). Die Überwachung ist Aufgabe der Länder, die gemeinsam mit dem Bund ein Messstellennetz aufgebaut haben.

2.2.2.5 Trinkwassergewinnung und Schutzgebiete

Im Gewässerschutzrecht nimmt der Schutz und die Sicherstellung der Versorgung mit Trinkwasser aufgrund ihrer überragenden Bedeutung eine Sonderstellung ein. Implizieren die bisher ausgeführten gesetzlichen Bestimmungen den Schutz von Wasser auch unter Aspekten der Trinkwasserversorgung, greift die Trinkwasserrichtlinie der EU (2020/2184) diesen explizit auf. Zusammen mit dem Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen (Infektionsschutzgesetz, IfSG) bildet sie die gesetzliche Grundlage für die 2023 erneuerte Trinkwasserverordnung (TrinkwV). Das IfSG definiert: „Wasser für den menschlichen Gebrauch muss so beschaffen sein, dass durch seinen Genuss oder Gebrauch eine Schädigung der menschlichen Gesundheit, insbesondere durch Krankheitserreger, nicht zu besorgen ist“ (§ 37 Abs. 1 IfSG).

Der Vorrang der öffentlichen Trinkwasserversorgung und damit die Sicherstellung der Gesundheit der Bevölkerung ist in §§ 50–53 WHG und § 37 Abs. 2 S. 1 LWG festgelegt. Die Trinkwasserversorgung ist eine Aufgabe der Daseinsvorsorge und genießt gesamtgesellschaftlich im Rahmen des Bewirtschaftungsermessens höchste Priorität, zu ihrem Schutz sind Wasserschutzgebiete festzulegen, in denen Land- und Gewässernutzungsaktivitäten eingeschränkt werden. Träger der öffentlichen

Wasserversorgung sind verpflichtet, die Bedarfe vorrangig ortsnah zu decken und auf einen sorgsamen Umgang mit Wasser hinzuwirken. Als Grundsatz gilt, dass Trinkwasser appetitlich, farb- und geruchlos, klar, kühl und geschmacklich einwandfrei sein muss und auch bei lebenslangem Gebrauch keine gesundheitlichen Folgen zu erwarten sind, vgl. auch Kapitel 3.2 (MUNLV 2008, S. 7).

Eine Besonderheit der TrinkwV ist ihr starker Bezug zu technischen Standards. Neben internationalen Normen greift sie auch nationale Normen auf, die über die Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches (DVGW), das Deutsche Institut für Normung (DIN) oder den Verein Deutscher Ingenieure (VDI), aber auch über die Branche formuliert werden sowie den allgemein anerkannten Regeln der Technik (a.a.R.d.T) entsprechen müssen und damit rechtliche Wirkung tragen (Vgl. §§ 35, 42, 43, Anlagen TrinkwV; (UBA 2024d)).

2.2.2.6 Abwasserentsorgung und Wasserrecycling

Auch die Abwasserentsorgung ist Teil der öffentlichen Daseinsvorsorge. Abwasser ist dabei definiert als

1. das durch häuslichen, gewerblichen, landwirtschaftlichen oder sonstigen Gebrauch in seinen Eigenschaften veränderte Wasser und das bei Trockenwetter damit zusammen abfließende Wasser (Schmutzwasser) sowie
2. das von Niederschlägen aus dem Bereich von bebauten oder befestigten Flächen gesammelt abfließende Wasser (Niederschlagswasser)." (§ 54 WHG)

Mit den 2024 erneuerten Richtlinien für kommunales Abwasser (KARL), für Umweltqualitätsnormen sowie der Richtlinie zur Industrieemission (IE-Richtlinie) definiert die EU die Anforderung an die Behandlung und das einzuleitende Abwasser. Eine adäquate Aufbereitung von Abwässern vor Einleitung in Gewässer ist hiernach ein elementarer Bestandteil einer nachhaltigen Gewässerbewirtschaftung. Einleitungen aus Kläranlagen, der Industrie oder auch Niederschlagswasser können zu Schadstoffeinträgen führen und den chemischen und biologischen Zustand des Gewässers sowie auch die Trinkwasserversorgung beeinträchtigen. Nur mit einer adäquaten Aufbereitung können die in der UQN-RL festgelegten Parameter eingehalten werden. Zu beachten ist, dass sich mit der auf EU-Ebene 2024 beschlossenen Neuerung der KARL einige Änderungen ergeben, die bis zum 31. Juli 2027 in deutsches Recht überführt werden müssen. Dazu gehören neben strengeren Grenzwerten für Phosphor und Stickstoffverbindungen auch der Ausbau der dritten und vierten Reinigungsstufe sowie die Umsetzung des in Art. 9 Abs.1 WRRL verankerten Verursacherprinzips über eine Finanzierungslösung für besagten Ausbau unter Beteiligung von Herstellerunternehmen gewässerschädlicher Stoffe. Danach haben sich die Hersteller gewässerschädlicher Stoffe im Sinne der sogenannten Herstellerverantwortung an der Finanzierung des Ausbaus zu beteiligen (sogenannte Herstellerverantwortung).

Die Bestimmungen der KARL sowie der IERL werden in den §§ 55 – 61 WHG und der Abwasserverordnung (AbwV) in nationales Recht umgesetzt. Die Neuerungen im Rahmen der KARL müssen noch durch Anpassungen des nationalen Rechtsrahmens bis 2027 umgesetzt werden, die IERL ist bereits umgesetzt. Von besonderer Bedeutung ist hier die Integration von BVT-Merkblättern bzw. BVT-Standards in WHG und AbwV. BVT steht für „Beste Verfügbare Technik". Sobald eine neue BVT-Schlussfolgerung im EU-Amtsblatt veröffentlicht wird, gilt sie für neu zu errichtende Anlagen. Bereits bestehende Anlagen haben mit Veröffentlichung eine vierjährige Frist zur Umsetzung. Die Novellierung der IERL und des nationalen Rechtsrahmens erfordert durch die Integration der BVT-Anforderungen kontinuierliche Anpassungen.

Grundsätzlich muss Abwasser so entsorgt werden, dass es das Wohl der Allgemeinheit nicht schädigt (§ 55 Abs. 1 WHG), Niederschlagswasser hingegen soll ortsnah versickert, verrieselt oder ohne Kontamination mit Schmutzwasser in ein Gewässer eingeleitet werden, sofern wasserrechtliche, öffentlich-rechtliche Vorschriften oder Belange dem nicht entgegenstehen. In der Praxis ist es allerdings so, dass auf Grund der historisch gewachsenen Kanalisationssysteme in vielen Kommunen in Nordrhein-Westfalen Mischsysteme existieren. Das heißt, dass Niederschlagswasser ebenso wie Schmutzwasser in kommunale Kläranlagen geleitet wird. Auch Neubauten nach 1996 dürfen so mit ihrem Niederschlagswasser verfahren, sollte die Alternative (Trennsysteme) wirtschaftlich und technisch unverhältnismäßig sein (§ 44 LWG). Detailliertere Angaben finden sich in den einschlägigen Erlassen bzw. Verordnungen des zuständigen Landesministeriums (LANUK o.J.c).

Die Einleitung von Ab- bzw. Niederschlagswasser bedarf einer Genehmigung. Dabei ist es unerheblich, ob es sich um eine direkte (§ 57 WHG) oder eine indirekte (§ 58 WHG) Einleitung in ein Gewässer handelt. Mit „direkter Einleitung" ist die Einleitung in ein Gewässer, bspw. durch Klärwerke oder Industriebetriebe, die eigene Klärwerke betreiben, gemeint, mit „indirekter Einleitung" die Einleitung von Abwasser in eine kommunale oder private Kanalisation und darüber in die Kläranlage. Ab einer bestimmten Anlagengröße bzw. im gewerblichen Bereich ist für die Erteilung der Genehmigung die Bezirksregierung zuständig. In jedem Falle muss das einzuleitende Wasser die (sektorspezifischen) Vorgaben der Abwasserverordnung erfüllen. Die Anlagen müssen der BVT sowie den Bestimmungen von § 60 WHG und § 57 LWG entsprechen, die die Bestimmungen der IERL aufgreifen. Das zuständige Landesministerium, also das MUNV, kann mittels Verordnungen die Genehmigungspflicht einschränken.

Die Pflicht, privates Abwasser zu beseitigen sowie sicherzustellen, dass Klär- und Abwassereinleitungen alle Anforderungen erfüllen, liegt bei den Kommunen (§ 56 WHG; § 46 LWG). Sie sind verpflichtet, ein Abwasserentsorgungskonzept aufzustellen. In Nordrhein-Westfalen haben viele Kommunen diese Pflicht an Dritte abgegeben, insbesondere an Wasserverbände (vgl. Kapitel 2.2.3). Die Kosten werden auf Grundlage des Kommunalabgabengesetzes (KAG) als Schmutz- und Niederschlagswassergebühren an die Nutzer weitergegeben. Des Weiteren etabliert das Abwasserabga-

bengesetz eine Abgabe für das Einleiten in Gewässer, deren Höhe sich nach Schadstofffracht und Menge richtet und so einen Anreiz zur Verringerung der Stoffeinträge schafft (§ 3 Abs. 1 AbwAG).

2.2.2.7 Rechtliche Besonderheiten und angrenzende Rechtsbereiche

Neben den bereits dargestellten Bestimmungen beinhalten sowohl WHG wie auch LWG mehrere weitere Regelungen von großer Wichtigkeit:

- die individuelle Sorgfaltspflicht von einzelnen Personen, sowohl im Hinblick auf die Gewässer- bzw. Wassernutzung, aber auch im Hinblick auf Hochwasservorsorge (§ 5 WHG)
- die Rechte und Pflichten der Länder und Kommunen im Rahmen des Hochwasserschutzes, inkl. der Verpflichtung zur Festlegung von Überschwemmungs- und Risikogebieten (§§ 72–81 WHG; §§ 83–85 LWG)
- das damit verbundene in § 99a WHG verankerte Vorkaufsrecht des Landes für unbebaute Flächen zum Zwecke des Hochwasserschutzes
- die nach § 71 WHG bzw. nach Kapitel 6 LWG bestehende Möglichkeit der Enteignung für den Gewässerausbau, inkl. grüner Hochwasserschutzmaßnahmen zum Wohle der Allgemeinheit
- die Führung eines Wasserbuchs über alle ein Gewässer betreffenden Rechte (§ 87 WHG; §§ 91–91 LWG)
- das Vorsorgeprinzip, das darauf abzielt, Schäden von Gewässern und der Umwelt abzuwenden, bevor sie tatsächlich eintreten
- sowie zu Ordnungswidrigkeiten, Haftung und Sanierungspflichten im Hinblick auf den Gewässerschutz als Verankerung des Verursacherprinzips die §§ 89–90 WHG; § 123 LWG und Art. 191 AEUV

Auf Landesebene wird die bisher ausgeführte Gesetzgebung durch das Wasserentnahmeentgeltgesetz (WasEG) ergänzt: Für Entnahmen, die nicht erlaubnisfreie Benutzungen nach §§ 8 Abs. 3, 25, 26 und 46 des WHG sowie §§ 17, 19, 20 und 21 des LWG, durch die Behörden angeordnet oder aus anderen Gründen erlaubnisfrei sind, erhebt das Land Nordrhein-Westfalen ein Wasserentnahmeentgelt von derzeit 5 Cent / m^3 bzw. 3,5 Cent / m^3 für Kühlwassernutzung und 0,35 Cent / m^3 für Durchlaufkühlung. Die Einnahmen fließen unter anderem in die Umsetzung der WRRL-Maßnahmenpläne sowie in die Altlastensanierung.

Abseits von WHG und LWG berührt das Gewässerschutzrecht viele weitere Rechtsbereiche. Beispielhaft ist hier die Erfüllung anderer öffentlich-rechtlicher Vorschriften als Voraussetzung für die Erteilung einer Erlaubnis bzw. Genehmigung nach § 12 Abs. 1 Nr. 2 WHG zu nennen. Das setzt voraus, dass bspw. auch Boden- oder Naturschutzgesetze eingehalten werden. Das Bundesnaturschutzgesetz zum Beispiel verweist explizit auf Gewässer als zu schützender Naturraum und auch in den FFH- sowie Natura-2000-Gebietskulissen wird dem Gewässerschutz Rechnung getragen.

Im land- und forstwirtschaftlichen Bereich greift beispielsweise die Nitratrichtlinie in das Düngerecht ein; über § 13a der Düngeverordnung (DüV) wird hier der Gewässerschutz in die landwirtschaftliche Praxis integriert. Im Bereich der Abwasserbehandlung und -entsorgung besteht eine enge Verbindung zum Kreislaufwirtschaftsgesetz. Für das Management und die Bewirtschaftung der Schifffahrtsstraßen wie Rhein, Weser oder Dortmund-Ems-Kanal spielt wiederum das Bundesschifffahrtsgesetz oder auch das Schiffsicherheitsgesetz eine Rolle. Von besonderer Bedeutung für Nordrhein-Westfalen ist zudem aufgrund der Stein- und Braunkohlereviere sowie des Kies- und Sandabbaus das Bundesberggesetz (BBergG).

Des Weiteren zählen in Deutschland Einrichtungen oder Anlagen des Wassersektors nach § 2 Abs. 10 S. 1 des BSI-Gesetzes zur Kritischen Infrastruktur (KRITIS). Sie müssen vor Ausfall und Beeinträchtigung geschützt werden, um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten. Diese kann z.B. durch Pandemien (vgl. Lieferkettenengpässe von Fällmitteln), geopolitische Risiken, qualitative Beeinträchtigungen, Stromausfälle oder Extremwetterereignisse, die zu einer Verknappung von Wasserressourcen führen, und einer Beeinträchtigung der Qualität des Roh- bzw. Trinkwassers gefährdet sein. Viele Sektoren kritischer Infrastrukturen wiederum sind zwingend auf eine störungsfreie Wasserver- und Abwasserentsorgung angewiesen.

2.2.3 Zuständigkeiten, Akteure und Verbandsstrukturen der Wasserwirtschaft in Nordrhein-Westfalen

Der Vollzug des Gewässerschutzrechts bzw. der Pflichten und Rechte im Rahmen des Wasserrechts wird über die nach § 117 Abs. 1 LWG erlassene Zuständigkeitsverordnung Umweltschutz (ZustVU) geregelt. Oberste Wasserbehörde des Landes ist das Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr (MUNV). Es ist für die Vorbereitung von Landesgesetzen sowie Änderungen des LWG verantwortlich, die vom Landtag beschlossen werden, kontrolliert die Umsetzung von EU- und Bundesrecht und hat die Fachaufsicht über den landeseinheitlichen Vollzug der Gesetze. Zugleich ist es Vertreter des Landes in der seit 1956 bestehenden Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), in der wasserwirtschaftliche und -rechtliche Fragestellungen von länderübergreifender Bedeutung erörtert und gemeinsame Lösungen und Empfehlungen zur Umsetzung erarbeitet werden. Zudem kann das MUNV nach § 30 WHG abweichende Bewirtschaftungsziele festlegen. Des Weiteren führt es die Fachaufsicht über das LANUK, dass gemäß LANUV-Gesetz für die Einhaltung und den Vollzug verschiedener Vorschriften und Gesetze wie bspw. des Abwasserentgeltgesetz bzw. des Wasserentnahmeentgeltgesetz zuständig ist.

Als obere Wasserbehörde sind die Bezirksregierungen zuständig für Anlagen mit Entnahmen ab 600.000 m^3/a, bzw. für Abwasseranlagen mit Mischsystem und den angeschlossenen Schmutzwasserkanälen, an die mehr als 2.000 Einwohner angeschlossen sind. Außerdem prüfen sie die kommunalen Abwasser- und Wasserversorgungskonzepte. Ein Sonderfall sind wasserrechtliche Verfahren

im Rahmen des Bergbaus, hier liegen Prüf- und Genehmigungszuständigkeit zentriert bei der Bezirksregierung Arnsberg als Obere Bergbaubehörde.

Für alles weitere sind nach § 1 Abs. 3 ZustVu die Kreise bzw. kreisfreien Städte als untere Wasserbehörden zuständig. Das beinhaltet sowohl Aufgaben der kommunalen Daseinsvorsorge wie Wasserver- und Abwasserentsorgung, wie auch die Gewässerunterhaltung und -ausbau, den Hochwasserschutz entlang Gewässern sonstiger Ordnung, etc. Diese Aufgaben haben viele Kommunen an eigens dafür gegründete Unternehmen bzw. Verbände abgetreten, die im Zusammenspiel mit Nutzern wie Industrie oder Haushalten und Interessensgruppen wie der Landwirtschaft den Wasserwirtschaftssektor in Nordrhein-Westfalen darstellen (MUNV 2024d).

Die unterschiedlichen Aufgaben sowie regionale und historische Gegebenheiten haben zu einer großen Vielfalt bei den Akteuren der Wasserwirtschaft in Nordrhein-Westfalen geführt. Die Unternehmens- bzw. Verbandsformen sind folglich sehr heterogen und reichen etwa von privaten, öffentlichen bzw. gemischten Unternehmen hin zu eigens gegründeten Wasser- und Zweckverbänden, die in festgelegten Gebieten Aufgaben der Wasserwirtschaft übernehmen. Allein im Bereich der Wasserversorgung existieren auf Landesebene ca. 500 verschiedene Unternehmen bzw. Verbände, im Bereich der Abwasserentsorgung sind es ca. 400, wobei viele Unternehmen nicht nur in einem, sondern mehreren wasserwirtschaftlichen Feldern aktiv sind (MUNV 2024d). Nachdem die Privatisierungen der 1990er und 2000er Jahre in vielen Fällen nicht zu den erwünschten Investitionen und Effizienzsteigerungen führte, lässt sich in den vergangenen Jahren vermehrt ein Trend zur Rekommunalisierung feststellen. Dabei wird insbesondere das Primat der Trinkwasserversorgung in den Vordergrund gestellt und der mögliche Interessenskonflikt zwischen privater Gewinnorientierung bei gleichzeitiger Sicherstellung der möglichst bezahlbaren Daseinsvorsorge unterstrichen (AöW o.J.). Die üblichen Unternehmensformen sind dabei:

- Regiebetriebe: Im Rahmen der allgemeinen Gemeindeverwaltung durch die Gemeinde gegründete Unternehmen. Beispielhaft ist der Regiebetrieb Abwasserentsorgung der Stadt Hamminkeln zu erwähnen.
- Eigenbetriebe: Sondervermögen der Gemeinde mit eigenständiger Buchführung, zum Beispiel der Eigenbetrieb Wasserversorgung (EBW) der Stadt Solingen.
- Anstalten des öffentlichen Rechts: öffentliche Unternehmen mit rechtlicher und wirtschaftlicher Selbstständigkeit. Diese können auch Zusammenschlüsse mehrerer Kommunen bzw. Gemeinden sein. Die Entwässerungsbetriebe der Stadt Soest fallen in diese Kategorie.
- Eigengesellschaften: Unternehmen mit privater Rechtsform, die aber in der Hand der Gemeinde liegen, beispielsweise die Stadtwerke Arnsberg GmbH.
- Kooperationsmodelle / Public-Private-Partnerships: Der Betrieb der Anlagen wird von einem privaten Unternehmen übernommen, die Erfüllung der öffentlichen Aufgaben ver-

bleiben aber Gemeindepflicht. Ein Beispiel für ein privates Unternehmen in diesem Bereich ist REMONDIS (ATT et al. 2020).

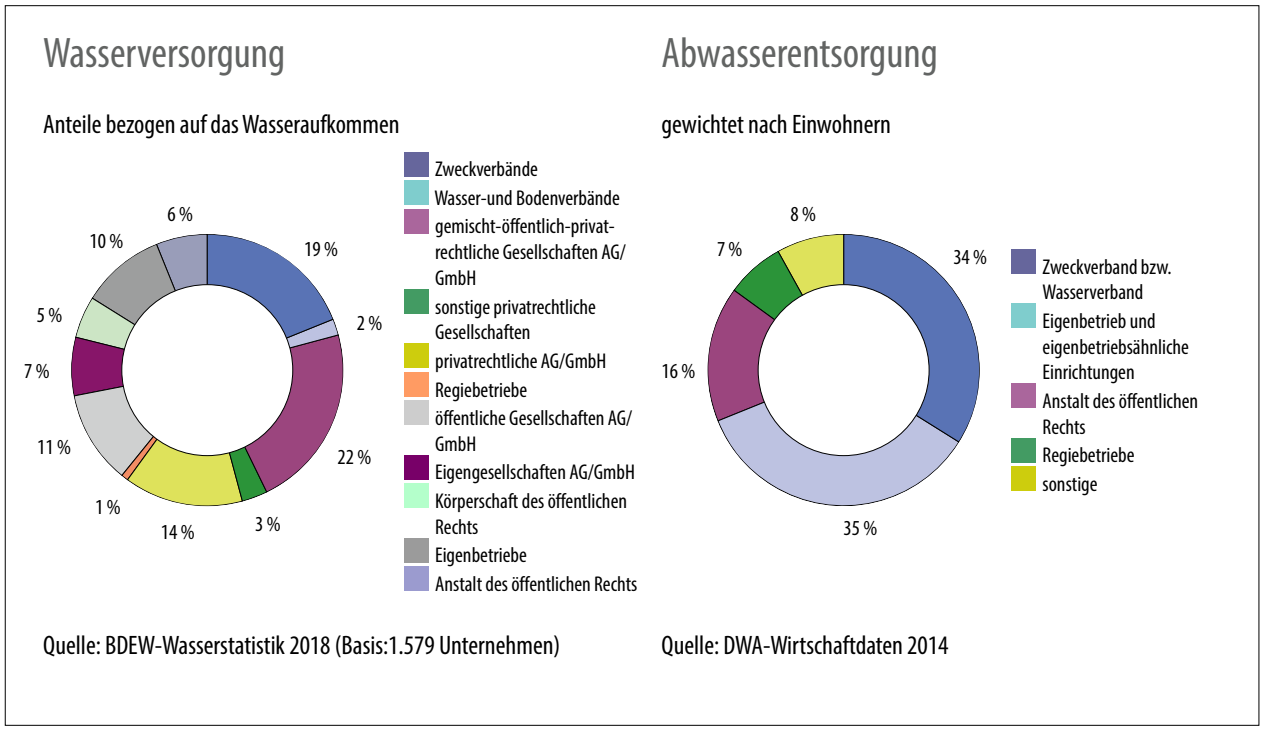


Abbildung 2: Unternehmensformen in Deutschland (Stand 2018) in: (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025l, S. 70)

Neben verschiedenen Unternehmensformen sind insbesondere die unterschiedlichen wasserwirtschaftlichen Verbände hervorzuheben. Sie haben ihren historischen Ursprung im 19. bzw. am Anfang des 20. Jahrhunderts im damaligen Preußen. Der Bau von Talsperren- und Wasserkraftanlagen, die Auswirkungen von Industrieabwässern auf Flüsse, die Entstehung von Ballungsräumen, die Ausbrüche wasserbasierter Krankheiten – all diese Faktoren trugen dazu bei, dass die bis dahin bestehenden Regeln und Institutionen modernisiert werden mussten. In der Folge entstand eine Vielzahl von Verbänden, von welchen viele auch heute noch Bestand haben. Dabei muss zwischen Zweckverbänden, den Wasser- und Bodenverbänden nach dem Wasserverbandsgesetz des Bundes (WVG) und den Sondergesetzlichen Wasserverbänden unterschieden werden. Zweckverbände sind Zusammenschlüsse verschiedener Kommunen zu einem bestimmten Zweck – beispielsweise im Bereich der Abwasserbehandlung. Wasserverbände nach WVG sind Körperschaften des öffentlichen Rechts, die gemäß § 2 WVG definierte wasserwirtschaftliche Aufgaben in einem bestimmten Gebiet übernehmen. Dazu gehören u. a. Gewässerunterhaltung und -ausbau sowie Grund-, Trink- und Abwassermanagement. Eine Sondervariante dabei sind die Deichverbände. Insbesondere entlang des Rheins übernehmen sie die Spezialaufgabe des Hochwasserschutzes und sind für die Überwachung und Sanierung der Deiche zuständig, häufig in Verbindung mit der Gewässerunterhaltung und dem Schöpfwerksbetrieb.

Mitglieder der Wasser- und Bodenverbände sind gemäß § 4 WVG in der Regel Kommunen und Gemeinden, sowie weitere Personen, wenn die jeweilige Aufsichtsbehörde sie zulässt (§ 4 WVG). Zur Mitgliedschaft verpflichtet sind alle Grundstückseigentümer entlang des Gewässers bzw. des Gewässers selbst, diejenigen, die von der Arbeit des Verbands profitieren, sowie Unterhalter von Anlagen, die die Unterhaltung des Gewässers erschweren. Beispielhaft lässt sich diese Struktur am Mittleren Niersverband nachvollziehen: zwölf Kommunen, u. a. Viersen, Tönisvorst und Kaarst sind Mitglied, dazu sechs Uferanlieger, zwei Erschwerer bzw. Vorteilhabende sowie der Niersverband als Unterhaltungspflichtiger für die gesamte Niers. Diese 21 Mitglieder finanzieren über ihre Mitgliedsbeiträge die Verbandsarbeit, wählen eine Vorstandsversammlung sowie einen Vorstand. Dieser setzt eine Geschäftsführung ein, die dann sowohl die technische als auch die Verwaltungsleitung im Hinblick auf die Gewässerunterhaltung und den Ausbau der Nebengewässer sowie die Entwässerung einiger Flächen entlang der mittleren Niers übernimmt (Wasser- und Bodenverband der Mittleren Niers 2025).

Auch wenn die Verbände nach dem WVG alle auf derselben Gesetzesgrundlage beruhen, sind sie in ihrer Größe und Zuständigkeit sehr unterschiedlich: Während im Wahnbachtalsperrenverband die Städte Bonn, Siegburg sowie der Rhein-Sieg-Kreis Mitglieder sind und über das Management der Talsperre 800.000 Menschen mit Trinkwasser versorgt werden, beliefert beispielsweise der Wasserbeschaffungsverband (WBV) Mellen im Märkischen Kreis 588 Personen mit Trinkwasser. Diese Größenunterschiede wirken sich auch auf die Struktur aus: Größere Verbände verfügen häufig über hauptamtliche Geschäftsführungen und Mitarbeitende sowie eigene technische Abteilungen. Insbesondere im ländlichen Raum sind Wasserverbände häufig auf ehrenamtlichen Strukturen aufgebaut. Beispielhaft sind hier Wasserinteressensgemeinschaften (WIG) und Wasserbeschaffungsverbände (WBV) im Sauerland zu nennen.

Diese dezentralen Strukturen bieten den Vorteil, hohe Anschlussraten für Trinkwasserversorgung und Abwasserkanalisation ermöglicht zu haben, und den regionalen Unterschieden und Gegebenheiten Rechnung tragen zu können. Allerdings stoßen insbesondere kleinteilige Wasser- und Bodenverbände mit ihren eingeschränkten Möglichkeiten und Interessen an Grenzen, die z. B. die Umsetzung der WRRL erschweren. Die Wasserbewirtschaftung in regenärmeren Mittelgebirgsregionen wie Teilen der Eifel steht vor anderen Herausforderungen als die entlang des Rheins bzw. der Ruhr, sodass regional verankerte und gewachsene Strukturen hier einen Vorteil bieten können. Allerdings können sie im Hinblick auf Sanierung und Modernisierung der Infrastruktur ein Hindernis darstellen (IWW et al. 2019). In den letzten Jahren hat sich – auch im Zuge der Wende hin zur Rekommunalisierung (AöW o.J.) – die Position durchgesetzt, dass eine Gewässerbewirtschaftung nach Flusseinzugsgebieten im Gegensatz zu kommunalen Grenzen zielführender und effizienter wäre, vgl. auch § 7 WHG. Historisch gewachsene Beispiele für solche Formen der Organisation sind die neun sondergesetzlichen Wasserverbände, die in dieser Form ein Alleinstellungsmerkmal von Nordrhein-Westfalen darstellen:

- Aggerverband
- Emschergenossenschaft
- Erftverband
- Linksniederrheinische Entwässerungs-Genossenschaft (LINEG)
- Lippeverband
- Niersverband
- Ruhrverband
- Wupperverband
- Wasserverband Eifel-Rur

Jedem dieser Verbände wurden mittels eines eigenen Verbandsgesetzes spezifische Verantwortungen für ein (Teil-)Flussgebiet übertragen. In ihren Verbandsgebieten übernehmen sie Gewässerausbau und -unterhaltung, Renaturierungsmaßnahmen, Hochwasserschutz sowie das Talsperrenmanagement. Seit 2016 dürfen sie auch das Abwassermanagement betreiben und bewirtschaften ca. 300 der 634 Kläranlagen in NRW. Ihre Strukturen sind häufig das Ergebnis historischer Entwicklungen und reflektieren den Gedanken, Flüsse von der Mündung bis zur Quelle zu betrachten, ebenso wie es die WRRL vorsieht (IWW et al. 2019). Änderungen ihrer Zuständigkeiten erfordern eine Gesetzesänderung auf Landesebene – zuletzt wurde 2025 eine Änderung des Ruhrverbandsgesetzes durch den Landtag verabschiedet.

2.2.4 Zentrale Herausforderungen der Wasserwirtschaft jenseits des Klimawandels

In Ergänzung zu den durch den Klimawandel bedingten Herausforderungen für die Wasserwirtschaft, die Gegenstand der folgenden Kapitel sind, sehen sich Wasserver- und entsorger auch mit drei fast schon ubiquitären Problemen konfrontiert: der Digitalisierung, der Anwerbung und Retention von Fachkräften sowie der Modernisierung und Sanierung der bestehenden Infrastruktur. Diese Faktoren interagieren mit dem Klimawandel auf verschiedenen Ebenen: Teilweise erschweren sie die Umsetzung notwendiger Klimaanpassungsmaßnahmen, teils bedeutet ihre unzureichende Umsetzung eine vermeidbare Belastung für Unternehmen und Verbraucher. Die damit verbundenen sektorspezifischen Herausforderungen werden in den Unterkapiteln näher beleuchtet – dennoch lohnt es sich, zu Beginn einen branchenweiten Blick auf sie zu werfen.

2.2.4.1 Sanierungsbedarfe und Investitionsstau im Hinblick auf die technische Infrastruktur

Das wasserwirtschaftliche Infrastrukturnetz Nordrhein-Westfalens umfasst ein Anlagevermögen im Wert mehrerer Milliarden Euro. Diese Infrastruktur aufrecht zu erhalten und keine Generationenschuld aufzubauen ist eine Kernaufgabe der Wasserwirtschaft und erfordert kontinuierliche Investitionen. Da gerade das Leitungsnetz größtenteils aus den 50er und 60er Jahren stammt und sich die veranschlagte Nutzungsdauer zwischen 50 und 80 Jahren dem Ende nähert, verzeichnen

viele Kommunen und Wasserwirtschaftsakteure hier wachsende Sanierungsbedarfe. Anpassungen an demografische Entwicklungen, den Klimawandel und sich ändernde gesetzliche Anforderungen erhöhen diesen zusätzlich (vgl. Kapitel 3.2 sowie 3.12) (IWW et al. 2019; VKU 2025c).

Dieser Investitionsstau ist kein nordrhein-westfälisches Problem. Eine seitens des Verbandes Kommunaler Unternehmen (VKU) in Auftrag gegebene Studie beziffert den deutschlandweiten Investitionsbedarf auf ca. 40 Milliarden Euro pro Jahr für die kommenden 20 Jahre, etwa die Hälfte, also 450 Milliarden Euro, müssten in den kommenden zehn Jahren bis 2034 investiert werden. Ein Drittel der Summe müsste in die Trinkwasser-, die übrigen zwei Drittel in die Abwasserinfrastruktur fließen.

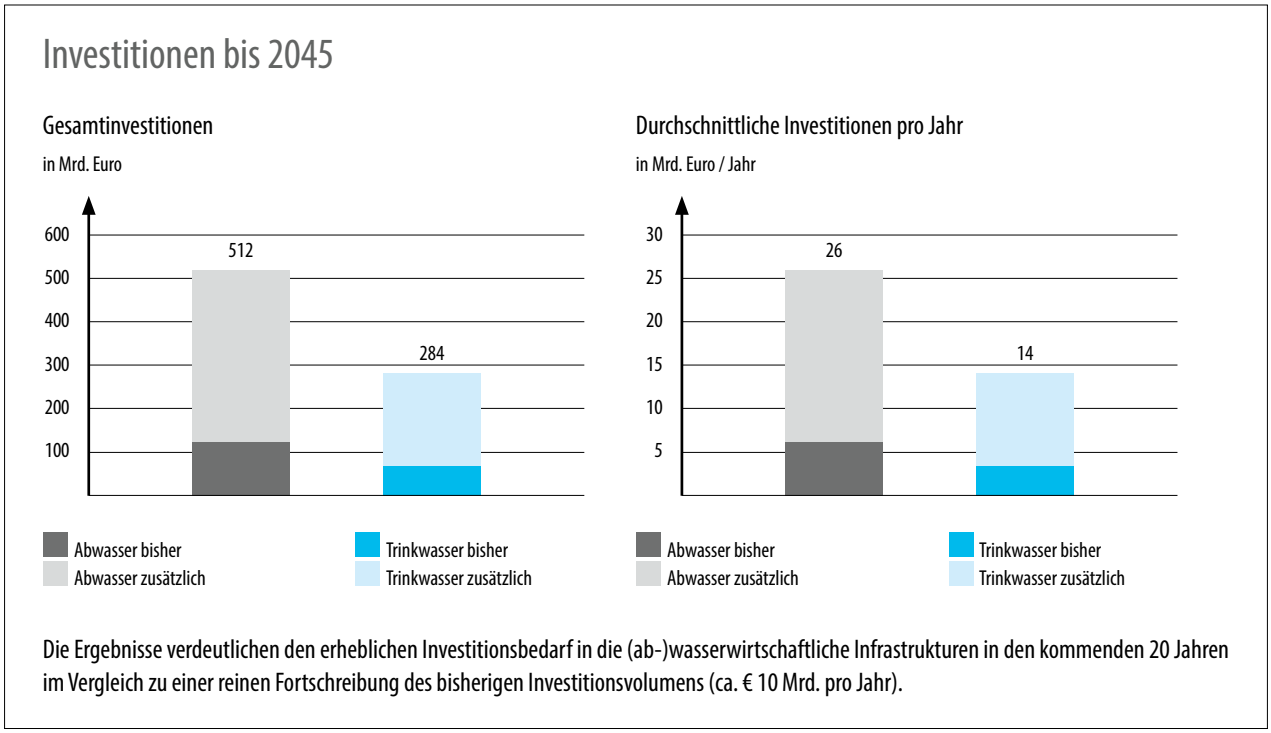


Abbildung 3: Geschätzter zusätzlicher Investitionsbedarf für die (ab-)wasserwirtschaftlichen Infrastrukturen *(VKU 2025c, S. 2)*

Von diesen insgesamt 800 Milliarden entfallen lediglich 10 bis 15 Prozent auf die notwendigen Klimawandelanpassungen, über 80 Prozent der befragten Unternehmen im Trink- und über 70 Prozent der Unternehmen im Abwasserbereich gehen davon aus, dass die geschätzten Investitionsbedarfe nicht über die sukzessive Abschreibung mittels Nutzerentgelten gedeckt werden können, vgl. auch Kapitel 3.2. und 3.12 (VKU und BBH-Gruppe 2025). Wie hoch die schlussendlich notwendigen Investitionen sein werden, ist allerdings noch unklar. Bereits jetzt zeigt sich eine erhöhte Investitionsrate bei vielen Unternehmen (siehe Kapitel 5).

2.2.4.2 Digitalisierung und technologischer Fortschritt

Wachsende Investitionsbedarfe finden sich auch im Hinblick auf die Digitalisierung. Die Integration digitaler Prozesse und die Nutzung künstlicher Intelligenz stellt eine große Chance für die Vereinfachung und Verbesserung der Arbeit der Wasserversorger dar. Durch intelligente Steuerungssysteme und Algorithmen lassen sich beispielsweise Talsperren- und Klärwerksmanagement effizienter gestalten, Simulationen für die Hochwasservorsorge erstellen, Lecks frühzeitig mittels digitaler Überwachung und Steuerung von Leitungsnetzen entdecken, Belastungsspitzen effizienter abfedern und mittels digitaler Zählwerke und Datenabfragen die Kundenkommunikation verbessern (DVGW 2025a; ATT et al. 2020). Schon jetzt gibt es Praxisbeispiele: Das Wasserwerk Haltern testet derzeit den optimierten Betrieb auf Grundlage KI-generierter Wasserverbrauchsprognosen; das System Floodlight erstellt mittels Sensorik frühzeitig Hochwasserwarnungen; das Förderprojekt KIWASuS stellt Grundlagen für den Aufbau KI-gestützter Warnsysteme vor Hochwasser und Sturzfluten bereit (MUNV 2024d, S. 49; DVGW 2025a). Es wird zudem an intelligenten Abwassersteuerungen geforscht, u. a. in Duisburg. Dank Forschungsinstituten wie dem Forschungsinstitut für Wasserwirtschaft und Klimazukunft (Fiw) in Aachen, dem IWW Zentrum Wasser in Mülheim an der Ruhr, dem Institut für Unterirdische Infrastruktur (IKT) sowie den Schwerpunktforschungen an Universitäten und Fachhochschulen in Münster, Bochum, Duisburg-Essen oder Mülheim ist Nordrhein-Westfalen insgesamt sehr gut aufgestellt.

Branchenübergreifend bieten digitale Tools und Künstliche Intelligenz die Möglichkeit, Datenmengen effizienter zu erheben, zu verknüpfen und auszuwerten. Gerade letzteres ist eine nach wie vor entscheidende Lücke im Hinblick auf die Abwasserentsorgung. Trotz großer Mengen an erhobenen Daten wird das Potenzial durch Auswertung, zum Beispiel im Hinblick auf Aussagen zur Bevölkerungsgesundheit, nur unzureichend genutzt. Ebenso könnte das Grundwassermonitoring und die Überwachung von Grenzwerten von einer verbesserten Digitalisierung profitieren. Die Erhebung und Vernetzung von Wasserentnahmedaten aus Grundwasserkörpern bei gleichzeitiger Messung könnte eine mögliche Übernutzung verhindern (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025c, S. 34). Aber auch Daten im Hinblick auf die gesamtsektorale Entwicklung werden nur unzureichend erhoben und zu wenig genutzt. Wie bereits dargestellt ist die gesamtsektorale Datenlage lückenhaft, sowohl im Hinblick auf den Zustand der Infrastruktur als auch auf wirtschaftliche Eckdaten, die Aufschluss über die Resilienz der Unternehmen geben könnten (IWW et al. 2019, S. 4). Das gilt insbesondere für kleinere Unternehmen. Diese Lücken zu schließen und aus den Erkenntnissen Handlungsoptionen abzuleiten, ließe sich mit digitalen Tools vereinfachen. Zeitgleich führt die steigende Digitalisierung von Prozessen zu einer wachsenden Vulnerabilität der Wasserversorger gegenüber Cyberangriffen und Störungen. Insbesondere in Anbetracht der Einstufung der Wasserinfrastruktur unter KRITIS zieht das einen wachsenden Bedarf an Investitionen in die Cybersicherheit nach sich. Die DVGW und DWA haben aus diesem Grund einen branchenspezifischen IT-Standard für Wasserversorger entwickelt. Gerade für kleinere Wasserversorger stellt die Umsetzung dieser Standards eine große

Herausforderung dar, die sie nur schwer stemmen können (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025o, S. 10) (IWW et al. 2019; MUNV 2024d).

2.2.4.3 Fachkräftemangel im Wasserwirtschaftsbereich

Die Digitalisierung im Wassersektor bietet auch eine Chance zur Abfederung des drohenden Fachkräftemangels in der Branche – sowohl durch die Steigerung der Effizienz einzelner Prozesse als auch durch die Möglichkeit digitaler Lern- und Weiterbildungsformate. Der Fachkräftemangel trifft die Wasserwirtschaft gleich doppelt: Erstens führt der wachsende Personalmangel bei Planungs- und Ingenieurbüros sowie bei Genehmigungsbehörden dazu, dass Infrastrukturprojekte wie die Sanierung von Abwasserleitungen, der Neubau von Klärwerken oder die Errichtung von Hochwasserschutzanlagen in Zukunft komplizierter, zeit- und planungsaufwendiger und dadurch auch teurer werden. Zweitens ist der Sektor selbst betroffen, wie andere Wirtschaftssektoren auch.

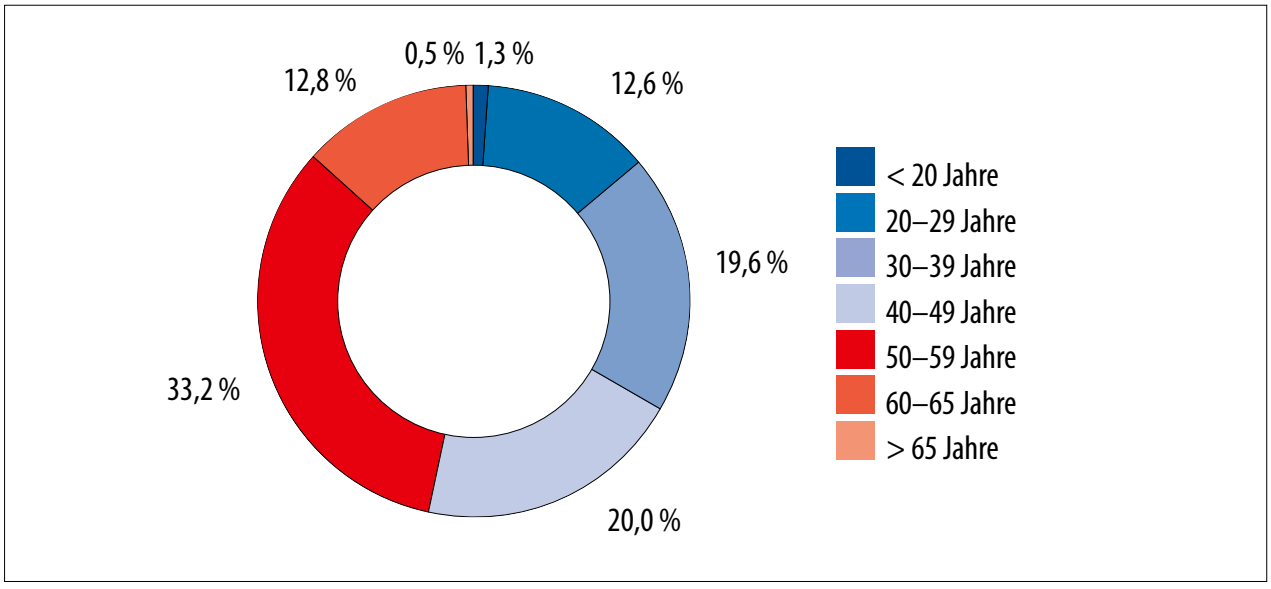


Abbildung 4: Verteilung der Altersklassen bei den Vergleichsunternehmen (MUNV 2024b, S. 23)

Mit einer Bruttowertschöpfung von ca. 6,3 Mrd. € und 64.000 Beschäftigten ist der Wassersektor verglichen mit anderen Bereichen der Umweltwirtschaft relativ klein (MUNV 2024d, S. 69). Die Berufsbilder sind breit gefächert und beinhalten sowohl Ausbildungsberufe wie Mechatroniker als auch akademische Laufbahnen in Natur- aber auch Rechts-, Wirtschafts- und Verwaltungswissenschaften (LAWA 2020b). Wie bereits dargestellt, sind die wasserwirtschaftlichen Eckdaten lückenhaft, auf Basis des Benchmarkings lassen sich jedoch für Nordrhein-Westfalen Rückschlüsse ziehen (MUNV 2024e, S. 23). Demzufolge sind ca. 46,5 Prozent der Arbeitnehmenden 50 Jahre und älter. Es ist insofern wie auch in anderen Sektoren mit einem erhöhten Personalbedarf in den kommenden Jahren und einem möglichen Wissensverlust in der Wasserwirtschaft zu rechnen. Das bedeutet, bereits jetzt muss die Branche gegensteuern und insbesondere im Bereich der Ausbildung verstärkt auf potenzielle Arbeitnehmende zugehen. Wie in anderen Branchen auch, sieht man einen Rück-

gang im Bereich der betrieblichen Ausbildungen, von 5,1 ausgeschriebenen Ausbildungsplätzen bei den teilnehmenden Unternehmen konnten lediglich 3,2 Stellen besetzt werden (MUNV 2024e, S. 24). Das betrifft insbesondere die technischen Bereiche. Dabei lassen sich gemäß LAWA auf den gesamtdeutschen Raum auch regionale Unterschiede feststellen:

- Akademisches Personal ist schwerer in ländlichen Regionen ohne Universitätsstandorte zu bekommen
- Ebenso Auszubildende an Standorten mit großer Entfernung zu Berufsschulen/-kollegs
- In (wirtschaftlich starken) Ballungsräumen und/oder einem Mangel an bezahlbarem Wohnraum ist es schwierig, Personal für den gewerblichen Bereich zu finden.
- In Regionen mit einem hohen Angebot alternativer Jobs gibt es Probleme, da private Unternehmen häufig deutlich flexiblere und bessere Bezahlung und Aufstiegschancen bieten (können)

Bei der Konkurrenz mit anderen Unternehmen hat sich als Vorteil erwiesen, dass die Arbeit für den Gewässerschutz bzw. die Wasserversorgung als sinnstiftend beurteilt wird. Viele Unternehmen bieten flexible und familienfreundliche Arbeitszeitmodelle und investieren in Fort- und Weiterbildung. Dabei wurde die akteursübergreifende Zusammenarbeit bereits als ein wichtiger Punkt erkannt: So wirbt die Nachwuchsinitiative der DWA über die Website www.wasser-allesklar.de unternehmensübergreifend für Ausbildungsgänge. IHK und Handwerkskammern setzen auf Ausbildungsbotschafter und viele Akteure werben in den sozialen Medien um Nachwuchs. Zusammen mit der LAWA hat die Wasserwirtschaft ein Toolkit mit Best-Practice-Beispielen aus ganz Deutschland gesammelt und veröffentlicht. Beispiele beinhalten die engere Zusammenarbeit mit Hochschulen und Universitäten, Praktika für Schüler und Schülerinnen, Stärkung des Quereinstiegs sowie Weiter- und Fortbildungsangebote.

Die Herausforderungen steigender Investitionsbedarfe aufgrund sanierungsbedürftiger Infrastruktur, der Digitalisierung und die Anwerbung und Bindung von Fachkräften sind kein Alleinstellungsmerkmal der Wasserwirtschaft, sondern gesamtwirtschaftliche Entwicklungen. Im Falle der Wasserwirtschaft treffen sie jedoch auf ein Aufgabenfeld, dass aufgrund des Klimawandels ohnehin vor großen Veränderungen steht. Um die Wasserwirtschaft zukunftsfähig aufzustellen, wird es essenziell sein, Strategien und Lösungen umzusetzen, die nicht nur den dargelegten strukturellen Herausforderungen, sondern auch den notwendigen Klimaanpassungen gerecht werden.

2.3 Klimawandel in Nordrhein-Westfalen

Dieses Kapitel gibt eine Übersicht über die für Nordrhein-Westfalen bereits bekannten und absehbaren Folgen des Klimawandels und dessen Auswirkungen auf den Wasserhaushalt. Eine wesentliche Grundlage dafür bildet der LANUV-Fachbericht 157 „Klimaentwicklung und Klimaprojektionen

in Nordrhein-Westfalen“ (LANUV 2024a). Mögliche Auswirkungen und Anpassungsmaßnahmen werden exemplarisch in diesem Kapitel angesprochen und vertieft in den darauffolgenden Kapiteln erläutert.

2.3.1 Einleitung und Hintergrund

Der Klimawandel stellt Nordrhein-Westfalen vor große Herausforderungen. Die Extremwetterereignisse, darunter die Flutkatastrophe 2021, Hitze- und Dürre-Sommer 2018, 2019 und 2022 mit außergewöhnlichen Niedrigwasserständen an Rhein und Ruhr, Waldbrände im Sauerland sowie Hochwasser an Weihnachten 2023 und zum Jahreswechsel 2023/24 zeigen deutlich, dass sich auch unser Bundesland an veränderte klimatische Bedingungen anpassen muss (LANUV 2024a, S. 4). Die aktuelle Landesregierung hat sich mit dem Klimaschutzgesetz 2021 (Land Nordrhein-Westfalen 2021) und dem Klimaschutzpaket 2023 (Land Nordrhein-Westfalen 2023) zum Ziel gesetzt, bis 2045 klimaneutral zu werden. Dazu steht es in der Verantwortung seinen Beitrag zu leisten und den Schutz der Bevölkerung, die Widerstandsfähigkeit der Wirtschaft und unserer Infrastruktur, aber auch der Natur und Umwelt gezielt zu stärken.

Das Landesamt für Umwelt, Natur und Verbraucherschutz (LANUV, heute LANUK) wurde beauftragt, wissenschaftliche Datengrundlagen und Instrumente zur Klimaanpassung zu erarbeiten und bereitzustellen (§10 KlAnG). Mit dem LANUV-Fachbericht 157 (LANUV 2024a) wurde Ende 2024 eine Übersicht über die Grundlagen der Klimaprojektionen und -szenarien sowie deren Verfügbarkeit für Nordrhein-Westfalen bereitgestellt. Im Mittelpunkt steht die Analyse gemessener Veränderungen des Klimas seit Beginn standardisierter Aufzeichnungen, die Darstellung der wichtigsten Klimaindikatoren sowie die Auswertung regionalisierter Klimamodelle, um zukünftige Entwicklungen unter verschiedenen Szenarien zu prognostizieren. Dabei bleiben sogenannte Kipppunkte und Rückkopplungen (Lenton et al. 2008) auf die weitere Klimaentwicklung weitgehend unberücksichtigt, obwohl sich die Anzeichen für deren Eintreten mehren (Lenton et al. 2025). Kipppunkte sind Grenzen im Klimasystem, ab denen sich etwas plötzlich und dauerhaft verändert. Rückkopplungen sind Prozesse, die den Klimawandel verstärken oder abschwächen können, z.B. führt abschmelzendes Eis zu dunkleren Oberflächen, wodurch mehr Strahlungswärme aufgenommen wird. Erwähnenswert ist zudem, dass der Anstieg der atmosphärischen CO_2-Konzentration trotz Klimaschutzbemühungen zuletzt stark zugenommen hat.

2.3.2 Datengrundlagen und wissenschaftliche Methodik

Das Klima der Vergangenheit und Gegenwart in Nordrhein-Westfalen kann durch meteorologische Daten und Beobachtungen gut beschrieben werden. Für Aussagen zu möglichen zukünftigen Klimaentwicklungen werden physikalische Rechenmodelle herangezogen (Klimamodelle). Globale Klimamodelle beschreiben, wie die Energie im Klimasystem dessen Prozesse beeinflusst. Je nach-

dem, wieviel Energie (ausgedrückt in Temperatur und Wasserdampfgehalt) dem System zusätzlich hinzugefügt wird, können vereinfacht Klimaänderungen vorausberechnet werden. Da die Menge zusätzlich zugeführter Energie vom Fortschritt beim Klimaschutz abhängt, spricht man von Klimaprojektionen (LANUV 2024a, S. 5).

Ein Klimaszenario beschreibt eine angenommene zukünftige Entwicklung von Treibhausgasemissionen und deren Konzentrationen in der Atmosphäre. Diese Szenarien dienen als Rahmenbedingungen für Klimamodelle, um mögliche Klimaveränderungen zu berechnen. Die aktuell hier verwendeten Klimaszenarien, die mit dem 5. Sachstandsbericht des Weltklimarates im Jahr 2013 mit einer Gitterweite von ca. 50-100 km als Standard für Klimamodelle eingeführt wurden, werden als „RCP-Szenarien“ (RCP = Representative Concentration Pathways) bezeichnet. Mit dem 6. Sachstandsbericht (2021–2023) des Weltklimarats (IPCC 2023a) wurden die Klimaszenarien weiterentwickelt, jedoch lagen bei Erstellung des Berichtes noch keine regionalisierten Szenarien aus dieser neuen Generation vor (LANUV 2024a, S. 5f.,10).

Im 5. Sachstandsbericht (IPCC 2014) wurden vier RCP-Szenarien definiert: RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 und RCP8.5. Diese repräsentieren eine Vielzahl der damals entwickelten Klimaszenarien, die jeweils bestimmten Treibhausgaskonzentrationsklassen zugeordnet wurden. Abbildung 5 zeigt die gewählten repräsentativen Konzentrationspfade im Überblick.

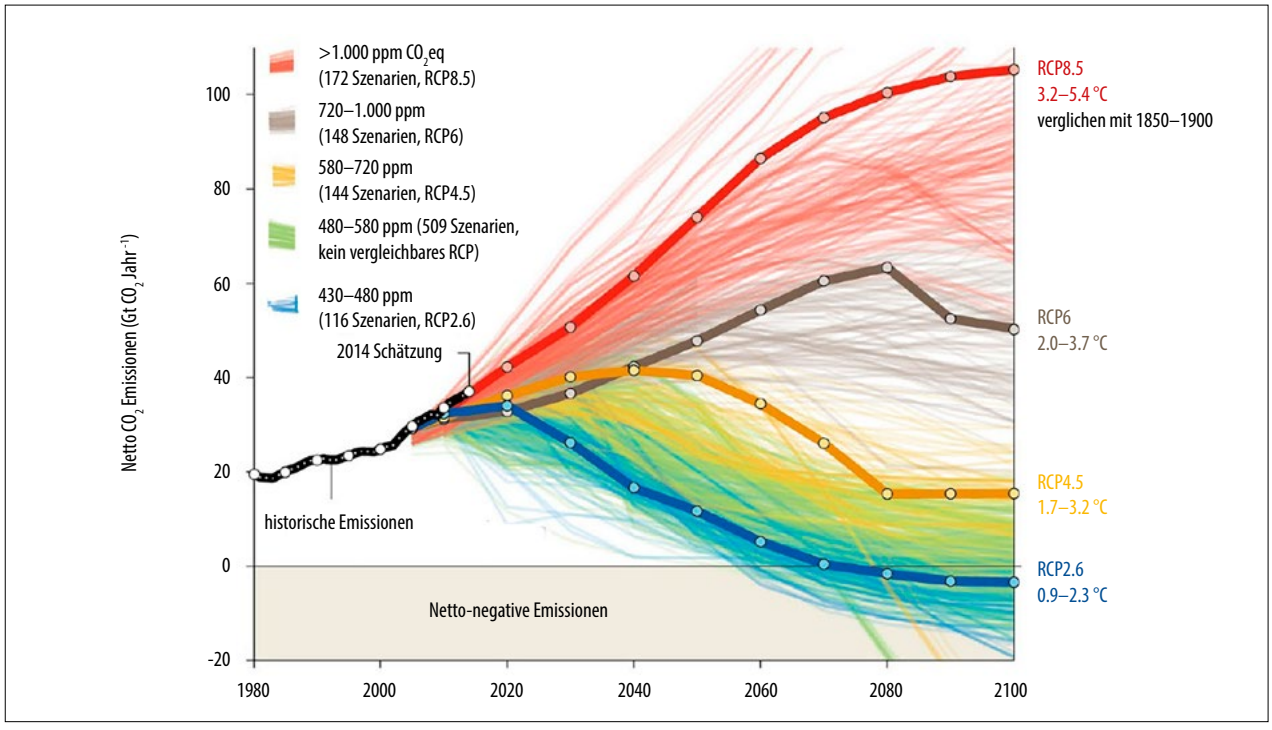


Abbildung 5: Auswahl der repräsentativen Konzentrationspfade (RCP) aus einer Vielzahl an Szenarien, die je nach Treibhausgaskonzentration klassifiziert sind (Quelle: FUSS et al. 2014 in LANUV 2024a, S. 6).

Die Zahlen 2.6, 4.5, 6.0 und 8.5 stehen für die zusätzliche Energie in Watt pro Quadratmeter (W/m²) im Jahr 2100 gegenüber der vorindustriellen Zeit (1850–1900), welche durch angenommene verstärkte Treibhausgasemissionen und -konzentrationen (in der Atmosphäre) auf das Klimasystem wirkt (LANUV 2024a, S. 6).

RCP-Szenario	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
Zusätzlicher Strahlungsantrieb 2100 gegenüber 1850-1900	2,6 W/m²	4,5 W/m²	8,5 W/m²
Treibhausgaskonzentration 2100 in der Atmosphäre (zum Vergleich 1850-1900: ~ 280 ppm	~ 490 ppm CO_2-Äquivalent	~ 650 ppm CO_2-Äquivalent	~ 1370 ppm CO_2-Äquivalent
Temperaturanstieg 2100 gegenüber 1850-1900 (05.-95. Perzentil, Median)	0,9-2,3 °C, **1,6 °C**	1,7-3,2 °C, **2,4 °C**	3,2-5,4 °C, **4,3 °C**
Bezeichnung	„Klimaschutz"-Szenario	„moderates" Szenario	„weiter-wie-bisher"-Szenario

Tabelle 1: Überblick über die RCP-Szenarien globale Perspektive *(Quelle: IPCC 2014, VAN VUUREN et al. 2011 in LANUV 2024a, S. 7)*; das 05.-95. Perzentil beinhaltet 90 Prozent der Ergebnisse ohne Ausreißer

Vom Deutschen Wetterdienst (DWD) werden die Szenarien RCP2.6 („Klimaschutz"-Szenario), RCP4.5 („moderates" Szenario) und RCP8.5 (sehr hohes Emissionsszenario) regionalisiert mit einer Gitterweite von 5 km bereitgestellt (DWD-Referenzensemble, Stand 2018), die somit auch regionale Aussagen über zukünftige Klimaentwicklungen ermöglicht (LANUV 2024a, S. 10).

Um die RCP-Szenarien einordnen zu können, erfolgt eine Betrachtung zurückliegender Klimadaten. Vorindustriell (1850-1900) lag die CO_2-Konzentration bei ca. 280 ppm. Ein derartiges Niveau wurde in den vergangenen 800.000 Jahren nie überschritten. Zwischen 2011 und 2020 lag allein die durchschnittliche CO_2-Konzentration bei etwa 410 ppm. In diesem Zeitraum stieg die globale Durchschnittstemperatur um 1,1 °C im Vergleich zur vorindustriellen Ära. Im Jahr 2023 erreichte die CO_2-Konzentration rund 424 ppm – ein Wert, der zuletzt vor etwa 3,3 Millionen Jahren übertroffen wurde. Der rapide Anstieg um 50 Prozent innerhalb einer so kurzen Zeitspanne ist mit hoher Wahrscheinlichkeit einzigartig in den letzten 66 Millionen Jahren (LANUV 2024a, S. 7–8). Das Jahr 2024 markiert gar einen Rekord: Seit Beginn der Aufzeichnungen 1957 wurde noch nie eine so große Zunahme an CO_2 in der Atmosphäre gemessen wie in diesem Jahr. Während der Anstieg in der letzten Dekade 2,4 ppm pro Jahr betrug, lag er 2024 bei 3,5 ppm. Dies entspricht einer Erhöhung um 45 Prozent (World Meteorological Organization 2025).

Die folgende Abbildung zeigt einen Vergleich der möglichen globalen Temperaturentwicklungen der RCP-Szenarien bis zum Jahr 2300 mit Temperaturdaten aus verschiedenen Archiven, die die letzten 66 Millionen Jahre abdecken. Die Basislinie entspricht der globalen Temperatur der Klimanormalperiode 1961–1990 (LANUV 2024a, S. 8).

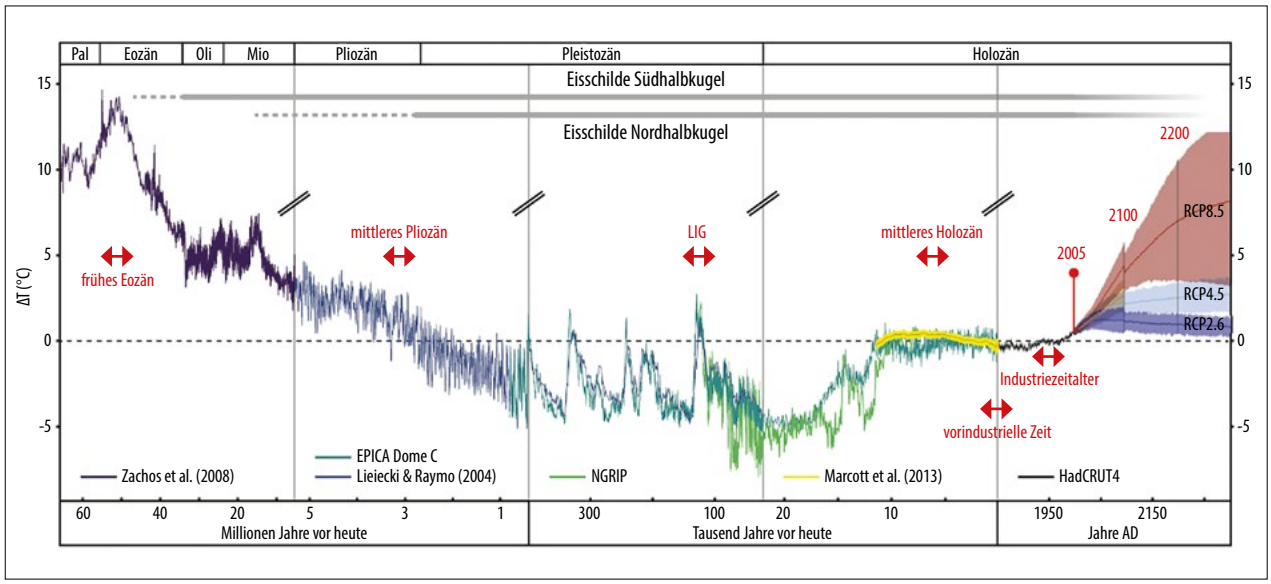


Abbildung 6: Globale Temperaturrekonstruktionen der letzten 66 Millionen Jahre (Quelle: BURKE et al. 2018 in LANUV 2024a, S. 8). Zur Beachtung: die X-Achse enthält Skalensprünge, um der zeitlichen Auflösung der unterschiedlichen Datenarchive gerecht zu werden.

Der IPCC-Sachstandsbericht AR6 (IPCC 2023a) macht deutlich, dass bereits bei einer globalen Erwärmung von 1,5 °C bestimmte Schäden und Verluste („loss and damage“) unvermeidlich werden, da sie durch Anpassungsmaßnahmen nicht mehr aufgefangen werden können. Besonders betroffen sind sehr empfindliche Ökosysteme wie Korallenriffe, das arktische Meereis, alpine Gletscher, die die Wasserführung des Rheins im Sommer stützen, oder hochalpine Lebensräume, die schon bei vergleichsweise geringen Temperaturanstiegen dauerhaft beeinträchtigt werden können, aber auch z.B. Moore in Nordrhein-Westfalen. Der Bericht betont außerdem, dass die Möglichkeiten, sich an die Klimafolgen anzupassen, in manchen Regionen der Welt bei zunehmenden extremen Wetterereignissen stark eingeschränkt sind. Dies trifft insbesondere vulnerable Bevölkerungsgruppen, deren Lebensgrundlagen etwa durch häufigere Dürren oder Überschwemmungen gefährdet werden. Überschreitet die globale Erwärmung 2 °C, verschlechtern sich die Lebensbedingungen weltweit langfristig und erheblich (IPCC 2023a). Jede zusätzliche Begrenzung des Temperaturanstiegs – selbst um wenige Zehntelgrad – reduziert dabei entscheidend die existenziellen Risiken für Mensch und Natur (LANUV 2024a, S. 8–9).

2.3.3 Zukünftige mögliche klimatische Entwicklung in Nordrhein-Westfalen

Das Klima in Nordrhein-Westfalen hat sich seit Beginn der Messungen Ende des 19. Jahrhundert bereits deutlich verändert. Dies zu beschreiben ist wichtig, um auch die zukünftige Entwicklung richtig interpretieren und einordnen zu können (LANUV 2024a, S. 11).

Klimatische Entwicklungen werden durch statistische Auswertung meteorologischer Größen von 30 Jahren beschrieben, sogenannte Klimanormalperioden (KNP). Der Zeitraum 1991–2020 ist die aktuell gültige Klimanormalperiode als Basis zur Beschreibung des „aktuellen Klimas“ in Nordrhein-

Westfalen. Die Periode 1961–1990 gilt als letzte KNP mit noch vergleichsweise geringen Auswirkungen menschlicher Einflüsse. Sie wird weiterhin zur Herausstellung der besonderen Entwicklung der letzten dreißig Jahre vom Deutschen Wetterdienst (DWD) verwendet. Der Zeitraum 1971–2000 wird häufig zu Vergleichszwecken mit Klimaprojektionen für die Zukunft herangezogen. Diese Klimanormalperioden werden den Ergebnissen der Klimaprojektionen für die beiden Zukunftszeiträume 2031–2060 (Mitte des Jahrhunderts) und 2071–2100 (ferne Zukunft) gegenübergestellt (LANUV 2024a, S. 11).

Die Ergebnisse der Klimaprojektionen werden sowohl für das RCP2.6- als auch für das RCP8.5-Szenario gegenübergestellt, um die größtmögliche Bandbreite potenzieller künftiger Klimaentwicklungen darzustellen. Zusätzlich wird, sofern entsprechende Daten verfügbar sind, auch das RCP4.5-Szenario berücksichtigt (LANUV 2024a, S. 11).

Alle Klimaprojektionsergebnisse des gesamten Modellensembles gelten als gleich wahrscheinlich. Um die Ergebnisse übersichtlich darzustellen, wird die mittlere Spannbreite der Modelle angegeben: Das 15., 50. und 85. Perzentil zeigen den Bereich, in dem die mittleren 70 Prozent der Modellergebnisse liegen, wobei das 50. Perzentil dem Median entspricht (LANUV 2024a, S. 11–12).

2.3.3.1 Temperatur, Hitze und Vegetationszeiten

Lufttemperatur

Seit dem späten 19. Jahrhundert ist die mittlere Jahrestemperatur in Nordrhein-Westfalen um rund 1,6 °C angestiegen. Besonders stark war die Zunahme in den letzten Jahrzehnten: Mit einer Jahresmitteltemperatur von jeweils 11,2 °C waren die Jahre 2022 und 2023 die bislang wärmsten seit Beginn der Aufzeichnungen (LANUV 2024a, S. 13).

Der langfristige Erwärmungstrend wird im Vergleich der Klimaperioden deutlich: Von 8,4 °C (1881–1910) stieg der Mittelwert auf 9,2 °C (1961–1990) und liegt im aktuellen Referenzzeitraum (1991–2020) bereits bei 10,0 °C. Für die ferne Zukunft (2071–2100) zeigen die Projektionen, dass die mittlere Jahrestemperatur in NRW – insbesondere in den Szenarien RCP4.5 und RCP8.5 – deutlich über den Rekordwerten von 2022 und 2023 liegen könnte (LANUV 2024a, S. 13–14).

Die Temperaturzunahme erfolgte landesweit annähernd homogen. In den Niederungen entlang des Rheintals im Niederrheinischen Tiefland sowie der Niederrheinischen Bucht fallen die Jahresmitteltemperaturen mit mehr als 11°C am höchsten aus. Aufgrund der Höhenlagen sind die Mittelgebirge kühler. Im Sauer- und Siegerland sowie der Eifel liegen die Werte flächendeckend unter 10,5°C. In den Höhenlagen kann die Jahresmitteltemperatur auf bis zu 6,5°C sinken (LANUV 2024a, S. 13, 14).

In Ballungsräumen ist darüber hinaus der städtische Wärmeinseleffekt (englisch Urban Heat Island, kurz UHI) als typisches Merkmal des Stadtklimas zu berücksichtigen (LANUV 2018a, S. 11).

Der stärkste Temperaturanstieg wird für den Herbst erwartet, gefolgt vom Sommer. Regionale Temperaturunterschiede hängen vor allem mit der Topografie zusammen, während die allgemeine Erwärmung gleichförmig auftritt (LANUV 2024a, S. 13–15).

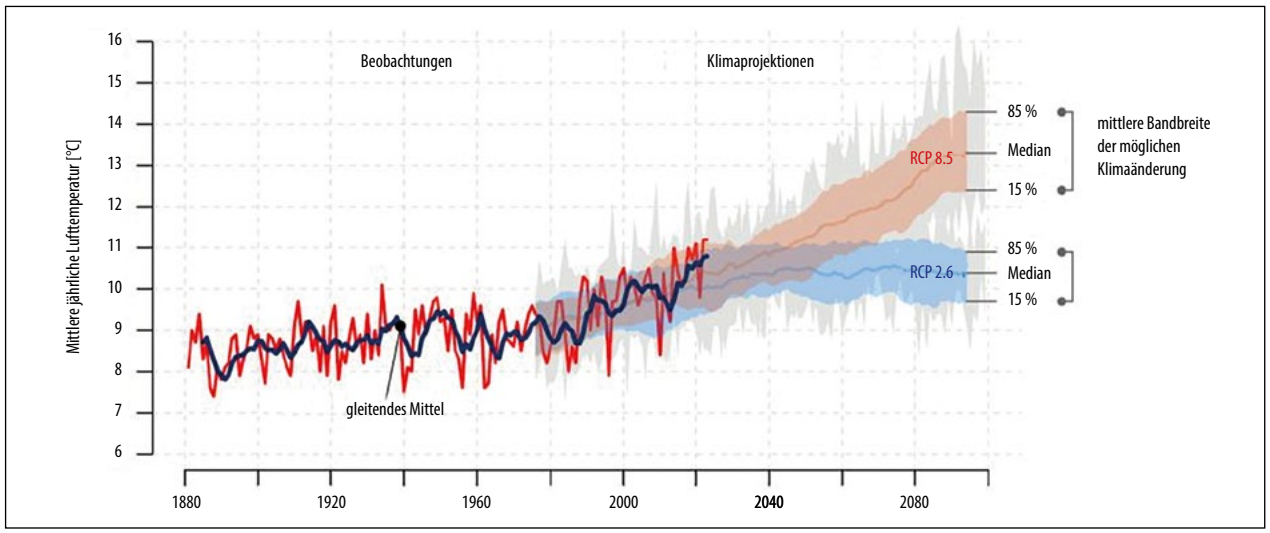


Abbildung 7: Mittlere jährliche Lufttemperatur in °C in NRW: Beobachtung 1881–2023 und Projektionen 1971–2100 für die Szenarien RCP2.6 und RCP8.5. Dargestellt sind sowohl die Einzeljahre und das 10-jährig gleitende Mittel (Beobachtungen) als auch die Einzelläufe und gleitende Mittel des 15., 50., und 85. Perzentils der beiden Szenarien (Projektionen) (Quelle: LANUV NRW, Datengrundlage: DWD in LANUV 2024a, S. 13).

Kältebedingte Kenntage

Die Modelle zeigen für die ferne Zukunft (2071–2100) einen Rückgang der Eistage (heute im Mittel 12) – je nach Szenario um ein Drittel (RCP2.6) oder bis zu drei Viertel (RCP8.5). Auch die Frosttage (heute 62) nehmen ab: um etwa ein Fünftel (RCP2.6) oder bis zu drei Viertel (RCP8.5). In Zukunft könnte es in Nordrhein-Westfalen zunehmend Jahre geben, in denen durchschnittlich keine Eistage auftreten werden (LANUV 2024a, S. 16–17).

Hitzebedingte Kenntage

Die Klimamodelle projizieren eine deutliche Zunahme Heißer Tage (≥ 30 °C). Im Extremfall sind bis zu 28 Heiße Tage pro Jahr bis zum Ende des Jahrhunderts (2071–2100) möglich (heute durchschnittlich 8). Der Rekordwert von 76 Sommertagen (≥ 25 °C, heute im Mittel 36) aus dem Jahr 2018 könnte künftig immer öfter erreicht werden. Denn die aktuellen Prognosen beim RCP8.5 gehen im 85. Perzentil von 41 bis 77 Sommertagen zum Ende des Jahrhunderts aus. Tropennächte (≥ 20 °C), die im Zeitraum 1991–2020 im Mittel nur alle 1–2 Jahre auftraten, werden zum Ende des Jahrhunderts im Schnitt mindestens einmal im Jahr auftreten bis hin zu 16 Tropennächten pro Jahr (RCP8.5, 85. Perzentil) (LANUV 2024a, S. 17–19).

Hitzewellen

Schon seit 1951 ist eine deutliche Zunahme von Hitzewellen (mindestens drei aufeinanderfolgende heiße Tage) zu beobachten: Sie traten zwischen 1951 und 1980 etwa alle zehn Jahre auf, zwischen 1991 und 2020 hingegen bereits alle drei Jahre. Für die Zukunft prognostizieren nahezu alle Szenarien im Durchschnitt mindestens eine Hitzewelle pro Jahr, in Extremfällen sogar bis zu 3,5 (LANUV 2024a, S. 20–22). Diese Veränderung der Hitze- und Wärmeentwicklung hat eine signifikante Auswirkung auf den Wasserhaushalt in Nordrhein-Westfalen wie bspw. Grundwasserneubildung, Vegetationszeit und Evapotranspiration.

Vegetationszeit

Die Vegetationszeit hat sich seit 1951 sowohl durch einen früheren Eintritt als auch ein längeres Andauern im Jahresverlauf um 18 Tage verlängert. Diese Tendenz wird sich in Zukunft fortsetzen. Abhängig vom jeweiligen Szenario und Zeitraum reicht sie von nahezu keiner Veränderung (15. Perzentil bei RCP2.6 und RCP4.5) in der nahen Zukunft bis hin zu einer Verlängerung um bis zu 45 Tage (85. Perzentil bei RCP8.5) in der fernen Zukunft (siehe Tabelle 2) (LANUV 2024a, S. 23). Dies führt grundsätzlich zu einem höheren Wasserbedarf der Vegetation und somit auch in der Landwirtschaft, da die Pflanzen während der längeren Wachstumsphasen mehr Wasser aufnehmen müssen (UBA 2021b, S. 191).

1951–1980	1961–1990	1971–2000	1991–2020		2031-2060			2071-2100		
Beobachtung				Perzentil	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5
				15	283	282	290	278	291	311
264	263	270	282	50	288	286	297	286	299	320
				85	293	292	303	294	304	327

Tabelle 2: Mittlere Dauer der Vegetationszeit in Anzahl der Tage >5 °C (berechnet nach dem Ansatz von Hübener et al. 2017) in den Beobachtungszeiträumen 1951–1980, 1961–1990, 1971–2000 und 1991–2020 sowie den Projektionszeiträumen 2031–2060 und 2071–2100 in NRW (Quelle: Klimaatlas NRW – BD_VZ; Datengrundlage: DWD in LANUV 2024a, S. 23).

Die Spätfröste werden zukünftig weniger werden oder sich im bereits aus dem Beobachtungszeitraum bekannten Rahmen bewegen. Die Kombination aus bleibender Spätfrostgefahr und vorgezogenem Vegetationsbeginn kann im Ereignisfall zu Schäden z.B. bei Obstkulturen führen (LANUV 2024a, S. 24).

2.3.3.2 Niederschlag, Starkregen und Trockenheit

Niederschlagssumme

Die mittlere Jahresniederschlagssumme für Nordrhein-Westfalen betrug 870 Millimeter (mm) im Zeitraum 1991–2020 und damit annähernd gleich viel wie in der Referenzperiode (1961–1990).

Der Zeitraum von 1981 bis 2010 war mit 918 mm Niederschlag der mit deutlichem Abstand niederschlagsreichste seit Beginn der Messaufzeichnungen in NRW im Jahr 1881 (LANUV 2024a, S. 28). Der zwischenzeitliche Anstieg der Jahresniederschlagssumme ist in der aktuellen KNP durch den Trend zu trockeneren Jahren in der letzten Dekade wieder rückläufig. Durch einen schwächer werdenden Jetstream ziehen Hoch- und Tiefdruckgebiete langsamer und können mehrere Tage oder sogar Wochen an Ort und Stelle verharren. Dadurch werden Extremwetterereignisse wahrscheinlicher (LANUV 2024a, S. 28):

- Starkregen und Hochwasser: Wenn ein Tiefdruckgebiet mit Starkniederschlägen über mehrere Tage festhängt, kann es zu extremen Niederschlagsmengen und Hochwasser kommen – ähnlich wie bei dem die Flutkatastrophe auslösenden Ereignis im Juli 2021 in NRW.
- Hitze- und Dürreperioden: Bleibt ein Hochdruckgebiet wochenlang stationär, entstehen anhaltende Hitzewellen und Trockenphasen, die die Gefahr von Dürre und Waldbränden erhöhen.

Die Niederschlagsverteilung in Nordrhein-Westfalen ist topografisch bedingt regional unterschiedlich. Regionen des Flachlandes, insbesondere die Niederrheinische Bucht, das Niederrheinische Tiefland, die Westfälische Bucht und das Westfälische Tiefland, die auch die höchsten Durchschnittstemperaturen aufweisen, zählen zu den trockensten Regionen, wie die Darstellung der Niederschlagssumme der aktuellen Klimanormalperiode (1991 – 2020) im Klimaatlas NRW anschaulich zeigt (LANUK 2023e). Deutlich mehr Niederschlag fällt in den Mittelgebirgsregionen des Bergischen Landes, dem Sauer- und Siegerland, in der Eifel und dem Weserbergland (LANUV 2024a, S. 28–29).

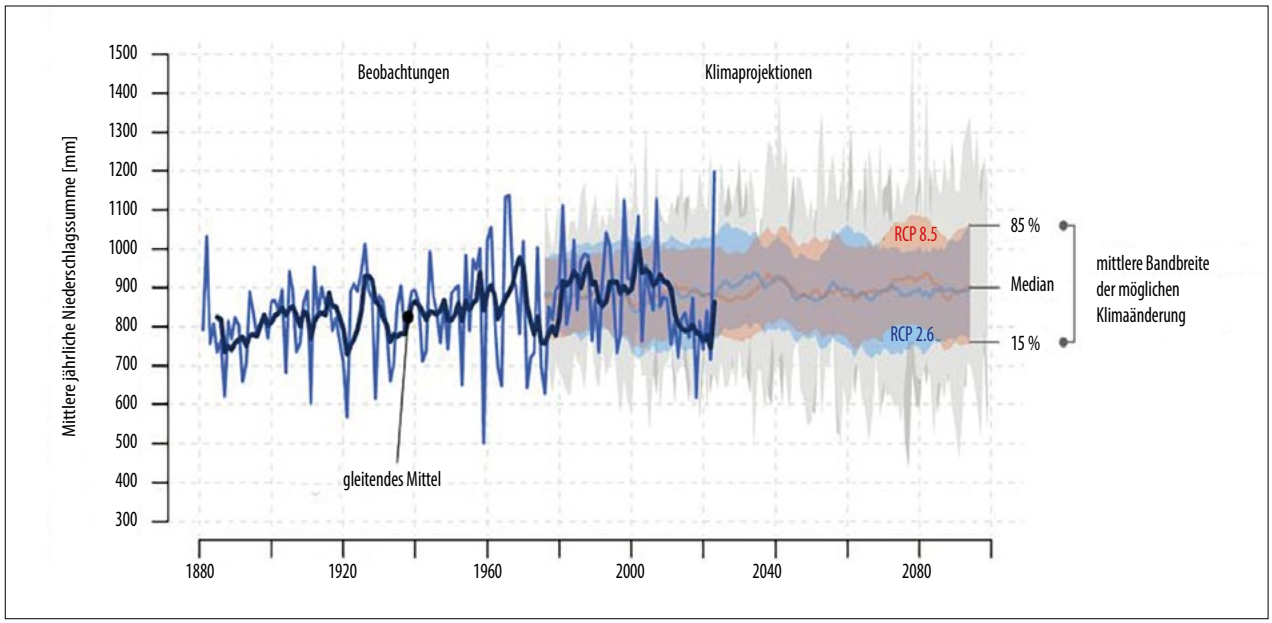


Abbildung 8: Mittlere jährliche Niederschlagssumme in mm in NRW: Beobachtung 1881–2023 und Projektionen 1971–2100 für die Szenarien RCP2.6 und RCP8.5. Dargestellt sind sowohl die Einzeljahre und das 10-jährig gleitende Mittel (Beobachtungen) als auch die Einzelläufe und gleitende Mittel des 15., 50., und 85. Perzentils der beiden Szenarien (Projektionen) (Datengrundlage: DWD in LANUV 2024a, S. 29).

Abbildung 8 zeigt die gemessenen und die projizierten Jahresniederschlagssummen. Die Niederschläge variieren im Laufe der Zeit stärker als die Lufttemperatur. Die Jahre 2018 bis 2022 weisen unterdurchschnittliche Werte auf. Nach einer kurzen Erholungsphase im Jahr 2021 setzten sich die Hitze (siehe Abbildung 7) und Trockenheit im Jahr 2022 jedoch deutlich fort. Im Gegensatz dazu war 2023 mit einer Gesamtniederschlagsmenge von 1198 mm das niederschlagsreichste Jahr seit Beginn der Aufzeichnungen. In Staulagen des Bergischen Landes und im Sauerland wurden stellenweise sogar Niederschlagssummen von über 1600 mm registriert (LANUV 2024a, S. 29).

Die zukünftige Entwicklung der Niederschlagssummen ist im Vergleich zur Lufttemperatur weniger klar vorhersehbar. Die Abbildung verdeutlicht bereits in den Beobachtungsdaten eine große jährliche Schwankungsbreite, die sich künftig noch vergrößern könnte. Laut den Projektionen bleiben die Niederschlagsmengen bis zum Ende des Jahrhunderts (2071–2100) in etwa auf dem Niveau der bisherigen Beobachtungen. Allerdings zeigt das gleitende Mittel der letzten 20 bis 30 Jahre bis 2022 einen deutlichen Rückgang der Niederschlagssumme (siehe Abbildung 8). Demgegenüber steht das sehr niederschlagsreiche Jahr 2023. Wie sich die Entwicklung fortsetzt, bleibt ungewiss: Möglich ist, dass 2023 ein Ausreißer war und sich die Niederschläge auf dem bis 2022 erreichten niedrigen Niveau einpendeln oder weiter abnehmen. Ebenso denkbar ist jedoch ein Trend zu steigenden Niederschlägen, der Werte wie im Zeitraum 1981–2010 oder darüber erreicht. Dabei ist die Niederschlagsentwicklung im Kontext steigender Temperaturen und einer verlängerten Vegetationsperiode zu betrachten, was zur Folge hätte, dass bei gleichbleibenden oder sinkenden Niederschlägen das verfügbare Wasserangebot noch geringer ausfallen könnte als in den heißen und trockenen Jahren 2018 und 2019 (vgl. Kapitel 2.2.2.1) (LANUV 2024a, S. 30; UBA 2021b, S. 191).

Wichtig ist weiter die jahreszeitliche Entwicklung der Niederschlagssummen. Während die Niederschläge sowohl im Frühling als auch im Sommer gesunken sind, sind sie im gleichen Zeitraum im Herbst und im Winter gestiegen (LANUK 2023b; LANUV 2024a, S. 30). Dieser Trend bildet sich auch in den Projektionen ab, sodass in Zukunft deutlich häufiger Phasen mit Trockenstress zu erwarten sind (siehe Abschnitt „Trockenheit“). Gleichzeitig ermöglichen steigende Temperaturen der Ozeane und der Atmosphäre in Kombination mit stationären Wetterlagen (abgeschwächter Jetstream) außergewöhnliche Niederschlagsereignisse, wie etwa die Niederschlagsmenge 2023 oder auch die Hochwasserkatastrophe durch Tief „Bernd“ im Sommer 2021 (LANUV 2024a, S. 30–31).

Niederschlags-Kenntage – Starkniederschlag

Die Anzahl der Tage mit starkem Niederschlag hat sich in der Vergangenheit kaum verändert, wird jedoch künftig voraussichtlich zunehmen. Solche Starkniederschlagstage entstehen meist im Zusammenhang mit großräumigen Tiefdrucksystemen (zyklonalen Ereignissen). Dagegen konnte die sogenannte ExUS-Studie (LANUV 2020) für den Zeitraum 1961–2018 einen signifikanten Anstieg der Starkregenereignisse mit einer Dauer von unter 12 Stunden nachweisen. Auf regionaler Ebene

treten in der aktuellen Klimanormalperiode (1991 – 2000) die meisten Starkniederschlagstage vor allem in den Weststaulagen der Mittelgebirge auf, beispielsweise im Sauerland und dem Bergischen Land (LANUK 2023f).

Klimamodelle, die auch lokale Gewitterregen (konvektive Ereignisse) abbilden können, sind zurzeit noch in der Entwicklung. Die bisherigen Klimamodelle berücksichtigen diese nicht, was ihre Aussagekraft für kurze, heftige Regenfälle einschränkt (LANUV 2024a, S. 32; Quirmbach 2025, S. 1, 7).

Die Niederschlagsintensität in Tiefdruckgebieten kann deutlich zunehmen, wenn zusätzlich konvektive Hebungsprozesse auftreten, etwa durch Aufwinde in Gewittern oder an Gebirgen. Ein Beispiel dafür ist die Flutkatastrophe im Jahr 2021, ausgelöst durch das Tiefdruckgebiet „Bernd" (Mohr et al. 2023). Zwei unabhängige Attributionsstudien zeigen, dass die beobachteten Regenmengen ohne den Einfluss des anthropogenen Klimawandels geringer und weniger wahrscheinlich gewesen wären (World Weather Attribution (WWA) 2021). Laut einer Analyse des Deutschen Wetterdienstes fielen zwischen Dortmund und Trier regional über 150 mm Niederschlag innerhalb von nur 24 Stunden (Junghänel et al. 2021, S. 4; LANUV 2024a, S. 34).

Nach der Clausius-Clapeyron-Gleichung kann Luft bei einem Grad Temperaturerhöhung 7 Prozent mehr Wasserdampf aufnehmen. Dies führt zu potenziell höheren Niederschlagsmengen und mehr Energie für konvektive Ereignisse wie Gewitter und schwere Regenschauer. In Kombination mit stetig steigenden Ozeantemperaturen und einem sich voraussichtlich weiter abschwächenden Jetstream werden deutlich extremere Niederschlagsereignisse wahrscheinlicher, auch wenn dies in den aktuell verfügbaren Projektionen noch nicht dargestellt werden kann (LANUV 2024a, S. 32–34).

Niederschlags-Kenntage – Trockenheit

Die Anzahl der Trockentage (Tagesniederschlagssumme <1 mm) hat sich in der Vergangenheit kaum verändert. Für die Zukunft reichen die Projektionen von einem leichten Rückgang bis zu einem deutlichen Anstieg – je nach Szenario. Folgen mehr als 10 Trockentage aufeinander, liegt eine längere Trockenperiode vor. Diese haben in der Vergangenheit bereits zugenommen. Für die Zukunft wird insbesondere eine weitere Zunahme der langanhaltenden Trockenperioden erwartet (LANUV 2024a, S. 35–37).

Die Anzahl und Dauer von Trockentagen kann für die Auswirkung von Starkregentagen relevant sein, weil trockene Böden Wasser deutlich schlechter aufnehmen und die Auswirkungen von Starkregen damit gravierender ausfallen können (UBA 2021b, S. 219).

Insgesamt kann angenommen werden, dass Trockenperioden zukünftig immer länger andauern und trockenere Sommer mit stationären Hochdrucklagen häufiger werden (LANUV 2024a, S. 35–37).

Auswirkungen von Trockenheit

Wälder haben eine besonders wichtige Funktion für den Landschaftswasserhaushalt. Über ihre Verdunstungsleistung sorgen sie für Kühlung und eine Erhöhung der Luftfeuchtigkeit und wirken so einem drohenden Dampfdruckdefizit (DDD, siehe Kapitel 3.1 „Ökosysteme“) entgegen. Über ihren hohen Wasserrückhalt entschärfen sie Hochwasser und verbessern die Grundwasserneubildung. Gleichfalls sind Wälder durch langanhaltende Trockenheit besonders betroffen. Damit schafft der Klimawandel die Voraussetzungen für eine hohe Waldbrandgefahr.

Die Waldbrandgefahr wird in Form des Waldbrandindex (Fire Weather Index) dargestellt. Dieser wird aus der relativen Luftfeuchte, der Niederschlagssumme und der Windgeschwindigkeit berechnet und reicht von Stufe 1 (sehr geringe Gefährdung) bis Stufe 5 (sehr hohe Gefährdung) (van Wagner 1987, S. 1 ff.).

Im Vergleich zur ersten verfügbaren KNP 1961–1990 ist die durchschnittliche Anzahl der Tage einem Waldbrandindex von 4 und 5 um 10 Tage auf 15 angestiegen. 2018 war mit 63 Tagen bisher das Jahr mit den meisten Tagen mit einem Waldbrandindex von 4 und 5 (LANUK 2023g). 2020 war das Jahr mit den meisten Waldbränden in NRW (227) (LANUV 2024a, S. 38).

Der Vergleich der potenziellen zukünftigen Entwicklung der jährlichen Anzahl an Tagen mit einem Waldbrandindex von 4 oder 5 mit der aktuellen Klimanormalperiode 1991–2020 zeigt, dass die prognostizierten Werte bereits heute größtenteils erreicht oder sogar überschritten werden (LANUV 2024a, S. 38–39).

Fehlende Niederschläge führen dazu, dass der Bodenwasserspeicher nicht wieder aufgefüllt wird und die nutzbare Feldkapazität (nFK) sinkt. Wird der permanente Welkepunkt überschritten, wird das Restwasser im durchwurzelten Boden so stark gebunden, dass kein pflanzenverfügbares Wasser mehr vorliegt und die Pflanzen welken und schließlich absterben. In der Folge kommt es insbesondere in der Landwirtschaft sowie der Wald- und Forstwirtschaft zu Ertragsausfällen. Ein anhaltender Wassermangel wirkt sich insbesondere auf dauerhaft vernässte Böden wie Moore oder Flussauen stark aus, da dort infolge der Austrocknung auch seltene Tier- und Pflanzenarten bedroht werden können (Garg et al. 2020).

Die Grundwasserneubildung findet in unseren Breiten überwiegend im Winter statt. Anhaltende Trockenphasen führen zu besonders intensiver Beanspruchung des Bodenwasserspeichers. Dadurch können sich Grundwasserspiegel erniedrigen. In sehr trockenen Sommern kann in stark betroffenen Gebieten die eigene Trinkwasserversorgung eingeschränkt oder im Extremfall ganz unterbrochen werden, wenn Hausbrunnen austrocknen. Niedrige Grundwasserstände stellen zudem besonders für flachwurzelnde Bäume (z.B. Rotbuche, Birke, Weide oder auch Ahorn-Arten) und grundwas-

serabhängige Lebensräume ein Problem dar. Bei Flüssen und Seen, die durch Grundwasser gespeist werden, führt ein sinkender Grundwasserspiegel zu einer Verringerung des Zustroms – in Extremfällen kann sich die Fließrichtung sogar umkehren und im Extremfall Gewässer austrocknen (UBA 2022b).

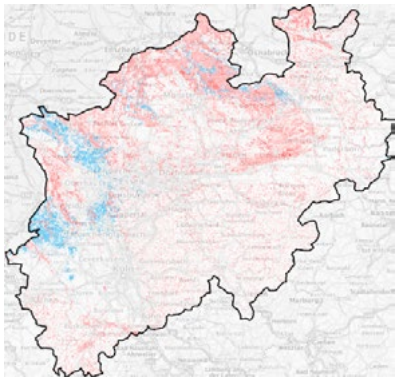
2.3.3.3 Wasserversorgung

Mit Blick auf die Wasserversorgung werden nachfolgend die zentralen Wasserhaushaltsgrößen

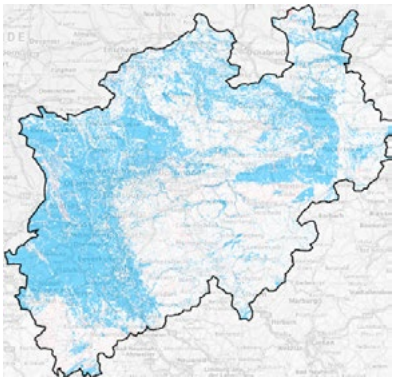
- Grundwasserneubildung,
- Gesamtabfluss,
- Evapotranspiration und
- Klimatische Wasserbilanz

betrachtet.

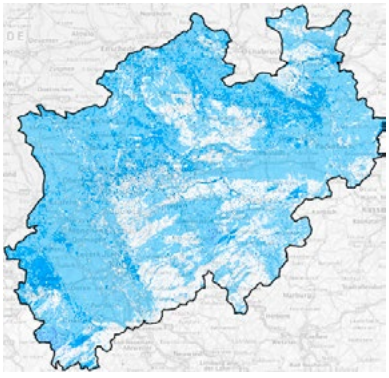
Die Grundwasserneubildung in Nordrhein-Westfalen ist räumlich sehr unterschiedlich. Ursache dafür sind unterschiedliche Landnutzungen und Untergrundverhältnisse sowie die räumliche Verteilung der Niederschläge und Verdunstungsprozesse. In der aktuellen Klimanormalperiode (1991–2020) lag die Grundwasserneubildung bei durchschnittlich 123 mm pro Jahr – ein sehr niedriger Wert (1961 – 1990: 136 mm, 1971 – 2000: 135 mm, 1981 – 2010: 147 mm).



Periode 2031-2060
RCP 8.5, 15. Perzentil



Periode 2031-2060
RCP 8.5, 50. Perzentil



Periode 2031-2060
RCP 8.5, 85. Perzentil

Tabelle 3: Änderung der Grundwasserneubildung (mm) zwischen 1971-2000 und KNP 2031-2060, rote Farben kennzeichnen eine Abnahme und blaue Farben eine Zunahme (LANUK 2023h)

Nach den Projektionen bis Ende 2060 wird eine Zunahme von Grundwasserneubildung stattfinden (vgl. obenstehende Abbildungen). Je nach Szenario und Entwicklung des Klimawandels erfolgt dies in unterschiedlicher Stärke. Unter der Annahme eines sehr hohen Emissions- bzw. Stressszenarios (RCP 8.5) zeigen die Prognosen eine abnehmende Grundwasserneubildung in Teilen des Niederrheins und in Teilen von OWL. Dabei muss aber auch die Möglichkeit betrachtet werden, dass die vorliegenden Klimaprojektionen zu optimistisch sind. Insbesondere bei der Niederschlagszunahme

könnte dies sein, wenn die Werte von 1991-2020 mit den absoluten Werten der Klimaprojektion verglichen werden (LANUK o.J., S. 2).

Durch die verschiedenen Annahmen der verschiedenen Klimawandelszenarien ist es wichtig, dass in den kommenden Jahren die Grundwasserneubildung laufend neu bewertet wird, um eine konkrete, realitätsnahe Prognose zu entwickeln. Hierauf beruhend müssen fachliche Schlüsse gezogen werden. Dabei bedarf es einer Flexibilität, damit mögliche Extreme in beide Richtungen abgefedert werden können.

Diese divergierenden Bewertungen offenbaren, wie wichtig es ist, einen einheitlichen und plausibilisierten Datensatz der (Netto-)Grundwasserneubildung mit den Akteuren zu definieren (aus der Beek, S. 5). Dies wäre eine rechtssichere Grundlage, um den Vorrang der öffentlichen Trinkwasserversorgung der Bevölkerung dauerhaft sicherzustellen, präventiv Lösungen für mögliche Engpässe zu identifizieren und in diesem Fall auf Notfallversorgungskonzepte zurückfallen zu können.

Unabhängig von der jeweiligen Ausprägung wirkt sich der Klimawandel auf die beobachtete Entwicklung der Grundwasserneubildung und Grundwasserstände aus. Der Zeitraum 2011–2020 kann für Nordrhein-Westfalen als eine Minimumdekade[3] eingestuft werden.

Gleichzeitig sind auch deutlich höhere Grundwasserneubildungsraten möglich, wie oben beschrieben. Dies haben auch die Jahre 2023 und 2024 mit Niederschlagsrekorden gezeigt (LANUV 2024a, S. 39–41; MUNV 2024b; LANUK 2025b).

Der bislang höchste mittlere jährliche Gesamtabfluss (Grundwasserabfluss und Fließgewässer) wurde in der Klimanormalperiode 1981–2010 mit 415 mm verzeichnet – entsprechend den seinerzeit höchsten Niederschlagsmengen. Diese KNP (1981-2010) steht somit in deutlichem Kontrast zur aktuellen KNP (364 mm). Für die ferne Zukunft ist mit einer größeren Spannweite für den Gesamtabfluss zu rechnen. In allen Szenarien liegt der mittlere Modellwert (Median) sowie der obere Bereich der Modellschätzungen (85. Perzentil, „nassere Szenarien“) über den bisherigen Beobachtungen. Das 15. Perzentil (trockene Szenarien) liegt jedoch darunter. Insgesamt deutet dies auf eine mögliche Tendenz zu höheren Gesamtabflüssen hin, die in der Folge auch eine Zunahme von Hochwasserereignissen bedeuten könnte (LANUK 2023a S. 41–42).

Darüber hinaus zeigen die Ergebnisse eine ausgeprägte saisonale Differenzierung des Gesamtabflusses. Während in den Winter- und Herbstmonaten höhere Abflusswerte dominieren, weisen ins-

[3] Um Veränderungen in der Grundwasserneubildung adäquat in der Grundwasserbewirtschaftung zu berücksichtigen, wird die Bestimmung sogenannter Minimumdekaden der Grundwasserneubildung und die Verwendung als zusätzliche Planungsgrundlage empfohlen (Bergmann und Herrmann 2024, S. 37).

besondere die Sommermonate in den trockenen Szenarien deutlich reduzierte Abflüsse auf. Diese saisonale Verschiebung ist vor allem auf veränderte Niederschlagsregime sowie erhöhte Verdunstungsverluste in den warmen Jahreszeiten zurückzuführen. In der Gesamtbetrachtung deutet sich somit eine stärkere saisonale Ungleichverteilung des Abflusses an, die sowohl wasserwirtschaftliche Herausforderungen in Trockenperioden als auch erhöhte Hochwasserrisiken in den niederschlagsreichen Jahreszeiten nach sich ziehen kann.

Die Evapotranspiration, als Verdunstung von Wasser von der Erdoberfläche (Evaporation) und der Abgabe von Wasser durch Pflanzen in die Atmosphäre (Transpiration), hat mit der Erderwärmung bereits deutlich zugenommen. In der KNP 1991–2020 war die tatsächliche Evapotranspiration aufgrund geringer Niederschläge wahrscheinlich limitiert. Zukünftig könnte sie noch deutlich zunehmen (85. Perzentil alle Szenarien). Zusätzlich zur zunehmenden fühlbaren (sensiblen) Wärme liefert die im Wasserdampf enthaltene Energie (latente Wärme) weiteres Potenzial für die Entstehung von Gewittern, die künftig mit bislang unbekannter Intensität auftreten könnten (LANUK 2023a, S. 42–43).

Die klimatische Wasserbilanz (in Millimetern) ergibt sich aus der Differenz zwischen Niederschlag und Verdunstung. Sie wird unmittelbar durch Veränderungen in Temperatur und Niederschlagsmenge beeinflusst. Sie unterliegt einer hohen regionalen und zeitlichen Variabilität. Im gesamten Beobachtungszeitraum 1961–2020 zeigt die aktuelle Klimanormalperiode 1991–2020 mit 289 mm die bisher geringste klimatische Wasserbilanz. Der bisher aufgetretene geringste Wert im Frühjahr der aktuellen KNP 1991–2020 von -1 mm wird auch in den Projektionen nicht unterschritten. Im Sommer sind künftig noch trockenere Bedingungen zu erwarten als in der Vergangenheit. Demgegenüber weisen insbesondere die Herbst- und Wintermonate im Beobachtungszeitraum sowie in den Projektionen überwiegend positive und teils deutlich erhöhte Werte der klimatischen Wasserbilanz auf. Dies spiegelt die saisonale Konzentration höherer Niederschläge bei gleichzeitig geringerer Verdunstung wider und unterstreicht die ausgeprägte Saisonalität der Wasserbilanzentwicklung. Die klimatische Wasserbilanz kann dann stark ins Negative rutschen, das heißt, die Verdunstung übersteigt den Niederschlag deutlich. Gleichzeitig sind aber auch extreme Gegensätze möglich – mit außergewöhnlich hohen Werten der klimatischen Wasserbilanz in einzelnen Jahren. Für Klimaanpassungsstrategien ist es deshalb wichtig, sowohl mit sehr trockenen Sommern als auch mit extrem nassen Jahren zu rechnen und insbesondere niedrige Wasserbilanzen als Vorsorgewert für Anpassungsmaßnahmen zu berücksichtigen (LANUK 2023a, S. 43–45).

2.3.3.4 Folgen von zunehmenden Extremwettereignissen und sinkenden Grundwasserständen

Die Temperaturen in Nordrhein-Westfalen sind bereits spürbar gestiegen und dürften – abhängig vom zukünftigen Klimaszenario – weiter ansteigen. Dadurch werden Kältephasen seltener, während Häufigkeit und Dauer von Hitzeperioden zunehmen. Gleichwohl bleibt die Spätfrostgefahr grund-

sätzlich erhalten und kann vor dem Hintergrund einer vorgezogenen Vegetationsperiode zu Schäden z.B. im Obstbau führen. Für die Landwirtschaft können eine längere Wachstumsperiode und geringere Spätfrostgefahr positive Auswirkungen haben, sofern hinreichend Wasser zur Verfügung steht (LANUV 2024a, S. 52).

Bezieht man die Veränderung des Niederschlags mit ein, werden die Auswirkungen auf Bevölkerung und Wirtschaft deutlich komplexer. Extremwetterereignisse wie Starkregenniederschläge und langanhaltende Trockenheit werden zunehmen und intensiver. Ohne Anpassungsmaßnahmen kann dies allein zu Schäden an Infrastruktur, Einschränkungen der Energieversorgung und Lieferengpässen führen (LANUV 2024a, 39, 52).

Steigende Temperaturen und längere Trockenperioden während des Sommerhalbjahres haben vielfältige Folgen, darunter gesundheitliche Belastungen, ein erhöhtes Waldbrandrisiko, Ernteverluste, sinkende Wasserstände sowie abnehmende Abflüsse in Oberflächengewässern und Grundwasser (LANUV 2024a, 52). Durch Starkregenereignisse können insbesondere bei gesättigten Böden Hochwasser wahrscheinlicher werden (UBA o. J.d). Diese Veränderungen können Auswirkungen auf Ökosysteme, Gewässernutzungen und die Wasserversorgung haben. Bereits heute zeigen sich Arealverschiebungen verschiedener Pflanzen- und Tierarten (LANUK 2023b, 2023d) sowie das Auftreten neuer, teils invasiver Arten (LANUK 2023c). Der Wald und die Forstwirtschaft sind durch große Kalamitätsflächen stark betroffen. Die lange Lebensdauer von Bäumen erfordert eine vorausschauende Planung, um Wälder dauerhaft klimaresilient und stabil zu sichern. Auch in der Landwirtschaft sind die Folgen spürbar. Sie hat jedoch im Gegensatz zur Forstwirtschaft die Möglichkeit, innerhalb weniger Jahre sich an veränderte Bedingungen anzupassen (LANUV 2024a, S. 52). Der Klimawandel wirkt sich auch auf die Lebensbedingungen der Menschen aus. Insbesondere vulnerable und gefährdete gesellschaftliche Gruppen, wie z.B. ältere oder chronisch kranke Menschen sowie diejenigen, die in sozioökonomisch benachteiligten Haushalten leben, sind vom Klimawandel bzw. dessen Auswirkungen wie Hitze und Extremwetter (Starkregen, Überflutung) sozial und gesundheitlich am stärksten betroffen. Sie haben weniger Ressourcen, um sich an die Veränderungen anzupassen (MUNV 2024bs. 10, 17; RKI 2025). Prognosen zeigen, dass einkommensschwache Haushalte von steigenden wasserbezogenen Kosten relativ stärker betroffen sein werden. Um diese klimawandelbedingte Ungleichheit zu mindern, müssen Kompensationen zielgerichtet weiterentwickelt werden (FiFo Köln 2025, S. 105ff.).

Das Zusammenwirken steigender Temperaturen, zunehmender Hitzewellen und einer bis zu 45 Tagen verlängerte Vegetationszeit (RCP8.5, ferne Zukunft) würde den Wasserbedarf in Natur, Landwirtschaft, Industrie, Energieversorgung und Haushalten deutlich ansteigen lassen (LANUV 2024a, S. 38). Dies würde insbesondere in trockenen Sommern zu einem erheblich höheren Wasserverbrauch für die Bewässerung landwirtschaftlicher Kulturen und städtischer Grünflächen führen (LANUV 2024a S. 24, 50). Dabei spielt die Speicherfähigkeit der Böden eine entschei-

dende Rolle (UBA 2022b). Während Hitzewellen steigt der Trinkwasserbedarf der Bevölkerung signifikant an – nicht nur durch erhöhten Konsum, sondern auch durch vermehrte Nutzung von Wasser zur Abkühlung und Bewässerung privater Gärten. Niedrigere Grundwasserstände und verringerte Grundwasserneubildung können die Trinkwasserversorgung zusätzlich belasten (LANUV 2024a S. 50, 52). Die Verfügbarkeit von Kühlwasser für noch bestehende thermische Kraftwerke und Produktionsprozesse kann durch höhere Wassertemperaturen und Niedrigwasserperioden eingeschränkt werden (LANUV 2024a, S. 52). Die Schwankungsbandbreite der mittleren Abflüsse ist in Zukunft größer, das Abflussregime wird also extremer. Sowohl Niedrig-, als auch Hochwasserphasen mit starken Strömungen und Überschwemmungen sind zukünftig intensiver und möglicherweise auch häufiger zu erwarten, bei gleichzeitig leicht ansteigenden mittleren Abflüssen. Der Schiffsverkehr wird sich zunehmend auf Einschränkungen durch saisonales Hoch- oder insbesondere Niedrigwasser einstellen müssen, auch weil zukünftig die sommerliche Speisung durch Gletscherwasser zurückgehen bzw. ausfallen wird (LANUV 2024a S. 39, 46). Starkregen bzw. Dürren werden die Hoch- und Niedrigwasser-Situation voraussichtlich weiter zuspitzen. Das Zusammenwirken von sinkenden Wasserständen, verringerten Fließgeschwindigkeiten, steigenden Gewässertemperaturen und abnehmendem Sauerstoffgehalt, insbesondere in den Sommermonaten, sowie eine Aufkonzentrierung von Schadstoffen bei Niedrigwasser können Gewässerlebensräume nachhaltig beeinträchtigen, gefährden oder sogar verschwinden lassen (LANUV 2024a, S. 46, 51).

Bei sinkenden Grundwasserständen und Abflüssen sowie gleichzeitig steigender Nachfrage stellt sich für alle Lebensbereiche und Handlungsfelder die Frage nach einer ausreichenden Wasserversorgung. In Zukunft ist auch in dem eigentlich wasserreichen Nordrhein-Westfalen mit möglichen Einschränkungen und Verteilungskonflikten im Umgang mit der Ressource Wasser zu rechnen (LANUV 2024a, S. 52).

Zunehmende und intensivere Niederschlagsereignisse bei gleichzeitig leicht ansteigenden mittleren Abflüssen erhöhen das Risiko sowohl für lokale Überschwemmungen als auch großräumige Hochwasser. Das ist dann besonders problematisch, wenn die Niederschlagsereignisse auf versiegelte, gesättigte oder extrem trockene Böden treffen und die Bemessungsniederschläge zur Auslegung von Entwässerungseinrichtungen und Schutzmaßnahmen überschritten werden. Mögliche Auswirkungen reichen von unmittelbarer Lebensgefahr über Schäden an Eigentum und Infrastrukturen, landwirtschaftlichen Produktionsflächen bis hin zu außergewöhnlichen Gewässerbelastungen durch Eintrag von Sediment, Nähr- und Schadstoffen (LANUV 2024a, S. 46–51). Auch „Grundhochwasser“ kann insbesondere in flachen Landesteilen lokal zu Problemen, wie volllaufenden Kellern führen (HochwasserKompetenzCentrum e. V. 2017, S. 11).

2.3.4 Stand der internationalen Klimaschutzmaßnahmen und Hinweise zur Szenarienwahl

Notwendig- und Dringlichkeit des Handelns

Insbesondere bei einem sehr hohen Emissionsszenario ist mit gravierenden Folgen des Klimawandels für Nordrhein-Westfalen zu rechnen. Neben der konsequenten Planung und Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen muss die Erderwärmung so weit wie möglich begrenzt werden (LANUV 2024a, S. 53).

Globaler Erwärmungspfad

Um einschätzen zu können, auf welchem Erwärmungspfad sich die Welt aktuell befindet, analysiert die Denkfabrik Climate Action Tracker (CAT) die verabschiedeten Klimaschutzziele, deren Umsetzung und Wirksamkeit. Das CAT-Thermometer (siehe Abbildung 9) ermöglicht die Zuordnung spezifischer Erwärmungspfade zu den jeweiligen Klimaschutzkategorien. Die Angaben zur globalen Erwärmung beziehen sich auf die vorindustrielle Zeit (1850–1900). Diese Auswertung zeigt, wie sich die globale Erwärmung auf Grundlage der derzeitigen Maßnahmen entwickeln würde. Nach aktuellen Analysen läge der Temperaturanstieg bei unveränderten Maßnahmen zwischen 2,2 °C und 3,4 °C (Median: 2,7 °C) – und würde damit die 2 °C-Grenze des Pariser Abkommens deutlich überschreiten (entspricht etwa dem RCP6.0-Szenario). Werden nur die derzeit bis 2030 zugesagten Klimaschutzbeiträge (NDCs) umgesetzt, läge die Erwärmung immer noch zwischen 2,0 °C und 3,0 °C (Median: 2,5 °C). Selbst bei vollständiger Umsetzung aller langfristigen Klimaneutralitätsziele (NDCs und weitere Zusagen) wird aktuell eine Erwärmung zwischen 1,7 °C und 2,6 °C (Median: 2,1 °C) erwartet (LANUV 2024a, S. 53–55).

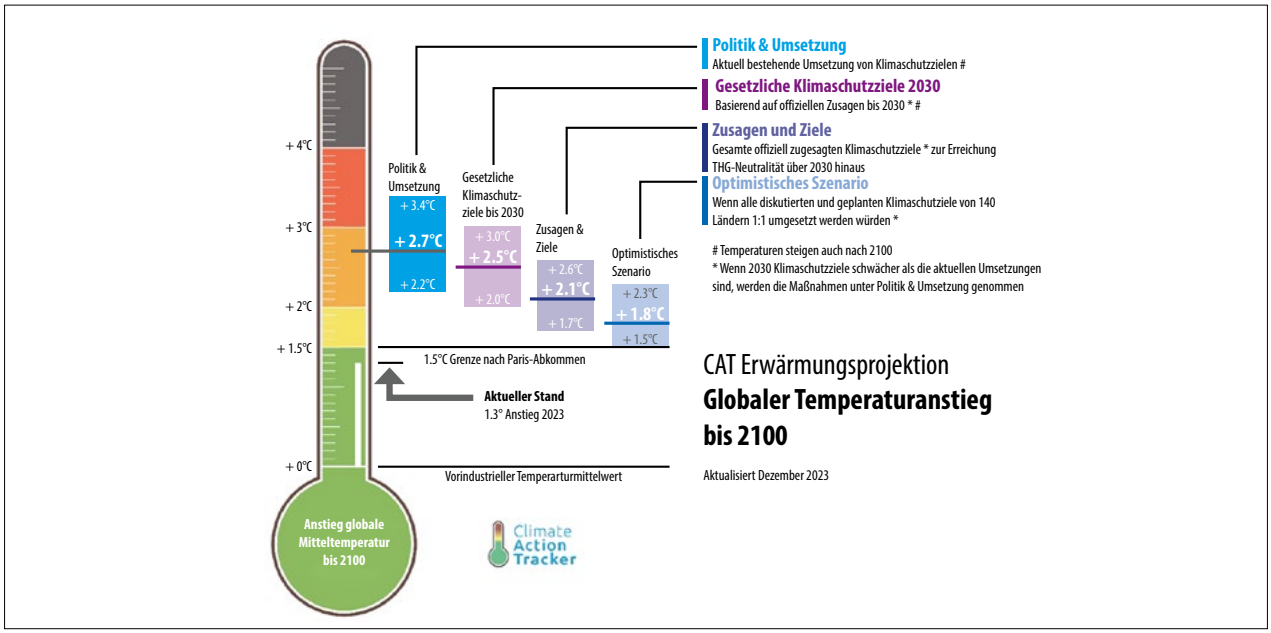


Abbildung 9: Der globale Temperaturanstieg bis 2100 projiziert nach aktuellen Klimaschutzbemühungen (Quelle: CLIMATE ACTION TRACKER 2024 in LANUV 2024a, S. 54)

Bedeutung des 1,5 °C-Ziels

Das 1,5 °C-Ziel des Pariser Abkommens gilt weiterhin als Referenzmarke, bis zu der die Folgen des Klimawandels nach wissenschaftlicher Einschätzung beherrschbar wären. Doch laut dem State of Climate Action 2023 (Boehm et al. (2023) in LANUV 2024a, S. 56) ist dieser Pfad zunehmend außer Reichweite. Gleichwohl ist jede Verringerung der Erwärmung entscheidend, da jedes Zehntelgrad weniger das Risiko für irreversible Schäden und globale Krisen senkt (LANUV 2024a, S. 55–56).

Vorsorgeprinzip und Verantwortung

Für eine vorsorgeorientierte Planung empfiehlt das LANUV, Klimaanpassungsmaßnahmen an einer Bandbreite möglicher Szenarien zu orientieren. Dazu gehört auch die Berücksichtigung von Szenarien mit hohen klimatischen Belastungen. Gleichzeitig sollte die Ausgestaltung von Maßnahmen ständig auf einer ausgewogenen Betrachtung verschiedener Szenarien und tatsächlichen Entwicklungen basieren.

Das Vorsorgeprinzip verpflichtet Staat und Gesellschaft, zukünftige Schäden zu vermeiden und die Lebensgrundlagen zu sichern. Das Vorsorgeprinzip ist in Artikel 20a des Grundgesetzes verankert. Auf internationaler Ebene wurde das Vorsorgeprinzip jüngst durch ein Rechtsgutachten des Internationalen Gerichtshofs bekräftigt, der Klimaschutz als Pflicht aus den Grund- und Menschenrechten ableitet (International Court of Justice (ICJ) 2025).

Vor dem Hintergrund der verschiedenen Klimawandelszenarien bleibt eine vorsorgende Betrachtung hoher Belastungspfade fachlich geboten. Sie ersetzt jedoch nicht die Einordnung wahrscheinlicherer Entwicklungspfade und darf nicht als Prognose verstanden werden.

2.3.5 Fazit

Die bereits erfolgte Klimaveränderung in Nordrhein-Westfalen zeigt deutliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit, Land- und Forstwirtschaft, Gebäude und Infrastruktur sowie auf Ökosysteme im allgemeinen, dokumentiert im Klimafolgen- und Anpassungsmonitoring (LANUK 2023b). Die gestiegenen Jahresmitteltemperaturen und Veränderungen in der Niederschlagsverteilung (siehe Kapitel 2.3.3.1 und 2.2.2.1), die heißen und trockenen Sommer der Jahre 2018, 2019, 2020 und 2022 – einschließlich der in Nordrhein-Westfalen 2019 gemessenen Hitzerekorde von über 40 °C – sowie die Starkregenereignisse in den Jahren 2014, 2016, 2021 und 2023 haben das Bewusstsein der Öffentlichkeit für den Klimawandel verstärkt (LANUV 2024a, S. 58). Es ist davon auszugehen, dass die Jahresmitteltemperaturen weiter zunehmen werden mit dann häufigeren Hitzewellen, Dürren und Trockenperioden.

Zugleich werden Extremwetterereignisse wie Starkregen und Gewitterstürme häufiger und intensiver auftreten, wodurch Überflutungen und Sturmschäden wahrscheinlicher werden (LANUV 2024a, S. 58). In der 2021 veröffentlichten Klimawirkungs- und Risikoanalyse (KWRA) untersuchte das Umweltbundesamt (UBA) die Auswirkungen des Klimawandels auf Deutschland und bewertete die vorhandenen Anpassungsmöglichkeiten sowie -kapazitäten. Danach bleiben die meisten Klimarisiken zumindest bis zur Mitte des Jahrhunderts mit zusätzlichen Anpassungsmaßnahmen überwiegend beherrschbar. Allerdings liegen die Szenarien (RCP2.6 bis RCP8.5) bis zur Mitte des Jahrhunderts relativ eng beieinander. Die volle Wirkung des verstärkten Strahlungsantriebs kommt erst gegen Ende des 21. Jahrhunderts zum Tragen. „Somit könnte das Klimarisiko nochmals deutlich verschärft und Grenzen der Anpassbarkeit erreicht werden“ (LANUV 2024a, S. 58) und bestehende Anpassungskapazitäten an ihre Grenzen stoßen. Daher ist es entscheidend, jetzt strukturell zu handeln, um auch langfristig resilient zu bleiben (LANUV 2024a, S. 58).

Die KWRA zeigt auf, dass insbesondere Nordrhein-Westfalen von den Klimaveränderungen und den damit verbundenen Risiken betroffen sein kann. Die am dichtesten besiedelten Bereiche NRWs entlang von Rhein und Ruhr zählen bereits heute zu den wärmsten Regionen Deutschlands. Hier kommt sowohl dem Anstieg der Mitteltemperaturen als auch der Heißen Tage und Tropennächte eine besondere Bedeutung zu. In den Mittelgebirgsregionen, insbesondere Sauer- und Siegerland, wird sich der Anstieg von Starkregentagen klimatisch besonders auswirken (LANUV 2024a, S. 58).

Um die Auswirkungen des Klimawandels möglichst zu begrenzen, sind erhebliche zusätzliche globale Anstrengungen beim Klimaschutz erforderlich. Jede vermiedene zusätzliche Erwärmung verringert die Risiken und Schäden des Klimawandels. Unvermeidbare Auswirkungen und Herausforderungen des Klimawandels müssen mit Anpassungsmaßnahmen in verschiedenen Handlungsfeldern, wie z. B. Stadtentwicklung, soziale Ungleichheit, Landwirtschaft und Waldbau, entschärft werden. Dazu gehört z.B. die Verbesserung des Hochwasserschutzes sowie Anpassungen von Gebäuden und Grünflächen, die auch helfen den gesundheitlichen Hitzeschutz zu optimieren. Anpassungen in der Landwirtschaft liegen in der Förderung des Anbaus klimaresilienter Pflanzenarten und -sorten sowie der Förderung von Maßnahmen zur Bodenverbesserung und -erhaltung. Weiter erscheinen ein standortangepasster Waldumbau mit robusteren Baumarten und -sorten und Waldbrandprävention erforderlich. Die Umsetzung solcher Maßnahmen erfordert eine enge Abstimmung zwischen Kommunen, Behörden und Wasserverbänden, damit regionale Besonderheiten berücksichtigt und Synergieeffekte genutzt werden können (LANUV 2024a, S. 60).

Die dringend notwendigen Klimaanpassungsmaßnahmen sowie die noch dringenderen Klimaschutzmaßnahmen werden hohe Investitionen und einen gesamtgesellschaftlichen Kraftakt erfordern, wobei die Kosten des Nichtstuns deutlich höher ausfielen (z. B. Munich Re 2025; Brandon et al. 2025; Flaute et al. 2022).

Viele Klimaanpassungsmaßnahmen reduzieren nicht nur die Folgen der Erwärmung, sondern tragen auch zu einer Verbesserung der Lebensqualität bei. Beispiele sind die Entsiegelung von Flächen, die Schaffung von Grün- und Wasserflächen in Siedlungsgebieten oder naturnahe Hochwasserschutzmaßnahmen. Solche sogenannten „No-regret"-Maßnahmen sollten daher priorisiert und konsequent umgesetzt werden (LANUV 2024a, S. 60).

3. Handlungsfelder

Im Folgenden werden einzelne Handlungsfelder näher beleuchtet. Die Unterkapitel orientieren sich dabei an drei Fragen: Welche Problemlagen bestehen bereits jetzt? Welche Auswirkungen werden die Folgen des Klimawandels auf den jeweiligen Handlungsbereich voraussichtlich haben? Und wie kann den zunehmenden klimawandelbedingten Herausforderungen in diesem Feld begegnet und vorgebeugt werden?

3.1 Ökosysteme

3.1.1 Einleitung und Hintergrund

Ökosysteme haben einen Eigenwert (SRU 2016a, S. 306; Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES) 2022, S. 3). Intakte Ökosysteme spielen für die Klimafolgenanpassung eine Schlüsselrolle. Sie mindern Klimaextreme und die Auswirkungen dieser auf den Wasserhaushalt, stärken die ökologische und gesellschaftliche Resilienz (z.B. Erholungsfunktion) und verbessern langfristig die Lebensqualität. Die wichtigsten Wirkmechanismen lassen sich in vier Kategorien unterteilen.

1. Biodiversität als Grundlage stabiler Ökosystemfunktionen

Artenreiche Ökosysteme besitzen eine deutlich höhere ökologische Stabilität und damit eine bessere Anpassungs- und Regenerationsfähigkeit. Biodiverse Böden, Auen und Gewässer können Nährstoffe, Schadstoffe und organisches Material besonders effizient abbauen, da hohe Artenvielfalt die Prozesse der Nährstoffaufnahme, Biomasseproduktion sowie der Zersetzung und Rückführung von Nährstoffen verbessert. Dies stabilisiert Wasserqualität und Bodenfruchtbarkeit. Diese Eigenschaften sind besonders relevant, weil biologische Vielfalt Systeme widerstandsfähiger gegen globale Umweltveränderungen wie Starkregenereignisse oder längere Trockenphasen macht (BMUV 2023a, S. 9; Leibniz-Forschungsnetzwerk Biodiversität 2022, S. 6; Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ o. J., S. 4; Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) 2004, S. 2, 4-6; BUND o. J., S. 7; SRU 2024, S. 9, 21, 23; BMUV 2024, S. 65). Artenreiche Ökosysteme reagieren weniger empfindlich auf Hitze, Trockenheit oder Überflutung, weil verschiedene Arten unterschiedliche ökologische Nischen besetzen und vielfältige Funktionen übernehmen. Biologische Vielfalt unterstützt die Erholung der Ökosysteme nach Extremwetterereignissen wie Dürren oder Hochwasser.

2. Kühlung und Temperaturregulation durch Vegetation und Gewässer

Nordrhein-Westfalen ist besonders in urbanen Räumen (Ruhrgebiet, Rheinschiene) von Hitzeextremen betroffen (siehe Kapitel 3.5 und 3.6). Ökosysteme wirken auf mehreren Ebenen dagegen. Vegetation kühlt durch Verdunstung (Evapotranspiration). Grünflächen, Feuchtgebiete, Bäume und insbesondere Wälder senken lokale Temperaturen teils um mehrere Grad – ein zentraler Baustein gegen urbane Hitzeinseln (Li et al. 2024, S. 1; Chen et al. 2025, S. 1).

Gewässer dienen als natürliche Kaltluftentstehungsgebiete. Sie fördern die nächtliche Kaltluftbildung und verbessern das Mikroklima, auch in angrenzenden Siedlungsbereichen. Wälder und Ufergehölze verbessern das lokale Klima durch Verschattung und Lenkung von Luftströmen. Diese Prozesse wirken besonders in Tälern und dicht besiedelten Regionen aufgrund unterschiedlicher Dichte von kalten und warmen Luftmassen.

3. Wasserrückhalt und Hochwasserschutz

Starkregen und Hochwasser bereiten in Nordrhein-Westfalen zunehmend Probleme, wie insbesondere die Flut im Juli 2021 gezeigt hat. Intakte Ökosysteme sind eine der wichtigsten natürlichen Schutzstrategien. Auen und Feuchtgebiete dienen als natürliche Wasserspeicher. Sie nehmen große Wassermengen auf, verzögern und dämpfen Abflusswellen und mindern Hochwasserspitzen an Flüssen wie Rhein, Lippe, Ruhr, Wupper oder Erft. Böden mit hohem Anteil organischer Substanz können Regenwasser besser speichern. Humusreiche und naturnahe Böden erhöhen die Versickerungsrate und reduzieren dadurch den Oberflächenabfluss. Intakte Moore speichern nicht nur Wasser, sondern binden auch CO_2 – ein doppelter Beitrag zur Klimaanpassung und Klimaschutz. Naturnahe Flüsse stabilisieren Abflussregime, indem sie den Abfluss verzögern, dadurch Wasser länger zurückhalten und so stetiger wieder abgeben. Begradigte Fließgewässer beschleunigen den Abfluss und erhöhen Hochwassergefahren. Renaturierte Flüsse schaffen dagegen Raum für Retention, Sedimentablagerung und naturnahe Entwicklung.

4. Resilienz der Landschaft durch ökologische Funktionsfähigkeit

Intakte Ökosysteme machen Landschaften und Gesellschaften langfristig widerstandsfähiger. Sie sorgen für eine Selbstregulation des Wasserhaushalts. Natürliche oder naturnahe Landschaften gleichen Schwankungen zwischen Trockenheit und Starkregen besser aus. Intakte Vegetation verhindert Erosion, steigert Infiltration und schützt Infrastruktur und puffert so Extremwetterereignisse. Gleichgültig, ob Hitze, Dürre, Starkregen oder Stürme – vielfältige Ökosysteme reduzieren die Intensität der Folgen.

Indem Ökosysteme ihre natürlichen Funktionen erfüllen (Reinigung, Pufferung, Filtration), dienen sie indirekt der Stabilität der Trinkwasserversorgung, der landwirtschaftlichen Produktion sowie der Gewässerqualität und verbessern so die Versorgungssicherheit.

Nordrhein-Westfalen ist aufgrund der Kombination aus dichter Besiedlung, industrieller Nutzung, intensiv beanspruchten Flusslandschaften und den klimawandelbedingten Belastungen wie Hochwasser, Dürre, Hitze und Extremniederschlägen in besonderem Maße auf leistungsfähige und stabile Ökosysteme angewiesen. Die großen Flusseinzugsgebiete (Rhein, Lippe, Ruhr, Emscher, Wupper, Erft) reagieren empfindlich auf Starkregen und Hochwasser. Städte wie z.B. Köln, Düsseldorf, Essen und Dortmund sind vom Hitzeinseleffekt besonders betroffen. Wasserknappheit in Trockenregionen (z. B. in Ostwestfalen oder im Münsterland) nimmt zu, Niederschlagsverteilungen ändern sich und selbst in regenreichen Regionen wie z.B. dem Sauerland und der Eifel kann es zu langen Trockenperioden kommen. Dabei sind viele Ökosysteme durch Nutzung, Flächenversiegelung oder Gewässerverbau bereits in ihren Funktionen geschwächt. Eine naturnahe Landschaftsgestaltung mit z.B. renaturierten Gewässern und der Schutz ökologischer Strukturen sind daher nicht nur zum Schutz der Biodiversität wichtig, sondern elementarer Bestandteil der Klimafolgenanpassung und eine zentrale Voraussetzung für die langfristige Sicherung zentraler Daseinsfunktionen in Nordrhein-Westfalen (Vgl. Begon et al. 2017; Odum und Barrett 2005; Bastian und Schreiber 1999; Amelung et al. 2018; Hölting und Coldewey 2013; Leser und Löffler 2017).

3.1.2 Wissenschaftliche Grundlagen und zentrale Konzepte

Ökosysteme werden häufig vor allem als vom Klimawandel betroffene Systeme betrachtet. Zunehmend rückt jedoch ihre aktive Rolle für die Stabilisierung des Wasserhaushalts in den Fokus, insbesondere im Rahmen naturbasierter Lösungen (nature-based solutions, NbS[4]) (UBA 2025f, S. 27–28).

Ein Ansatz bietet die Ökohydrologie. Als wissenschaftliche Disziplin beschäftigt sie sich mit dem wechselseitigen Einfluss zwischen hydrologischen und ökologischen Prozessen (Boden- und Vegetationsrückkopplungen). Sie untersucht, wie Wasserverfügbarkeit ökologische Systeme prägt und wie diese wiederum Wasserflüsse steuern. Mit Blick auf grünes und blaues Wasser analysiert die Ökohydrologie insbesondere, wie in der Vegetation gebundenes Wasser und Bodenfeuchte (grünes Wasser) die Wasserspeicherung, -qualität und -verfügbarkeit aquatischer Systeme (blaues Wasser) und der Atmosphäre beeinflusst (Ibisch 2024, S. 3).

[4] Nature-based Solutions (NbS, deutsch: naturbasierte Lösungen) sind von der Natur inspirierte Maßnahmen, die Ökosysteme schützen, nachhaltig bewirtschaften oder wiederherstellen. Sie können gesellschaftliche Herausforderungen wie Klimawandel, Biodiversitätsverlust oder Hochwasser lösen, während sie gleichzeitig Vorteile für Mensch und Natur bieten. Beispiele sind Wiederaufforstung, Moorschutz oder urbane Grünflächen.

Durch Prozesse wie z. B. der Durchwurzelung von Böden, die auf Bodenstruktur und Versickerung einwirkt, der aktiven Wasseraufnahme in Pflanzen oder der Wasserspeicherung in Streuschicht und Totholz ist die Vegetation selbst Teil des Wasserhaushaltes und beeinflusst das Mikro- und Mesoklima. Wälder sind Wasserpumpen und tragen so zur Bildung von Niederschlägen bei. So wird in der Fachwelt über Waldmehrung diskutiert, die in Europa zu einer deutlichen Zunahme von 7,6 (± 6,7) Prozent der Sommerniederschläge führen könnte (Meier et al. 2021, S. 473–478). Zudem gibt es Hinweise darauf, dass größere Waldgebiete – auch in Europa – die konvektive Bewölkung fördern und dadurch die Energiemenge beeinflussen, die die Bodenoberfläche erreicht (Goessling et al. 2025, S. 1).

Je größer ein Wald, desto besser kann dessen kühlende Wirkung an heißen Tagen dazu beitragen kritische Höchsttemperaturen, extreme Lufttrockenheit und Wasserverluste auf Landschaftsebene zu minimieren (Ibisch 2024, S. 5). Wälder und Bäume seien sogar als Hauptregulatoren innerhalb der Wasser-, Energie- und Kohlenstoffkreisläufe anzuerkennen. In einer konzeptionellen Übersichtsarbeit von Ellison et al. (2017) wird ein Paradigmenwechsel gefordert. Bislang wurden Wälder überwiegend im Kontext des Kohlenstoffkreislaufs betrachtet. Ellison et al. plädieren hingegen für einen Paradigmenwechsel hin zu einem Modell, in dem die hydrologischen Funktionen und klimakühlenden Effekte von Bäumen und Wäldern in den Vordergrund gestellt werden. Aus Gründen der Nachhaltigkeit sollte die Kohlenstoffspeicherung von Wäldern ein sekundäres, wenn auch wertvolles Nebenprodukt bleiben. Wälder erfüllen darüber hinaus zentrale Funktionen im Landschaftswasserhaushalt, indem sie Nährstoffe binden, Stoffeinträge reduzieren und so zur Stabilisierung der Wasserqualität in angrenzenden Gewässern beitragen (Ellison et al. 2017, S. 51–52).

3.1.3 Auswirkungen des Klimawandels auf Ökosysteme in Nordrhein-Westfalen

Der Klimawandel hat Auswirkungen auf alle Ökosysteme. Er führt zu Veränderungen des Wasserhaushalts, höheren Temperaturen, Hitzewellen, einer wachsenden Variabilität des Klimas mit zunehmenden Extremwetterereignissen und zu Verschiebungen der Jahreszeiten. Diese Effekte wirken gleichzeitig und kumulativ. Multifaktorielle Veränderungen erzeugen komplexe Reaktionsmuster der Ökosysteme, die sich häufig nicht linear verhalten und nur eingeschränkt prognostizierbar sind. Besonders betroffen sind Gewässer und wasserabhängige Ökosysteme wie Moore und solche, die stabile Umweltbedingungen benötigen, wie z. B. Wälder. Insbesondere in Nordrhein-Westfalen sind Forste bereits großflächig abgestorben oder massiv geschädigt. Der Umgang mit diesen Kalamitätsflächen ist für die zukünftige Bewaldung von großer Bedeutung (siehe auch Kapitel 3.4) (Ibisch 2024, S. 7; Linnemann 2024, S. 1).

3.1.3.1 Terrestrische Ökosysteme[5]

Besonders relevant ist die Entstehung sogenannter „heißer Dürren", bei denen Trockenheit und extreme Hitze gleichzeitig auftreten. Aufgrund der komplexen Organisation ökologischer Systeme manifestieren sich Stressreaktionen gleichzeitig auf verschiedenen Ebenen — von Einzelorganismen über Populationen und Artengemeinschaften bis hin zu funktionalen Ökosystemprozessen. Klimatische Extremereignisse können sich gegenseitig verstärken, etwa wenn verringerte Bodenfeuchte zu verringerter Verdunstung führt und dadurch die fühlbare Wärme[6] weiter ansteigt (Ibisch 2024, S. 8).

Der Boden spielt eine Schlüsselrolle: Bodentemperaturen steigen bei Temperaturanomalien oft stärker als die Lufttemperatur. In Kombination mit sinkender Bodenfeuchte wird die Wasserrückhaltefähigkeit des Bodens reduziert und degradative Prozesse begünstigt (Ibisch 2024, S. 8).

Extremwetterereignisse wie Hitzewellen, ausgeprägte Dürren und Starkregen treten zunehmend häufiger auf. Ein zentrales Problem für viele Ökosysteme scheint die austrocknende Wirkung von heißer Luft zu sein. Das sogenannte Dampfdruckdefizit (DDD), der „Wasserhunger" der Luft, steigt exponentiell mit der Temperatur an. Hohe DDD-Werte beeinträchtigen wesentliche pflanzenphysiologische Funktionen — etwa Photosynthese, Wasserstatus, Wachstum und Überleben. „Eine große atmosphärische Trockenheit und hohe Temperaturen beschränken das Baumwachstum, selbst wenn im Boden Wasser verfügbar ist" (Ibisch 2024, S. 9). Dabei differieren Baumarten deutlich in ihrer Empfindlichkeit und ihren Strategien gegenüber hohen DDD-Werten, was tiefgreifende Konsequenzen für Konkurrenzverhältnisse, Vitalität und langfristige Artenzusammensetzung von Waldökosystemen haben kann. Andererseits wird die Luftfeuchtigkeit wiederum über Verdunstungseffekte stark von vitaler Vegetation und bestimmten Ökosystemstrukturen beeinflusst. Dies gilt nicht nur für Bäume und Wälder, sondern allgemein für terrestrische Pflanzen, so auch z. B. für landwirtschaftliche Nutzpflanzen (Ibisch 2024, S. 8 ff.).

Mehrfach- bzw. Komplexereignisse („compound events"), darunter auch aufeinanderfolgende Dürreperioden („compound droughts"), nehmen in Europa zu und stehen in engem Zusammenhang mit erhöhter Mortalität verschiedener Baumarten. So waren die im Jahr 2019 aufgetretenen Vegetationsschäden stark von der Vorschädigung im Jahr 2018 abhängig (Ibisch 2024, S. 12).

Insgesamt deuten aktuelle Forschungsergebnisse darauf hin, dass bei fortschreitendem Klimawandel über eine Verschiebung von Klima- und Vegetationszonen hinaus ein neuartiges Klima entste-

[5] Terrestrische Ökosysteme sind Lebensgemeinschaften von Organismen (Biozönose) und deren unbelebter Umwelt (Biotop), die sich auf dem Festland befinden.

[6] Fühlbare Wärme (sensible Wärme) ist Energie, die bei Zufuhr oder Abfuhr die Temperatur eines Stoffes ändert, messbar mit einem Thermometer. Latente Wärme ist „versteckte" Energie, die bei Phasenübergängen (z. B. Verdampfen, Kondensieren) aufgenommen oder abgegeben wird.

hen könnte (Biomwechsel) mit gravierenden Folgen für Ökosysteme und die in ihnen lebenden Organismen (Ibisch 2024, S. 12).

3.1.3.2 Bodenökosysteme und Mikrobiome

Böden sind mit unterschiedlichsten Organismen besiedelt, wie z.B. Bakterien, Pilzen und einer Vielzahl verschiedenster Tiere. Böden und ihre biologischen Gemeinschaften sind zentrale Steuerungsgrößen des Wasserhaushalts terrestrischer Ökosysteme. Die Fähigkeit von Ökosystemen, Niederschlagswasser aufzunehmen, zu speichern und verzögert wieder abzugeben, hängt maßgeblich von Bodenstruktur, Durchwurzelung und mikrobiellen Prozessen ab. Bodenorganismen tragen wesentlich zur Porenbildung, Belüftung, Nährstoffdynamik und Wasserhaltekapazität bei und bestimmen damit Resistenz und Resilienz von Ökosystemen gegenüber klimatischen Stressoren (Ibisch 2024, S. 14).

Klimabedingte Extremereignisse wie Dürre und Hitze verändern diese Bodenmikrobiome deutlich und wirken sich damit unmittelbar auf Bodenfunktionen aus. Insbesondere bakterielle Gemeinschaften reagieren empfindlich auf Trockenstress, während pilzdominierte Systeme tendenziell stabiler bleiben. Diese Verschiebungen führen zu funktionalen Veränderungen im Boden, die die Wasserhaltefähigkeit und die Regenerationsfähigkeit der Systeme schwächen. Die kombinierten Effekte von Hitze- und Dürreereignissen auf Böden und ihre biologischen Prozesse werden bislang wahrscheinlich unterschätzt (Ibisch 2024, S. 14–15).

Kommt es infolge anhaltender Trockenheit und Hitze zu großflächigem Baum- oder Waldsterben, kippen diese funktionalen Zusammenhänge grundlegend. Der Verlust der Vegetation geht mit massiven Veränderungen des Bodenmikrobioms einher, insbesondere mit starken Rückgängen symbiotischer Pilze und einer tiefgreifenden Umstrukturierung der mikrobiellen Gemeinschaften. Dadurch werden zentrale Bodenfunktionen nachhaltig beeinträchtigt mit negativen Folgen für Wasserhaushalt, Stoffkreisläufe und die langfristige Stabilität der Ökosysteme (Ibisch 2024, S. 15).

3.1.3.3 Moore, Auen, Feuchtgebiete, Gewässer

Der Klimawandel wirkt sich stark auf Moore, Auen und Feuchtgebiete aus, da diese Ökosysteme in hohem Maße von Wasserverfügbarkeit, Temperaturregimen und hydrologischen Prozessen abhängen, allerdings auf jeweils unterschiedliche Art und Weise (Pusch 2024, S. 3).

<u>Moore</u>

Moore zählen zu den größten terrestrischen Kohlenstoffspeichern, in Nordrhein-Westfalen z.B. das Hohe Venn in der Eifel oder das Weiße Venn bei Haltern am See. Insbesondere vorgeschädigte

Moore reagieren besonders empfindlich auf klimawandelbedingte Veränderungen. Durch steigende Temperaturen und eine Zunahme von Trockenperioden sinkt der Wasserstand vieler Moore, wodurch der Moorkörper belüftet wird und die typischen anaeroben Bedingungen verloren gehen. In der Folge wird der zuvor konservierte Torf mineralisiert. Moore können so von Kohlenstoffsenken zu erheblichen -quellen werden und zusätzlich Lachgas emittieren (Deutscher Bundestag und Wissenschaftliche Dienste 2023, S. 4, 8f.; Sommerhäuser 2024, S. 3; Schäfer 2024, S. 12).

Gleichzeitig verlieren moortypische Arten ihre Lebensgrundlage (Linnemann 2024, S. 1). Schwingrasen können bei Trockenheit „auflanden" und dann am Grund anwachsen. Bei Wiederanstieg des Wasserspiegels können diese dann am Grund verhaftet bleiben und absterben (Rückriem 2023, S. 69). Darüber hinaus können austrocknende Moorflächen anfällig für Brände werden, was die Freisetzung gespeicherter Kohlenstoffvorräte weiter verstärkt (Sim et al. 2023, S. 12). Insgesamt erhöht der Klimawandel das Risiko einer weitflächigen Degradierung dieser Ökosysteme.

Auen

Auenökosysteme sind eng an natürliche Hochwasserereignisse und Überflutungszyklen gebunden. Die Überflutungshäufigkeit und -intensität nimmt dabei von der Hartholzaue über die Weichholzaue bis hin zu Sand- und Kiesbänken zu. Anthropogene Veränderungen wie Kanalisierung und Eindeichung haben dazu geführt, dass semi-aquatische Ökosysteme zunehmend vom Hauptfluss abgeschnitten wurden. Der Klimawandel führt darüber hinaus zu einer Veränderung und Destabilisierung der hydrologischen Prozesse. Während Starkregenereignisse häufiger zu abrupten Überschwemmungen vor allem kleinerer und mittlerer Fließgewässer führen, verursachen längere Trockenphasen eine Entkopplung der Aue vom Fluss. Dies beeinträchtigt Bestand und Regeneration auentypischer Organismen, die auf regelmäßige Überflutungen angewiesen sind. Damit können wichtige ökologische Funktionen wie Nährstoffrückhalt, Hochwasserschutz, Habitatvernetzung und Grundwasserneubildung beeinträchtigt werden. Insgesamt verlieren Auen durch den Klimawandel an ökologischer Stabilität und Funktionsfähigkeit, gleichzeitig können sie helfen, den Auswirkungen des Klimawandels entgegenzuwirken (Coder et al. 2025, S. 6–7).

Feuchtgebiete

Die verbliebenen Feuchtgebiete wie Bruchwälder, Sümpfe, Flachwasserbereiche, Feucht- und Nasswiesen sind in starkem Maße von der Wasserverfügbarkeit abhängig. In Nordrhein-Westfalen zählen dazu z.B. der Naturpark Schwalm-Nette, die Dingdener Heide, das Hohe Venn, das Große Torfmoor, das Venner Moor, die Bislicher Insel, die Rieselfelder Münster, die Senne, die Wahner Heide, die Feuchtwiesen im nördlichen Münsterland oder auch das Weiße Venn-Geisheide. Die Folgen des Klimawandels mit erhöhten Verdunstungsraten und einer sich ändernden Niederschlagsverteilung führen zu ausgeprägteren saisonalen Wasserstandsschwankungen. Viele dieser Gebiete trocknen

häufiger aus oder weisen nur noch kurzzeitige Vernässung auf. Dadurch verändern sich sowohl die chemischen als auch die biologischen Prozesse (Schäfer 2024, S. 2, 9, 12).

Feuchtigkeitsliebende Arten werden zunehmend durch trockenheitsresistente ersetzt, was zu tiefgreifenden Verschiebungen in der Artenzusammensetzung führt. Besonders anfällig sind Amphibien und andere Organismen, deren Lebenszyklen eng an Feuchtphasen gebunden sind (Moor et al. 2015, S. 1; Schäfer 2024, S. 12).

Fließgewässer

Kleine Fließgewässer können im Sommerhalbjahr zunehmend und länger anhaltend trockenfallen. Während es vielen Arten der kleineren Fließgewässer bei kurzem Trockenfallen gelingt diese Zeiten im feuchten Sediment oder in Restwasser zu überdauern, so wird dies umso schwieriger, je länger die Trockenphasen andauern. Je nach Ausprägung kann eine Wiederbesiedlung große Zeiträume beanspruchen. Die Wiederbesiedlung hängt ab von der Ausbreitungsgeschwindigkeit der jeweiligen Art (z.B. Muschel versus Fluginsekt) und dem Vorhandensein von Quellpopulationen in räumlicher Nähe (Sommerhäuser 2024, S. 2; Pusch 2024, S. 1,3; Schäfer 2024, S. 2; Linnemann 2024, S. 3). Fallen Organismen dauerhaft aus, kann dies dazu führen, dass ein Gewässer in der Systematik der Wasserrahmenrichtlinie in eine schlechtere Zustandsklasse fällt (Landtag Nordrhein-Westfalen 2024, S. 5).

Mit zunehmender Häufigkeit und Dauer von Niedrigwasserperioden infolge des Klimawandels können sich die Relationen zwischen natürlichem Abfluss und den verschiedenen stofflichen Einträgen in Gewässer verschieben. Die daraus resultierenden Konzentrationseffekte stellen neue Anforderungen an Gewässerschutz und Abwasserbehandlung. Vor diesem Hintergrund ist eine Weiterentwicklung wasserwirtschaftlicher Strategien erforderlich, um die Resilienz der Gewässerökosysteme langfristig zu sichern (Pusch 2024, S. 1).

Durch die allgemeine Erwärmung schrumpfen die Areale kälteliebender Arten wie z. B. Bachforelle und Äsche. Sie sind gezwungen sich in die Oberläufe bzw. auf größere Meereshöhe zurückzuziehen. Dadurch werden Populationen voneinander isoliert, bis hin zu ihrem Verschwinden (Pusch 2024, S. 2; Noppen 2024, S. 1). Auf der anderen Seite breiten sich wärmetolerante bzw. -liebende Arten aus, darunter invasive Neobiota (Sommerhäuser 2024, S. 1; Noppen 2024, S. 1, 3).

Wenn Wälder regional absterben, wird die Wasserbilanz negativ beeinflusst. Dadurch erhöht sich die Wahrscheinlichkeit und Intensität von Hochwasserereignissen in kleinen und mittleren Gewässern (Pusch 2024, S. 1; Schäfer 2024, S. 1).

Durch die Zunahme von Starkregenereignissen in Anzahl und Intensität treten kurzzeitige Hochwässer häufiger auf. Aquatische Organismen werden verstärkt verdriftet und die veränderte hyd-

raulische Belastung führt zu erheblichen Beeinträchtigungen von Lebensräumen. Nähr- und Schadstoffe werden vermehrt eingetragen, ebenso wie Sedimente aus der Erosion landwirtschaftlicher Böden. Durch vermehrte Abschläge aus der Mischwasserkanalisation nimmt die hydraulische und stoffliche Belastung weiter zu (Sommerhäuser 2024, S. 1). Fäkal-coliforme Bakterien sowie plötzlicher Sauerstoffschwund in Fließgewässern gehen maßgeblich auf Regenüberläufe zurück (Sommerhäuser 2024, S. 3).

Die Rolle von Querbauwerken

Querbauwerke (z. B. Wehre, Schwellen, Sohlabstürze, Staustufen und Wasserkraftanlagen) stellen eine der zentralen hydromorphologischen Belastungen von Fließgewässern dar und haben erhebliche Auswirkungen auf deren ökologischen Zustand. Ihre Wirkungen auf Durchgängigkeit, Sedimenttransport und biologische Vielfalt sind durch zahlreiche wissenschaftliche Studien und behördliche Bewertungen belegt (European Environment Agency 2021; Keeley et al. 2022, S. 372–382; Chan et al. 2025, S. 2020; Sun et al. 2023, S. 1).

Querbauwerke verhindern oder erschweren die Wanderung von Fischen, Rundmäulern und wirbellosen Organismen. Dadurch werden die Laich- und Aufwuchsgebiete voneinander getrennt, was zu Populationsrückgängen wandernder Arten, zur genetischen Isolation von Teilpopulationen sowie zu Beeinträchtigungen bodenlebender Wirbellosengemeinschaften führen kann (Sommerhäuser 2024, S. 2). Im Fall der Talsperren können Querbauwerke in Gewässersystemen zur Abflussstabilisierung im Unterlauf beitragen und Nutzungskonflikte – etwa im Hinblick auf Wasserverfügbarkeit in Trockenperioden – sichern. Diese Zielkonflikte unterstreichen die Notwendigkeit einer differenzierten Bewertung und standortangepasster Lösungen (Auel et al. 2025, S. 49).

Querbauwerke verändern die Strömungsgeschwindigkeit, Turbulenz, Wassertiefe und Gewässerkontinuität. Durch den Verlust natürlicher Strömungsdiversität findet eine Vereinheitlichung der Lebensräume statt. Kies- und Laichhabitate werden durch Kolmation[7] entwertet. Es bilden sich u.a. Schlammablagerungen im Rückstaubereich (MUNLV 2005, S. 37; Szarek-Gwiazda et al. 2023, S. 1; Baumgartner et al. 2013, S. 4; Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ 2020, S. 30).

Querbauwerke unterbinden den natürlichen Geschiebetransport. Sedimente werden oberhalb des Bauwerkes zurückgehalten und fehlen dann unterhalb. Dies zieht dann wiederum eine Sohlenerosion (Tiefenerosion) unterhalb nach sich, die zu Instabilität der Ufer und zunehmender Entwässerung der umliegenden Landschaft führen kann (Drainwirkung) (LANUV 2018b, S. 126).

7 Verstopfung der Sedimentzwischenräume

Stauhaltungen in Fließgewässern (hier nicht Talsperren) wirken wie Flachseen oder Teiche und bedingen damit thermische und chemische Veränderungen. Sie stellen eine Barriere für fließgewässertypische Arten dar. Insbesondere im Sommerhalbjahr erwärmt sich das Wasser im Rückstaubereich. Ganz allgemein verringert sich die Sauerstofflöslichkeit mit zunehmender Erwärmung. In Kombination mit erhöhter Algen- oder Pflanzenbiomasse, die nachts Sauerstoff zehrt, können anaerobe, d.h. sauerstofffreie Zustände eintreten. Tiere ersticken und anaerobe Zersetzungsprozesse führen zu „interner Düngung" sowie Methan- und Lachgasbildung (Pusch 2024, S. 2; Sommerhäuser 2024, S. 2–3). In flachen sandigen Landesteilen können Querbauwerke als Kulturstaue allerdings auch die landseitige Entwässerung verringern.

Neben den genannten Effekten treten bei Wasserkraftanlagen zusätzliche ökologische Beeinträchtigungen auf, insbesondere durch die Schädigung abwandernder Fische (MUNLV 2005, S. 10).

Seen/Stauseen/Talsperren/Stillgewässer

Die Oberflächentemperatur von Seen ist in den letzten 30 Jahren stärker angestiegen als die Lufttemperatur. Dadurch dauert die stabile Wasserschichtung[8] länger an, wodurch der Sauerstoffgehalt in den tieferen Wasserschichten abnimmt (Sommerhäuser 2024, S. 2). Durch steigende Wassertemperaturen verschlechtert sich die Wasserqualität und Algenblüten sowie Sauerstoffmangel nehmen zu (Moor et al. 2015, S. 1).

Talsperren leisten einen unverzichtbaren Beitrag zur Wasserversorgung und zum Hochwasserschutz. Durch eine gezielte Bewirtschaftung können sie zudem dazu beitragen, ökologische Mindestabflüsse in Unterläufen insbesondere in Trockenperioden einzuhalten. Diese Abflusssteuerung kann lokal zur Stabilisierung wasserabhängiger Lebensräume beitragen, steht jedoch in einem Zielkonflikt mit anderen ökologischen Wirkungen von Talsperren (Landtag Nordrhein-Westfalen 2024, S. 4). Die Kombination der Folgen des Klimawandels und den vielen Aufgaben, denen Talsperre zukommen, sind sie stärkeren Wasserspiegelschwankungen unterlegen. Das hat vielfältige Auswirkungen u. a. auf die an und in ihnen lebenden Organismen, z.B. Laichplatzverlust, Jahrgangsausfälle von Fischbrut oder Habitatverarmung durch Strukturverlust (Röhricht, Makrophyten).

[8] Die Wasserschichtung (thermische Stratifikation) beschreibt die jahreszeitlich wechselnde vertikale Gliederung eines Sees in Wasserkörper unterschiedlicher Temperatur und Dichte. Ursache ist die Dichteanomalie des Wassers: Wasser besitzt bei 4 °C seine größte Dichte. Temperaturunterschiede führen daher zu stabilen Schichtungen oder zu vollständiger Durchmischung. Je nach Mischverhalten wird zwischen dimiktisch (2 Zirkulationen (Frühjahr, Herbst) – typisch für viele Seen in NRW), monomiktisch (1 Zirkulation pro Jahr), polymiktisch (häufige Durchmischung (flache Seen)) und meromiktisch (keine vollständige Durchmischung (dauerhaft geschichtete Seen)) unterschieden.

Quellen

Naturnahe Quellen und Quellbereiche bilden eine Schnittstelle zwischen Grundwasser und Fließgewässern. Sie sind oft durch hochspezialisierte kälteliebende Arten besiedelt. Durch ausgeprägte Trockenperioden können Quellen trockenfallen und die an sie gebundenen Arten verloren gehen (Noppen 2024, S. 4).

Grundwasser

Der Klimawandel kann regional und temporär zu sinkenden Grundwasserständen führen. Dadurch können sich die Austauschprozesse zwischen Grund- und Oberflächengewässern verändern. In Trockenperioden kann es dazu kommen, dass Fließgewässer und Feuchtgebiete Wasser an das Grundwasser verlieren oder abschnittsweise austrocknen, während zugleich vermehrt in belasteten Gewässerabschnitten Oberflächenwasser – einschließlich gereinigtem Abwasser und Wärme – in den Untergrund infiltriert (Sommerhäuser 2024, S. 1; Hahn 2021, S. 1).

Zugleich steigen die Temperaturen im Grundwasser, was inzwischen auch in größeren Tiefen nachgewiesen wird. Diese Entwicklung kann die Lebensgemeinschaften grundwasserbewohnender Wirbelloser beeinträchtigen, die an dauerhaft kühle und nährstoffarme Bedingungen angepasst sind. Bereits moderate Temperaturerhöhungen oder zusätzliche Nährstoffeinträge können die Artenzusammensetzung verändern. Studien zeigen, dass viele Grundwasserorganismen nur begrenzte thermische Toleranzbereiche aufweisen und erhöhte Temperaturen ökologische Veränderungen auslösen können (Hahn 2021, S. 1; Griebler et al. 2014, S. 108–111).

Neobiota

Vieles deutet darauf hin, dass das Risiko der Invasivität von gebietsfremden Arten sich durch den Klimawandel deutlich verstärkt (Ibisch 2024, S. 21).

Steigende Temperaturen infolge des Klimawandels fördern die Ausbreitung gebietsfremder Arten auch in aquatischen Lebensräumen. Während heimische, an kühlere Bedingungen angepasste Arten zunehmend unter Hitzestress und Trockenheit leiden und dadurch an Konkurrenzkraft verlieren, profitieren wärmeliebende und wärmetolerante Neobiota. Diese mitunter invasiven Arten können sich dann stark ausbreiten und einheimische Arten verdrängen (Noppen 2024, S. 1; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ad, S. 2–3; Schäfer 2024, S. 9). Mildere frostfreie Winter begünstigen zusätzlich das Überleben wärmeangepasster Neobiota. Haben sie erst einmal ökologische Nischen besetzt, lassen sie sich in der Regel kaum wieder zurückdrängen (Sommerhäuser 2024, S. 3). Wie relevant diese Entwicklungen bereits heute in Nordrhein-Westfalen sind, zeigt das Beispiel der Quaggamuschel. Die Quaggamuschel beeinträchtigt Gewässer im Ruhreinzugsgebiet erheblich, indem sie techni-

sche Anlagen wie Wasserleitungen, Pumpen und Kraftwerksinfrastrukturen besiedelt und verstopft. Zugleich verschlechtert sie durch Veränderungen von Nährstoffkreisläufen und Wasserqualität die ökologischen Bedingungen und damit auch die Attraktivität der Talsperren für Badegäste und Wassersportler. Um die weitere Verbreitung zu verhindern, setzt der Ruhrverband verstärkt auf Monitoring und Aufklärung der Nutzergruppen (Ruhrverband o. J.).

Mobile Arten mit mehreren Generationszyklen pro Jahr, etwa invasive Stechmückenarten wie die Asiatische Tigermücke, können trocken gefallene Gewässer nach Wiederbenetzung besonders schnell besiedeln. Dadurch können neue Gesundheitsrisiken entstehen. Sie gelten als potenzielle Vektoren für Krankheiten wie Dengue- oder Chikungunya-Fieber, deren Bedeutung mit steigenden Temperaturen zunehmen kann (siehe dazu Kapitel 3.6 „Gesundheit“) (Sommerhäuser 2024, S. 3; Pusch 2024, S. 2).

Biodiversität

Rasch eintretende ökologische Veränderungen infolge kombinierter Hitze- und Dürreereignisse können lokale Populationen erheblich beeinträchtigen und im Zusammenwirken mit weiteren Stressoren zu deutlichen Bestandsrückgängen bis hin zum Erlöschen führen, insbesondere bei bereits geschwächten Populationen.

Dies dürfte vor allem auf eine Vielzahl bedrohter Arten zutreffen, die häufig nur noch in verinselten Schutzgebieten verbreitet sind (z.B. Arktische Smaragdlibelle *Somatochlora arctica* Zetterstedt). Auch feuchte- und kühleliebende Organismen wie z. B. Amphibien sowie solche mit geringer ökologischer Plastizität[9] sind grundsätzlich gefährdet. Fehlende Wanderkorridore, geringe Ausbreitungsgeschwindigkeiten und ein Mangel an Quellpopulationen können eine Wiederbesiedlung verlorener Habitate verhindern. Daher ist nicht nur mit geografischen Verschiebungen von Artarealen zu rechnen, sondern vor allem mit deren deutlicher Verkleinerung. Durch die komplexen Wirkpfade klimatischer Veränderungen, dem Überschreiten ökologischer Kipppunkte oder dem vermehrten Auftreten von Pathogenen sind zukünftige Verbreitungsgebiete nur schwer vorhersehbar (Ibisch 2024, S. 20; Pusch 2024, S. 2–3; Sommerhäuser 2024, S. 3; Schäfer 2024, S. 11).

Langzeitstudien zur europäischen Süßwasserbiodiversität (1968–2020) zeigen, dass Renaturierungsmaßnahmen in den 1990er und frühen 2000er Jahren zunächst Verbesserungen bewirkten, jedoch in den 2010er Jahren eine erneute negative Entwicklung einsetzte.

[9] Ökologische Plastizität beschreibt die Anpassungsfähigkeit einer Art an unterschiedliche Umweltbedingungen und bestimmt, wie breit das Spektrum ökologischer Faktoren ist, innerhalb dessen sie überleben kann.

Nach Auswertung der zugrunde liegenden Langzeitstudien werden hierfür insbesondere stoffliche Belastungen, klimatische Veränderungen und die Ausbreitung invasiver Arten als wesentliche Ursachen benannt (Ibisch 2024, S. 23).

Feuchte- und kälteliebende Arten werden sich nur noch an Orten mit hinreichender Wasserverfügbarkeit, gemäßigten Temperaturen und einer möglichst stabilen Vegetation halten können.

3.1.4 Belastungen durch Schadstoffe, Nährstoffe und Keime

Pflanzenschutzmittel werden angewendet, um unerwünschte Organismen von Nutzpflanzen fernzuhalten. Antiparasitika und Antibiotika haben unter ökologischen Gesichtspunkten eine Pestizidähnliche Wirkung. Über den Pflanzenbau hinaus werden solche Stoffe auch in anderen Bereichen eingesetzt, etwa in Fassadenfarben gegen Algenaufwuchs oder gegen Parasiten bei Nutz- und Haustieren. Über den Luftpfad, Versickerung und Abschwemmungen gelangen diese Stoffe und ihre Metabolite auch an Orte, an denen sie unerwünscht sind, beispielsweise Grundwasser, Oberflächengewässer, Kulturlandschaften oder terrestrische Schutzgebiete und können hier eine schädliche Wirkung entfalten (UBA 2014a, S. 11f.,14; Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) 2014, S. 68, 73f.; UBA 2023a, S. 1f.; RAL gGmbH und UBA 2022, S. 5, 7; SRU 2016b, S. 365, 368, 376-384, 389ff., 409f.; LAWA 2022, S. 7, 87-90; UBA o. J.b).

Schad- und Nährstoffe können unsere Ökosysteme in vielfältiger Art und Weise belasten. Chemische Stoffe sind für Landwirtschaft, Medizin, Industrie und Alltag unverzichtbar. Die ökologischen Risiken hängen wesentlich von Einsatzmengen, Anwendungskontext und Eintragspfaden ab.

Arzneimittelrückstände sowie (pathogene und multiresistente) Keime können durch verschiedene Nutzungen in die Umwelt gelangen. Die Einträge sind dabei kontextabhängig und unterscheiden sich regional, saisonal und je nach Bewirtschaftungs- und Nutzungspraxis deutlich. So ist es möglich, dass Wirtschaftsdünger aus landwirtschaftlichen Betrieben auf Flächen ausgebracht wird und dabei gegebenenfalls Spurenstoffe in Böden und Gewässer einträgt. Ebenso können anthropogene Aktivitäten, etwa im Bereich der Abwasserbehandlung, mitunter dazu führen, dass bestimmte Stoffe in Oberflächengewässer gelangen. Neben Arzneimittelrückständen gibt es zahlreiche weitere Mikroschadstoffe aus unterschiedlichen Anwendungsbereichen, die über verschiedene Wege – wie Abschwemmung, Versickerung oder atmosphärische Deposition – in Grund- und Oberflächengewässer gelangen können. Hierzu zählen sowohl diffuse als auch punktuelle Einträge aus Siedlungen, Industrie und Landwirtschaft. Besonders bestimmte langlebige Stoffe wie per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) können unabhängig vom Abwasserpfad aus weiteren Quellen sowie durch die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln und atmosphärische Verbreitung in Böden, Grund- und Oberflächengewässer gelangen. Mikroschadstoffe können aufgrund ihrer Beständigkeit, Mobilität und teilweise toxischen Eigenschaften – insbesondere unter veränderten klimatischen Bedingun-

gen wie veränderten Abflussverhältnissen, geringerer Verdünnung bei Niedrigwasser und erhöhter Mobilisierung bei Starkregen – eine zunehmende Herausforderung für aquatische Ökosysteme und Wasserressourcen darstellen (UBA o.J.i; BMUV 2025, S. 35f.; BUND 2023, S. 6f.; Graham et al. 2024, S. 1f., 9; Mandaric et al. 2019, S. 562, 568).

Nährstoffe, wie Phosphat und Nitrat, werden in der Landwirtschaft gezielt zur Nutzpflanzenernährung ausgebracht. Häufig werden diese Nährstoffe von den Nutzpflanzen nicht vollständig aufgenommen und die Überschüsse können dann durch Versickerung ins Grundwasser gelangen (Nitrat) oder über Drainagen, Zwischenabfluss und Abschwemmungen in Oberflächengewässer. Über den Luftpfad findet zudem eine Deposition von Ammoniak und Stickoxyden aus der Ausbringung von Wirtschaftsdünger, Tierhaltungen, aber auch Hausbrand und dem Verkehr in der Fläche statt (diffuse Quellen). Aus den Kläranlagen werden relevante Mengen von vor allem Phosphat aber auch Nitrat in Fließgewässer abgegeben (Punktquellen). In Oberflächengewässern ist (Ortho-)Phosphat häufig der limitierende Nährstoff für das Algen- und Pflanzenwachstum, während in marinen Systemen vor allem Nitrat eine begrenzende Rolle spielt (UBA o. J.g; LAWA 2020a, S. 249, 259; UBA o. J.c, o. J.h, o. J.e, o. J.f).

Studien zeigen, dass moderne Reinigungsverfahren in Kläranlagen, wie beispielsweise die Pulveraktivkohle-Stufe, die stoffliche Belastung von Fließgewässern deutlich reduzieren können. Dies führt zu verbesserten biologischen Bedingungen für die Gewässerorganismen. Solche Maßnahmen leisten einen wichtigen Beitrag zur Gewässerqualität, ersetzen jedoch nicht die Notwendigkeit weiterer Vorsorge und die Kontrolle anderer Eintragspfade (Triebskorn et al. 2019, S. 2).

In Niedrigwasserphasen, die in Folge der Klimaänderungen erwartbar zunehmen werden, steigen die Konzentrationen der Schadstoffe in Fließgewässern. Die geltenden Anforderungen an Einleitungen in Gewässer beruhen auf den jeweils maßgeblichen rechtlichen Vorgaben und hydrologischen Annahmen. Verringern sich die Abflüsse, können sich die Konzentrationsverhältnisse im Gewässer verändern.

Vor diesem Hintergrund ist es erforderlich, wasserwirtschaftliche Strategien weiterzuentwickeln. Dazu gehören sowohl technische Maßnahmen wie der bedarfsgerechte Ausbau weitergehender Reinigungsverfahren (z. B. eine vierte Reinigungsstufe) als auch vorsorgende Ansätze zur Reduzierung von Stoffeinträgen an der Quelle, um die Gewässerqualität langfristig zu sichern (Pusch 2024, S. 2).

Aktuelle Forschung weist darauf hin, dass sich die Wirkung chemischer Stoffe in Ökosystemen unter veränderten klimatischen Bedingungen verändern kann. So gibt es Hinweise darauf, dass die toxischen Wirkungen bestimmter Pestizide bei höheren Temperaturen oder stärkeren Temperaturschwankungen zunehmen können. Entsprechende temperaturabhängige Wechselwirkungen wurden auch für Mikroplastik beschrieben.

Darüber hinaus kann die Kombination aus klimawandelbedingten Stressoren wie Hitze und Dürre sowie chemischen Belastungen zu einem multifaktoriellen Stress führen, der als möglicher Erklärungsansatz für den Rückgang von Populationen verschiedener Arten diskutiert wird. Insgesamt deuten wissenschaftliche Befunde darauf hin, dass sich chemische Belastungen von Ökosystemen unter den Bedingungen des Klimawandels verstärken könnten (Ibisch 2024, S. 20–21).

Durch die sich ändernde Niederschlagsverteilung nehmen aber auch Starkregenereignisse zu. Dabei fallen innerhalb kurzer Zeit große Wassermengen an. Wird die Versickerungsfähigkeit von Böden überschritten, kann es zu Abschwemmungen von vor allem landwirtschaftlichen Flächen kommen. Dadurch können Sedimente, Pestizide, Keime und Nährstoffe vermehrt in Gewässer eingetragen werden. Aus dem urbanen Umfeld kommt es zu Abspülungen von Schadstoffen wie polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAKs) und Mikroplastik von versiegelten Flächen. Wird das Fassungsvermögen von Regenwasserbewirtschaftungsanlagen überschritten, gelangen auch diese Stoffe unbehandelt in Gewässer. Ebenso werden bei Mischwassersystemen zunehmend und häufiger Kapazitätsgrenzen überschritten und unbehandeltes Abwasser in Gewässer abgeschlagen. Nährstoffe, wie Phosphat, können wiederum zu Überdüngung (Eutrophierung) führen (Sommerhäuser 2024, S. 1, 3; Noppen 2024, S. 1).

3.1.5 Anforderungen an Gewässer- und Landschaftsentwicklung

Zur Klimawandelanpassung und zum natürlichen Klimaschutz, aber auch zum Schutz der Artenvielfalt und Ernährungssicherheit ist die Stabilisierung des Landschaftswasserhaushalts fundamental. „Es empfiehlt sich dringend, alles ‘landschaftsökologisch und sozioökonomisch Mögliche‘ zu tun, um das Land so feucht, grün und kühl wie möglich zu halten und sich damit den lokalen Wirkungen des unvermeidlichen globalen Klimawandels entgegenzustemmen. Es geht zukünftig um eine starke Priorisierung von Landschaftsfunktionen und Ökosystemleistungen, die mit Wasser und mikro- bzw. mesoklimatischer[10] Regulation in Verbindung stehen […]“ (Ibisch 2024, S. 6, 7).

Der klassische Naturschutz mit seiner Ausrichtung an einzelnen Arten oder dem statischen Schutz von Ökosystemrelikten stößt zunehmend an Grenzen. Vor diesem Hintergrund erscheint es ratsam, die „Flughöhe“ bei der Erhaltung intakter Ökosysteme zu vergrößern und den Fokus auf die Schaffung und Erhaltung geeigneter Lebensbedingungen für möglichst viele Organismen und stabile ökologische Gefüge zu richten, wozu insbesondere auch Böden und ihre mikrobiellen Gemeinschaften gehören (Ibisch 2024, S. 20).

[10] Mikro- und mesoklimatische Ebenen beschreiben klimatische Verhältnisse in unterschiedlichen räumlichen Größenordnungen. Während sich das Mikroklima auf kleinste Räume (Meterbereich) bezieht, betrachtet das Mesoklima das Klima einer Landschaft oder Stadt (Kilometerbereich).

So liegt es nahe, unbedingt möglichst große und vergleichsweise kühle Landschaftsbereiche zu erhalten bzw. zu entwickeln und durch wasser- und vegetationsreiche Verbindungsstrukturen („grün-blaue Korridore“) miteinander zu verknüpfen. Diese potenziellen „Klimarefugien“ könnten künftig zur Planung und Priorisierung von Schutzgebieten dienen (Ibisch 2024, S. 20).

Ganz allgemein sind Belastungen durch Nähr- und Schadstoffe weiter zu reduzieren und Anlagen zur Regen- und Abwasserbewirtschaftung den Anforderungen sich ändernder Niederschlagsverteilungen anzupassen (siehe Abschnitt 3.1.4).

Für die Wiederherstellung des guten ökologischen Zustands von Fließgewässern in Nordrhein-Westfalen wird durchgängig betont, dass Gewässer deutlich mehr Raum für eine eigendynamische Entwicklung benötigen. Dies umfasst einen ausreichend breiten Gewässerentwicklungskorridor, die Reaktivierung von Primär- und Sekundärauen sowie die „Entfesselung“ der Ufer, um einen verbesserten Wasserrückhalt in der Landschaft zu erreichen. Renaturierungsmaßnahmen wie die Anlage von Sekundärauen, die Aufweitung des Gewässerprofils und der Rückbau von Uferverbau gelten als zentrale Bausteine einer funktionalen Gewässer- und Auenlandschaft (Noppen 2024, S. 4–5; Sommerhäuser 2024, S. 4–5). Das Umweltbundesamt hat die LAWA-Verfahrensempfehlung zur Ermittlung des typspezifischen Flächenbedarfs für die Entwicklung von Fließgewässern (LAWA 2019) konkretisiert und darüber zuletzt ein bundesweites Flächenziel für die Gewässerentwicklung formuliert. Historisch standen Flüssen und Bächen in Deutschland vermutlich rund 7 Prozent der Landesfläche als natürlicher Entwicklungsraum zur Verfügung. Durch Gewässerausbau sowie Eingriffe in Fluss- und Auenbereiche wurde dieser Raum jedoch auf etwa 1 bis 1,4 Prozent reduziert. Ein Flächenziel von 2 Prozent zusätzlich zu den reinen Wasserflächen würde den Fließgewässer- und Auenlandschaften zumindest den Mindestentwicklungsraum zurückgeben, den sie für ihre natürlichen Funktionen benötigen (Müller et al. 2025, S. 5).

Ein zweites Kernelement betrifft die Wiederherstellung der longitudinalen, lateralen und vertikalen Durchgängigkeit[11]. Querbauwerke, Stauhaltungen und andere Barrieren werden wiederholt als zentrale hydromorphologische Belastungen genannt, die die Zielerreichung der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) verhindern. Die Durchgängigkeit der Gewässersysteme wird von dem Sachverständigen Noppen als Grundvoraussetzung für die Erreichung des guten ökologischen Zustands beschrieben. Der Entfernung von Querbauwerken kommt dabei eine wichtige Rolle zu; Fischaufstiegs- und -abstiegsanlagen werden als ergänzende Lösungsmöglichkeiten benannt.

[11] Ein ökologisch funktionsfähiges Fließgewässer benötigt:
longitudinale Durchgängigkeit → Vernetzung entlang des Flusses
laterale Durchgängigkeit → Vernetzung mit der Aue
vertikale Durchgängigkeit → Austausch mit dem Untergrund

Darüber hinaus wird hervorgehoben, dass der Rückbau von Querbauwerken nicht nur der ökologischen Durchgängigkeit dient, sondern auch positive Effekte für den Hochwasserschutz haben kann, etwa durch die Absenkung von Wasserspiegeln oder die Schaffung zusätzlichen Retentionsraums (Sommerhäuser 2024, S. 4; Schäfer 2024, S. 13; Noppen 2024, S. 4–5; Pusch 2024, S. 4).

Die Sachverständigen heben zudem hervor, dass viele Gewässer in Nordrhein-Westfalen trotz zurückliegender Anstrengungen in vielen Bereichen noch deutlich, stark oder sehr stark morphologisch verändert sind. Häufige Defizite sind mangelnde Laufentwicklung, fehlende Strukturdynamik[12] sowie fehlende Durchgängigkeit infolge von Querbauwerken, Verrohrungen und Abstürzen. Die Renaturierung wird übereinstimmend als geeignete Maßnahme zur Verbesserung des Zustands angesehen, ist aber strukturellen Restriktionen unterworfen, etwa unveränderlichen Vorflutansprüchen oder engen Gestaltungsspielräumen an Sohle und Ufer. Gleichzeitig hat sich die Gewässergüte in den vergangenen Jahrzehnten bereits deutlich verbessert, was als wichtiger Erfolg der bisherigen Maßnahmen zu werten ist. Diese positive Entwicklung sollte bei der Bewertung des aktuellen Handlungsbedarfs nicht unterschätzt werden. Sie bildet eine wesentliche Grundlage für die weitere schrittweise Verbesserung der ökologischen Zustände (Schäfer 2024, S. 13; Sommerhäuser 2024, S. 4; Noppen 2024, S. 4–5; Landtag Nordrhein-Westfalen 2024, S. 37).

Als fundamentales Querschnittsthema wird die Flächenverfügbarkeit beschrieben. Insbesondere im urbanen Raum und entlang landwirtschaftlich genutzter Gewässerabschnitte besteht aus Sicht des Gewässerschutzes aufgrund von Nutzungskonkurrenzen ein massiver Flächenmangel, der die Umsetzung naturnaher Gewässerentwicklung erheblich erschwert. Als Voraussetzung für eine wirksame Gewässer- und Auenentwicklung wird daher ein aktives Flächenmanagement genannt, insbesondere durch Flächenankauf, Flächentausch, Vorkaufsrechte und gegebenenfalls Nutzungsänderungen bis hin zur Enteignung an besonders bedeutenden Standorten (Noppen 2024, S. 4–5; Sommerhäuser 2024, S. 4–5; Linnemann 2024, S. 7; Pusch 2024, S. 3).

Weiter sei zu berücksichtigen, dass veränderte Umweltbedingungen auch die Artenzusammensetzung verschieben können. Dadurch entspricht die vorhandene Fauna möglicherweise nicht mehr dem für den Gewässertyp erwarteten Artenspektrum, was wiederum die Zustandsbewertung beeinflusst (Noppen 2024, S. 2).

3.1.6 Steuerung, Planung und Governance

Deutschland hat verschiedene internationale Abkommen abgeschlossen, die das Ziel haben den Erhalt der biologischen Vielfalt zu sichern und zugleich den negativen Auswirkungen des Klimawan-

[12] Ein strukturdynamisches Fließgewässer ist nicht statisch, sondern entwickelt seine Form und Vielfalt durch das Zusammenwirken von Wasser, Sediment, Ufer und Aue immer wieder neu.

dels entgegenzuwirken. Diese sollen mit der „Nationalen Strategie zur Biologischen Vielfalt 2030“ umgesetzt werden (BMUV 2023a). Fachlich wird gefordert, die nationale Strategie mit hoher Priorität voranzutreiben. Die NRW-Landesstrategie wird zurzeit fortgeschrieben (Linnemann 2024, S. 3–4; Schäfer 2024, S. 3).

Bezogen auf Fließgewässer sieht die EU-Biodiversitätsstrategie 2030 als Teil des „Green Deals“ die Wiederherstellung von 25.000 Kilometer frei fließender Flussabschnitte in den EU-Mitgliedsstaaten bis 2030 vor (Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) 2021, S. 4).

Das Landesnaturschutzgesetz Nordrhein-Westfalens verfolgt das Ziel, einen funktionalen Biotopverbund auf 15 Prozent der Landesfläche zu etablieren. Der Anteil der Naturschutzflächen lag 2022 bei 8,8 Prozent, womit trotz einer positiven Entwicklung der letzten Jahre eine Lücke bleibt. Dies ist besonders herausfordernd, weil Nordrhein-Westfalen zu den am dichtesten besiedelten Bundesländern gehört und die Flächennutzungskonkurrenz entsprechend hoch ist. Gleichwohl können Flächen für den Biotopverbund in einem urbanisierten Raum ein breites Spektrum von Ökosystemleistungen bereitstellen – etwa für den Hochwasserschutz, die Klimaanpassung oder die Naherholung – und damit einen vielfältigen gesellschaftlichen Mehrwert bieten, der weit über den reinen Naturschutz hinausgeht (Schäfer 2024, S. 3–4).

Die Umsetzung von WRRL- und Naturschutzmaßnahmen an Fließgewässern wird durch eine Vielzahl governance-bezogener Herausforderungen erschwert. In den Stellungnahmen werden unter anderem eine sektorale und wenig integrierte Arbeitsweise (Pusch 2024, S. 3), eine mangelnde Abstimmung sowie eine Aufsplitterung der Zuständigkeiten zwischen Wasserwirtschaft, Hochwasserschutz, Naturschutz, Landwirtschaft, Schifffahrt, Fischerei, Regionalentwicklung und Tourismus benannt (Pusch 2024, S. 3–4; Sommerhäuser 2024, S. 4; Schäfer 2024, S. 15–16). Als besonders herausfordernd wird dabei die zeitliche Abwicklung der erforderlichen, häufig komplexen und aufeinander abgestimmten Verfahren beschrieben. Lange Abstimmungs- und Genehmigungsprozesse sowie teilweise fehlende oder nicht eindeutig formulierte Vorgaben erschweren die Planungssicherheit und verzögern die Umsetzung von Maßnahmen (Schäfer 2024, S. 15; Sommerhäuser 2024, S. 4; Noppen 2024, S. 6).

Ergänzend wird in den Stellungnahmen darauf hingewiesen, dass der bestehende Ermessensspielraum bei der Umsetzung von Renaturierungs- und vergleichbaren Maßnahmen präzisiert werden sollte. Klare Kriterien und Leitlinien könnten zu einer einheitlicheren, transparenteren Anwendung beitragen, die Rechtssicherheit erhöhen und die Umsetzung entsprechender Vorhaben erleichtern (Noppen 2024, S. 7).

Ein weiterer Konflikt kann durch konkurrierende Planungsvorgaben von WRRL-Umsetzungsfahrplänen und FFH-Maßnahmekonzepten (MAKO) vorliegen. Diese werden häufig unabhängig von-

einander erarbeitet und können sich in FFH-gebundenen Fließgewässern teilweise widersprechen. Dies kann dazu führen, dass WRRL-Maßnahmen aus Gründen des konservierenden Naturschutzes blockiert werden, obwohl sie den Erhaltungszustand der FFH-Gewässer verbessern würden, wenn sie als Entwicklungsmaßnahmen anerkannt würden. Eine Harmonisierung beider Planungsinstrumente wird daher als dringend erforderlich beschrieben (Noppen 2024, S. 6; Schäfer 2024, S. 13).

Neben strukturellen und rechtlichen Hürden werden Ressourcen- und Finanzierungsdefizite hervorgehoben. Personal- und Geldmangel, komplizierte Förderkulissen, hohe Eigenanteile und zum Teil wegfallende EU-Kofinanzierungen (z. B. ELER-Mittel) erschweren Umsetzungen. Das Vollzugsdefizit sei nicht primär auf fehlende Rechtsinstrumente, sondern auf mangelnde Umsetzungskapazitäten zurückzuführen (Pusch 2024, S. 3; Linnemann 2024, S. 6–7; Sommerhäuser 2024, S. 4).

Als Gegenmaßnahmen werden eine stärkere Priorisierung von Renaturierungsprojekten in der behördlichen Bearbeitung, parallele Abstimmungsprozesse, die Einbindung von Genehmigungsbehörden in Projektteams sowie die Entwicklung gemeinsamer Zeit- und Ressourcenpläne vorgeschlagen. Die Einrichtung behördenübergreifender digitaler Plattformen, auf denen Gutachten, Bearbeitungsstände und Fristen gebündelt werden, könnte Transparenz, Verfahrenssteuerung und Effizienz erhöhen. Der Ermessensspielraum der Genehmigungsbehörden soll zugleich präzisiert werden, um verhältnismäßige, wirtschaftlich vertretbare Auflagen zu gewährleisten (Schäfer 2024, S. 16; Noppen 2024, S. 7).

3.1.7 Resilienzstrategien und Handlungsempfehlungen

Die Ziele des Natur- und Artenschutzes behalten auch unter den Bedingungen des Klimawandels ihre grundlegende Gültigkeit. Allerdings ist ihre Umsetzung dringlicher denn je (Ibisch 2024, S. 16).

Aufgrund historischer und bestehender Nutzungen sind natürliche Landschaftsökosysteme wie Wälder oder Fließgewässer stark fragmentiert. Insbesondere durch die Flurbereinigungen in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts und die Intensivierung der Landwirtschaft sind viele kleinteilige Strukturen und Landschaftselemente wie Gehölze und Hecken verschwunden. Großräumige intensiv genutzte Kulturlandschaften und besiedelte Gebiete sind zu naturfern. Sie sind strukturarm, beinhalten wenig Biomasse, weisen eine geringe Artenvielfalt auf und sind dadurch gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels anfällig. Die Folge sind starke Erwärmung an heißen Tagen und Austrocknungsgefahr. Aus dieser Perspektive werden dringend größere Räume benötigt, in denen menschliche Einflüsse zurücktreten und sich Ökosysteme wieder selbst organisieren und regulieren können (z.B. Nationalparks oder lange Gewässerkorridore zur eigendynamischen Fließgewässerentwicklung). Viele bestehende Schutzgebiete sind zu klein und zu stark durch Randeffekte negativ beeinflusst, um zentrale ökologische Funktionen dauerhaft zu sichern (Ibisch 2024, S. 16; Pusch 2024, S. 1–3).

Zur langfristigen Sicherung von Ökosystemen und biologischer Vielfalt wird ein integrierter, landschaftsweiter Ansatz als notwendig beschrieben. Dieser zielt darauf ab, die Anpassungsfähigkeit von Ökosystemen gegenüber klimatischen Veränderungen zu stärken und Maßnahmen des ökosystembasierten Klimaschutzes systematisch einzubeziehen. Dabei wird hervorgehoben, dass bestehende Schutzkonzepte häufig stark gebietsbezogen und statisch ausgestaltet sind und die funktionalen Wechselwirkungen innerhalb von Ökosystemen nicht ausreichend berücksichtigen.

Statt einer primär flächenbezogenen oder sektoral ausgerichteten Landschaftsplanung wird eine strategische Ökosystementwicklungsplanung als geeigneter Rahmen benannt. Diese würde ökologische Prozesse, Stoff- und Wasserflüsse sowie Resilienzmechanismen stärker in den Mittelpunkt stellen. In diesem Zusammenhang wird auch eine grundlegende Überprüfung gegenwärtiger Formen der Landnutzung als erforderlich angesehen.

Zudem wird betont, dass Planungs- und Managementprozesse stärker an natürlichen Strukturen, insbesondere an Wassereinzugsgebieten, orientiert werden sollten. Ein besonderer Fokus liegt dabei auf der Stabilisierung des Landschaftswasserhaushalts als zentralem Steuerungsfaktor für Biodiversität, Klimaanpassung und Ökosystemfunktionen (Ibisch 2024, S. 16f., 23).

Zur Verbesserung der landschaftlichen Wasserrückhaltefähigkeit wird ein veränderter Umgang mit Böden als zentraler Ansatz beschrieben. Im Mittelpunkt steht dabei die Wiederherstellung und Revitalisierung geschädigter Bodenfunktionen sowie der gezielte Aufbau von Humus. Vor allem Laubwälder mit hoher Strukturvielfalt, ausgeprägter Streuschicht und erhöhten Totholzanteilen werden als förderlich für die Stabilisierung des Wasserhaushalts hervorgehoben. Laubholzarten weisen im Vergleich zu Nadelholzarten im Winterhalbjahr eine geringere Interzeption auf, wodurch im Vergleich mehr Wasser den Waldboden erreicht. Zugleich wird darauf verwiesen, dass Bodenverdichtung und künstliche Entwässerung sowohl in Waldökosystemen als auch im Offenland so weit wie möglich minimiert bzw. zurückgenommen werden sollten (Ibisch 2024, S. 17).

Das Beräumen von Forstflächen führt im Gegensatz dazu zu stärkerer Erwärmung der freigestellten Flächen und Böden, erhöhtem Oberflächenabfluss, Nährstoffverlusten und einer Verschlechterung der Bodenstruktur (Ibisch 2024, S. 17).

In vergleichsweise warmen Regionen, wie agrarisch geprägten Tieflagen und Einzugsgebieten urbaner Verdichtungsräume sollten Maßnahmen ergriffen werden, die die Kühlungsfähigkeit verbessern, etwa durch die Ausweitung von Waldflächen, Gehölzstrukturen, Agroforstsystemen und Hecken. In den noch deutlich kühleren Gebieten gilt es sicherzustellen, dass die Kühlungsfähigkeit erhalten bleibt. Dies erfordert ein ökosystembasiertes, behutsam ausgerichtetes Waldmanagement. Eingriffe, die zu weitreichenden Öffnungen des Kronendachs führen, ebenso wie zusätzliche Zerschneidungen oder Bebauungen von Waldarealen, sind dringend zu vermeiden. Als mögliche „Klimarefugien“

für wärmeempfindliche Arten bedarf es eines neuen Schutzfokus für kühlere naturnahe Ökosysteme (Ibisch 2024, S. 18).

Als Indikator für den ökologischen Handlungsbedarf dient die Oberflächentemperatur an heißen Tagen, deren räumliche Analyse Rückschlüsse auf notwendige Maßnahmen erlaubt (Ibisch 2024, S. 18). Um der Austrocknung in Dürrezeiten und bei hohen Temperaturen aber auch den Auswirkungen von starken Niederschlägen entgegenzuwirken, ist der Landschaftswasserrückhalt zu verbessern. Dazu wird verstärkt die Schaffung von „Schwammlandschaften" oder „Schwammstädten" diskutiert. Diese beinhalten den Teilrückbau oder Steuerung von Entwässerungssystemen, Renaturierung von Auen und Mooren, Wiederherstellung von Feuchtwiesen, Strukturanreicherung der Landschaft (z. B. Agroforst, Geländemulden, Hecken), Wasserspeicher in Städten sowie aktive Grundwasserauffüllung im Winterhalbjahr durch Regenwasserversickerung (Pusch 2024, S. 1–2; Sommerhäuser 2024, S. 2; Noppen 2024, S. 2; Linnemann 2024, S. 2).

Zur allgemeinen Erhöhung der Ökosystemresilienz und der (Wieder-)Besiedlung mit gewässertypspezifischen Arten beeinträchtigter und naturferner Gewässer sind diese gezielt zu renaturieren (Sommerhäuser 2024, S. 2).

Die Kühlung von Fließgewässern kann durch Beschattung von Gehölzen vor allem am Südufer und der Auflösung von Stauhaltungen unterstützt werden (Pusch 2024, S. 2; Noppen 2024, S. 2).

Zur Verbesserung des Genaustauschs und der Wanderungsbewegungen von Arten sollten Schutzgebiete durch Biotopverbund besser vernetzt werden. Für Fließgewässer bedeutet dies einen möglichst umfassenden Rückbau bestehender Querbauwerke und ineffizienter Kleinwasserkraftwerke. Dazu sind insbesondere längere, frei fließende und naturnahe Gewässerabschnitte mit barrierefreiem Zugang zum Meer wiederherzustellen. Diese können der Erhaltung von Rheinlachs, Meerforelle, Aal, Maifisch und Europäischem Stör dienen (Pusch 2024, S. 1–3; Linnemann 2024, S. 4).

Zur Reduktion stofflicher und thermischer Belastungen sollten entlang von Gewässern ausreichende Pufferzonen mit Ufergehölzen und ggf. Wald angelegt werden. Die Wasserqualität ist durch weitere Nähr- und Schadstoffreduktion zu verbessern, ggf. mit vierten Reinigungsstufen, verminderten Regenüberläufen aber auch der Reduzierung des diffusen Eintrags aus der Landwirtschaft (Sommerhäuser 2024, S. 4; Pusch 2024, S. 3; Noppen 2024, S. 3). Auf den Einsatz von Pestiziden in und um Schutzgebiete sollte verzichtet werden, um darin befindliche Arten nicht weiter zu schwächen (Pusch 2024, S. 1–2). Besonders problematische Stoffe, wie beispielsweise PFAS, sollten wenn möglich gar nicht erst in die Umwelt gelangen (UBA 2020b, S. 3).

Vorkaufsrechte, Flächentausch und Ausgleichszahlungen könnten eine bessere Umsetzbarkeit dieser Maßnahmen ermöglichen und damit die Widerstandsfähigkeit von Fließgewässern gegenüber Extremereignissen erhöhen (Sommerhäuser 2024, S. 4; Noppen 2024, S. 4–5; Schäfer 2024, S. 13).

Ein zweiter strategischer Ansatz ist die Verbesserung von Partizipation, Kooperation und Stakeholdermanagement. Partizipation und Ko-Kreation mit Bürgern und Bürgerinnen, Vereinen und Lokalpolitik kann die Qualität, Akzeptanz, Multifunktionalität und Umsetzungsgeschwindigkeit von Projekten erhöhen. Der Einsatz von Konzepten wie denen der Ökosystemleistungen und Instrumenten wie dem „River Ecosystem Service Index (RESI)" wird als hilfreiches Kommunikations- und Mediationswerkzeug beschrieben, das Interessen offenlegt und zu transparenten Abwägungsprozessen beiträgt. Kosten-Nutzen-Bilanzierungen von dominanten Nutzungswünschen wie Kleinwasserkraft, Landwirtschaft und Schifffahrt können bei der Gewichtung und Abwägung von Ansprüchen helfen. Frühzeitige Stakeholderbeteiligung, klare Prioritäten sowie verbindende Organisationen wie z.B. Wasserverbände können in diesem Zusammenhang eine hohe Bedeutung haben (Pusch 2024, S. 4–5; Sommerhäuser 2024, S. 4–5; Schäfer 2024, S. 17–18).

Drittens werden multifunktionale Nutzungs- und Bewirtschaftungskonzepte wie Schwammstadt- und Schwammlandschaftskonzepte, wassersensible Stadtentwicklung sowie regenerative Landwirtschaft und nachhaltige Dauerwaldbewirtschaftung als resilienzfördernd beschrieben. Dazu gehören u.a. extensive Weidewirtschaft, Flächenpools, Kompensationsbündelungen sowie angepasste Förderinstrumente. Natur- und Klimaschutzmaßnahmen sollten stärker zusammen gedacht werden und wirksame Maßnahmen vorrangig verfolgt werden (Sommerhäuser 2024, S. 5; Noppen 2024, S. 7–9; Pusch 2024, S. 3–4; Linnemann 2024, S. 8).

Schließlich wird auf die Notwendigkeit klarer politischer und finanzieller Rahmenbedingungen hingewiesen. So wird eine verlässliche Aufstockung von Fördermitteln, die konsequente Umsetzung seit langem vereinbarter Ziele (z. B. Ausbau des Ökolandbaus, Wildnisanteile) sowie eine übergreifende Verpflichtung öffentlicher Flächeneigentümer zur Gemeinwohlorientierung (Trinkwasser, Böden, Biodiversität) gefordert. Es wird darauf verwiesen, dass Synergieeffekte insbesondere durch Verfahrensbeschleunigungen, reduzierte Flächeninanspruchnahme und klar definierte Projektziele entstehen, wenn Wasserwirtschaft, Landwirtschaft, Industrie, Naturschutz und Kommunen eng kooperieren (Linnemann 2024, S. 6–8; Pusch 2024, S. 3–4; Schäfer 2024, S. 18).

3.1.8 Zusammenfassung und Ausblick

Die vorliegenden Aussagen zeigen, dass möglichst intakte Ökosysteme zentrale Pfeiler der Klimafolgenanpassung und eine zentrale Voraussetzung für die langfristige Sicherung zentraler Daseinsfunktionen sind. Sie kühlen Landschaften und Städte, stabilisieren den Wasserhaushalt, mindern Hochwasser- und Dürrerisiken, sichern Trinkwasserqualität und landwirtschaftliche Produktion

und tragen dadurch wesentlich zur ökologischen wie gesellschaftlichen Resilienz bei. Biodiversität erweist sich dabei als funktionale Grundlage stabiler Ökosystemprozesse, insbesondere in Gewässern, Auen, Mooren, Wäldern und Böden.

Die Befunde zeigen, dass der Klimawandel sich in Form von häufigeren und intensiveren Trockenperioden, vermehrten Extremwetterereignissen, steigenden Wassertemperaturen sowie einer Zunahme invasiver Arten bemerkbar macht. Diese Entwicklungen können die bestehenden Nutzungs- und Belastungskonflikte in der ohnehin stark fragmentierten Kulturlandschaft weiter verstärken. Darüber hinaus stellen Schad- und Nährstoffeinträge, Mikroschadstoffe, Antibiotika und (mikrobielle) Keime zusätzliche Belastungsfaktoren dar, die insbesondere in Verbindung mit klimatischen Extremsituationen den Verlust von Artenvielfalt und Ökosystemfunktionen begünstigen können.

Vor diesem Hintergrund gewinnen naturbasierte Lösungen (NbS) an strategischer Bedeutung: Schwammstädte und Schwammlandschaften, die Renaturierung von Flüssen, Auen, Mooren und Feuchtgebieten, die Wiederherstellung von Durchgängigkeit und Entwicklungsraum für Gewässer, humusaufbauende Bodenbewirtschaftung, strukturreiche Wälder sowie grün-blaue Korridore werden als Schlüsselmaßnahmen identifiziert. Sie verbinden Klimaanpassung, Biodiversitätsschutz und Wasserbewirtschaftung und entfalten zugleich erhebliche gesellschaftliche Mehrwerte (Gesundheit, Naherholung, Risikovorsorge).

Für die Umsetzung ist ein Paradigmenwechsel in Steuerung und Planung erforderlich: weg von sektoralen, stark nutzungsgetriebenen Einzelmaßnahmen hin zu einer integrierten, einzugsgebietsbezogenen Ökosystementwicklungsplanung mit klaren Prioritäten, ausreichender Flächenverfügbarkeit und verlässlichen finanziellen Rahmenbedingungen. Governance-Instrumente wie verbesserte Partizipation, kooperative Planungsformate, ökosystemleistungsbasierte Bewertungsansätze (z. B. RESI) und adaptives Management mit systematischem Monitoring können helfen, Zielkonflikte transparent zu bearbeiten und Lernprozesse zu institutionalisieren.

Ausblickend wird deutlich: Angesichts sich beschleunigender Klima- und Biodiversitätskrisen ist Zeit der kritische Faktor. Entscheidend wird sein, die skizzierten naturbasierten Ansätze in Nordrhein-Westfalen zügig in die Fläche zu bringen, politische Zusagen in wirksame Maßnahmen zu übersetzen und Ökosysteme so zu stabilisieren, dass sie auch künftigen Generationen als tragfähige Grundlage für Sicherheit, Gesundheit und Lebensqualität dienen können.

3.2 Trink- und Brauchwasserversorgung

Jede Person in Deutschland nutzt durchschnittlich etwa 126 Liter Trinkwasser am Tag. Dabei ist der pro-Kopf-Verbrauch in den letzten 30 Jahren konsequent gesunken (UBA 2024e). Dies begründet sich u.a. durch technischen Fortschritt bspw. bei Haushaltsgeräten. Für die öffentliche Wasserversorgung in Nordrhein-Westfalen werden pro Jahr nach Angaben des LANUKs ca. 1,2 Milliarden m^3 Trinkwasser gewonnen. Ein Großteil, ca. 1,07 Milliarden m^3, wird in privaten Haushalten, kommunalen Einrichtungen, Kleingewerbe und sonstigem Gewerbe, ein kleiner Anteil z.B. auch für den Wasserwerkseigengebrauch genutzt (LANUK o. J.f).

Das folgende Kapitel behandelt die Trink- und Brauchwasserversorgung in Nordrhein-Westfalen. Zunächst wird die Ausgangslage der Trinkwasserversorgung betrachtet, anschließend erfolgt eine Darstellung der Auswirkung des Klimawandels auf diesen Bereich. Abschließend werden Lösungsansätze präsentiert, die aus den Anhörungen hervorgegangen sind.

3.2.1 Wasserdargebot und Ausgangslage

Wasser ist ein essentielles Grundnahrungsmittel, es stellt die wichtigste Lebensgrundlage für Menschen dar. Auch zur Produktion von Lebensmitteln dient Trinkwasser als eine der wichtigsten Grundlagen. Die Versorgung mit ausreichend Trinkwasser ist daher eine zentrale Aufgabe der Daseinsvorsorge und muss höchste Priorität haben.

Das LANUK schlüsselt die Fördermenge aus den unterschiedlichen Quellen für das Jahr 2019 auf: Rund 47 Prozent des Trinkwassers in Nordrhein-Westfalen werden aus Grundwasser gewonnen (insbesondere im Bereich Niederrheinische Bucht, Münsterland und Ostwestfalen). Rund 33 Prozent der Trinkwassermenge stammt aus Flusswasser. Mit der Uferfiltration wird häufig Wasser an Flüssen (z.B. am Rhein) gewonnen. Bei diesem Verfahren wird in flussnahen Brunnen eine Mischung aus Flusswasser nach der Untergrundpassage und Grundwasser aus der Landseite entnommen (LANUK o.J.d). Aus Quellwasser (natürlich zutage kommendes Grundwasser) werden rund 2 Prozent gewonnen (z.B. im Weserbergland, Sieger- und Sauerland oder auch der Eifel). Rund 17 Prozent des Trinkwasser stammen aus Talsperren (LANUK o.J.d), wobei Nordrhein-Westfalen das Bundesland mit den meisten Talsperren in Deutschland ist. Diese dienen vorrangig der Trinkwasserversorgung, mit ihrer Hilfe werden aber auch Wasserstände in Flüssen reguliert und damit tragen diese essenziell zum Hochwasserschutz bei (MUNV o.J.d). Dabei werden 30 Talsperren und Vorsperren zur unmittelbaren Trinkwasserversorgung genutzt, überwiegend befinden sich diese in der Eifel, dem Bergischen Land, Sauer-, sowie Siegerland (LANUK o.J.d).

Zum Schutz der Gewinnungsbereiche werden Trinkwasserschutzgebiete ausgewiesen. Diese werden (wie bereits in Kapitel 2.2 diskutiert) zur Sicherung der öffentlichen Wasserversorgung nach §

51 Abs. 1 S. 1 WHG per Rechtsverordnung festgelegt (LANUK o.J.e). Der Schutz dieser wichtigen Rohwasserquellen soll durch diese Regelungen sichergestellt werden und muss regelmäßig an die aktuellen Herausforderungen angepasst und entwickelt werden, damit die Trinkwasserversorgung langfristig gesichert werden kann. Aus Vorsorgegründen wurden und werden Reservegebiete zur Sicherstellung einer ausreichenden Wasserversorgung ausgewiesen. Die Ausweisung von Reservegebieten ist mit hohem Aufwand verbunden.

Trinkwasserschutzgebiete werden in drei Zonen unterschiedlichen Schutzniveaus unterteilt: Zone I dient dem Schutz der unmittelbaren Umgebung der Fassungslage vor jeglicher Verunreinigung. Dieser Bereich ist, mit Ausnahme von Talsperren, recht klein und i.d.R. nur Betreibern zugänglich. Jegliche andere Nutzung als die der Wassergewinnung ist untersagt. Bei Trinkwassertalsperren umfasst Zone I i.d.R. den gesamten Wasserkörper und einen Uferrandstreifen. Zone II ist die engere Schutzzone und soll Verunreinigungen durch Mikroorganismen und sonstige unmittelbare Beeinträchtigungen verhindern. Es wird dabei auf eine sogenannte 50-Tage-Linie zurückgegriffen, d.h. die Zeit eines möglichen Eintrages bis zur Erreichung der Fassungsanlage soll mindestens 50 Tage betragen. In Zone III liegt der Fokus insbesondere auf dem Schutz vor weitreichenden Beeinträchtigungen durch chemische oder nicht abbaubare Verunreinigungen. Aus diesem Grund sind dort z.B. einige Formen von Industrie (u.a. Lagern von Schrott) verboten. Die Zone III soll nach Möglichkeit den ganzen Einzugsbereich der Fassungsanlage umfassen. Die Festlegung von diesen Gebieten erfolgt durch die Bezirksregierungen ab einer jährlichen Entnahmemenge von mehr als 600.000 Kubikmetern (nach der Zuständigkeitsverordnung Umweltschutz (ZustVU)). Für Mengen unter dieser Grenze sind die Kreise und kreisfreien Städte zuständig, sofern es keine durch das Land festgelegten Gebiete sind. In der Regel sind die Ausweisungen unbefristet. Die unteren Wasserbehörden, oder wie aufgeführt ab einer Entnahmemenge > 600.000 km^3/a die Bezirksregierung, führen dabei die Aufsicht über die Einhaltung der Regularien (Bezirksregierung Düsseldorf o.J.; LANUK o.J.e). Die Nutzungseinschränkungen werden allerdings nicht pauschal festgelegt, sondern richten sich nach den gutachterlich festgestellten hydrologischen und geologischen örtlichen Gegebenheiten (Bezirksregierung Düsseldorf o.J.). Die Voraussetzungen für die Ausweisung orientieren sich an der Schutzwürdigkeit (ist für Trinkwasserversorgung in Qualität und Quantität geeignet), der Schutzbedürftigkeit (ohne Schutzzone könnte das Wasser in der Eignung beeinträchtigt werden) und der Schutzfähigkeit (ohne unverhältnismäßige Beschränkung der Rechte anderer umsetzbar) (Bezirksregierung Düsseldorf o.J.).

Rund 12 Prozent der Landesfläche Nordrhein-Westfalens sind festgelegte Trinkwasserschutzgebiete, also 4099 km^2, verteilt auf 403 Gebiete. Davon sind 21 Trinkwassertalsperren und 382 Grundwasserschutzgebiete. Für die zukünftige Wasserversorgung sind in der Landesraumplanung weitere Gebiete bereits ausgewiesen (Vorrang- und Reservegebiete), diese umfassen zusätzliche 5,4 Prozent der Landesfläche (1849 km^2) und sind in 282 Gebiete aufgeteilt (neun Trinkwassertalsperren und 273 Grundwasserschutzgebiete) (Alle Angaben Stand März 2024). Die genauen Orte können über

das ELWAS-Web eingesehen werden[13] (LANUK o.J.e). Aus den bereits bestehenden genehmigten Gebieten entnehmen die Trinkwasserversorger Rohwasser. In diesem Zusammenhang bestehen Herausforderung für die Genehmigung einer Entnahme für Versorger, häufig sind diese zeitlich befristet und müssen nach Ablauf für eine erneute Genehmigung das langwierige Rechtsverfahren erneut durchlaufen (diese Thematik wird näher unter Kapitel 4 betrachtet) (Merz 2025, S. 4).

Trinkwasser wird, wie oben aufgeführt, überwiegend aus Grundwasser gewonnen. Dafür wird Rohwasser gehoben. Die Anforderungen an die Trinkwasserqualität sind dabei hoch. Diese ergeben sich, wie bereits in Kapitel 2.2.2.5 beschrieben, aus der EU-Trinkwasserrichtlinie (2020/2184), dem Infektionsschutzgesetz und der 2023 novellierten Trinkwasserverordnung. Von dem Konsum von Trinkwasser, auch lebenslangem, darf keinerlei gesundheitliche Gefahr ausgehen. Dabei muss es frei von Krankheitserregern, genusstauglich sein und darf keine Verunreinigungen enthalten (vgl. Kapitel 2.2) (MUNV o.J.e). Teils weist Rohwasser bereits die gesetzlich vorgeschriebenen Anforderungen auf und bedarf somit keiner Aufbereitung oder Desinfektion. Rohwässer aus den verschiedenen Quellen können Stoffe enthalten, welche zur Erreichung der Trinkwasserqualität entfernt werden müssen, dazu zählen z.B. Feststoffe, Mikroorganismen/Pathogene, Erdalkalisalze, weitere Ionen/Salze, Eisen- und Manganverbindungen, Kieselsäure, Gase und sonstige Verunreinigungen wie organische Schadstoffe. Aus hygienischer Sicht muss das Wasser frei von Krankheitserregern (z.B. Viren, Bakterien, Pilzen, Protozoen, Legionellen oder Würmern) sein. Herausforderungen im Rohwasser bestehen auch durch erhöhte Nitratwerte aus landwirtschaftlichen Einträgen, PFAS-Verbindungen und PSM (Pflanzenschutzmittel) sowie deren Metabolite.

Die Nitratbelastung ist beispielsweise, wenn auch nicht signifikant, rückläufig. Nitrat kann durch den Einsatz von Dünger in der Landwirtschaft in das Grundwasser gelangen. Für Nitrat gilt ein Schwellenwert von 50mg/l. 2008 wurden dieser Wert an 81,1 Prozent der Messstellen von Grundwasser eingehalten, 2024 an 87,6 Prozent der Messstellen. Damit überschreiten weiterhin 12,4 Prozent der Messstellen den Grenzwert (LANUK 2025c).

Um den Herausforderungen in der Trinkwasserqualität zu begegnen, gibt es verschiedene technische Methoden für die mechanische Reinigung, Enthärtung, Entsalzung und zur Desinfektion. Dazu gehören z.B. Siebung, Flockung, Fällung, UV-Bestrahlung, Aktivkohlefilter und Ozonanlagen oder Membranverfahren (Förstner und Köster 2018, S. 381ff.). Neue Verfahren zur Entfernung von Fremd- und Schadstoffen, beispielsweise zur dauerhaften Entfernung von Nitrat aus dem Kreislauf mittels biologischer Verfahren („KonBioN“) sind in der Erprobung (DVGW 2025b). Die Landesregierung verfolgt das Ziel bis 2030 die Belastungen von Nitrat im Grundwasser auf die gesetzlich vorgeschriebenen Höchstwerte zurückzuführen (LANUK 2025c).

13 Hier zu finden unter: https://www.elwasweb.nrw.de/elwas-web/index.xhtml

Grundsätzlich gehen Aufbereitungsverfahren mit hohen Kosten und hohem Ressourcenverbrauch einher (DVGW o.J.c). Diese sind zur Zeit bereits in den Wasserkosten eingepreist (UBA 2024c). Bei einer Erhöhung von Fremd- und Schadstoffen im Rohwasser kann es zur Notwendigkeit von aufwändigeren Aufbereitungen kommen. Diese müssten auch finanziert werden. Ob dies weiterhin über den Wasserpreis möglich ist oder andere Ansätze (u.a. Abgaben oder Verursacherprinzip) gewählt werden könnten, wird unter Kapitel 5 diskutiert.

In der Fachwelt besteht seit langer Zeit Konsens, dass der präventive Schutz von Wasservorkommen zur Trinkwassergewinnung besser ist, als die Aufbereitung von Rohwasser (DVGW 2008).

Wasserversorger müssen die durch unabhängige Labore vorgelegten Ergebnisse dem zuständigen Gesundheitsamt mitteilen und Grenzwertüberschreitungen unverzüglich melden. Dieses veranlasst ggf. Maßnahmen zum Schutz der Gesundheit und überwacht die Behebung der Ursachen durch den Wasserversorger. Die Datenlage hierzu kann über das ELWAS-Web eingesehen werden (LANUK 2025d).

In den vergangenen Berichten des UBA und auch des LANUV (seit 2025 fortan LANUK) wird dem Trinkwasser in Deutschland und Nordrhein-Westfalen in der Regel eine sehr gute Qualität attestiert. Das Bundesgesundheitsministerium evaluiert über die Trinkwasserverordnung regelmäßig Grenzwerte zur Sicherstellung der Trinkwasserqualität, um toxikologische Auswirkungen auf die Gesundheit zu vermeiden (nach EU-Verordnung 2020/2184) (UBA 2025c, S. 2). In Deutschland haben im Untersuchungszeitraum 2020-2022 laut UBA 99 Prozent aller entnommenen Proben den gesetzlichen Anforderungen entsprochen (UBA 2025c, S. 1). Im Benchmarking-Projekt der Landesregierung für die Jahre 2023/2024 wurde lediglich bei 0,17 Prozent der in Nordrhein-Westfalen genommenen Proben Grenzwertüberschreitungen gemessen. Bei den folgenden obligatorischen Nachprüfungen ließ sich ein Großteil nicht mehr bestätigen (MUNV 2024e, S. 16f.). Das UBA stellt in seinem Bericht über die Trinkwasserqualität fest, dass keine Probleme in der Trinkwasserqualität durch Metalle, Pflanzenschutzmittel, PFAS, Nitrat oder durch Geschmack oder Trübungen bestehen (vgl. ebenda).

Nordrhein-Westfalen wird durch rund 351 Trinkwasserversorger und durch über 828 Wassergewinnungsanlagen versorgt (Statistisches Bundesamt 2022). Diese Wasserversorger sind überwiegend öffentlich-rechtliche Unternehmen und teils privatrechtliche Unternehmen, häufig mit kommunalen Gesellschaftern (siehe Kapitel 2.2) (IWW et al. 2019, S. 33). Rund 20 Prozent der Wasserversorger decken 90 Prozent des Trinkwasserbedarfs in Nordrhein-Westfalen ab. In ländlichen Räumen versorgen sich Bauernhöfe oder Kleinsiedlungen auch über eigene Trinkwassergewinnungsanlagen. Benötigtes Wasser für Produktionsprozesse in der Großindustrie wird häufig durch diese selbst gefördert (IWW et al. 2019, S. 34).

Zur Verteilung des Trinkwassers gibt es in Deutschland 544.000 km Trinkwasserleitungen. Entsprechend seiner Landesgröße und der hohen Bevölkerungsdichte, insbesondere in den Ballungszentren entlang Rhein und Ruhr, entfällt ein großer Teil hiervon auf Nordrhein-Westfalen. Das System aus Rohrleitungen, Behältern, Förder- und Druckerhöhungsanlagen und Armaturen bildet eine komplexe Infrastruktur (Förstner und Köster 2018, S. 400). Diese Infrastruktur wurde größtenteils in Nordrhein-Westfalen nach dem Zweiten Weltkrieg errichtet. Trotz kontinuierlicher Instandhaltung und Einhaltung der Sanierungszyklen haben sich in den vergangenen Jahren durch das zeitgleiche Erreichen des Endes der Nutzungsdauer große Investitionserfordernisse akkumuliert (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025c, S. 2). Der Zustand des Rohrnetzes für Trinkwasser in Nordrhein-Westfalen wird nach dem DVGW-Standard nichtsdestoweniger als gut bewertet, die Schadensrate sinkt (MUNV 2025c, S. 32). In den Rohrleitungen des Trinkwassernetzes gibt es laut BDEW in Deutschland knapp sechs Prozent Verlust durch undichte Stellen, damit ist es eins der effizientesten im europäischen Vergleich (BDEW 2025). Große Verluste durch z.B. Rohrbrüche sind meist leicht festzustellen und können schnell repariert werden. Besonders aber die kleinen Leckagen sind eine Herausforderung, da diese schwierig zu lokalisieren sind und Leitungen schwer erreichbar im Erdreich liegen (Förstner und Köster 2018, S. 405f.). In vielen europäischen Ländern ist die Quote deutlich höher, da Wasserverlust dort teils als wirtschaftlicher betrachtet wird als notwendige Sanierungsmaßnahmen (ebenda).

3.2.2 Auswirkungen des Klimawandels auf Trink- und Brauchwasser

Der Klimawandel wird sich, wie eingangs in Kapitel 2.3 bereits beschrieben, in umfänglicher Art und Weise auf die Lebensumstände in Nordrhein-Westfalen auswirken. Für den Bereich der Trink- und Brauchwasserversorgung gibt es dabei zahlreiche heute schon messbare Veränderungen. In diesem Kapitel sollen zunächst die Auswirkungen betrachtet werden, bevor im darauffolgenden Kapitel näher auf Lösungsansätze, Potenziale und zukunftsweisende Anpassungsstrategien eingegangen werden soll.

Das Wasserdargebot wird laut Prognosen großen Schwankungen unterliegen. Der Umstand kann sich auch auf die Rohwasserquellen auswirken, da Trinkwasser, wie beschrieben, überwiegend aus Grundwasser oder Oberflächenwasser gewonnen wird. Für die Grundwasserneubildung gibt es verschiedene Szenarien, es gilt jedoch der Ansatz des präventiven Schutzes. Es kann also durch den Klimawandel regional zu einem verknappten Rohwasserdargebot für die Trinkwassergewinnung kommen.

Des Weiteren kann es zunehmend zu Starkregen- und Hochwasserereignissen kommen. Diese können sowohl Schäden an Brunnen und Wassergewinnungsanlagen verursachen, als auch die Leitungsinfrastruktur, beispielsweise durch Unterspülungen, beeinträchtigen (BDEW 2025, S. 3). Starkregenereignisse verändern die Abflussregime und können die Rohwasserqualität durch den Eintrag

von Feststoffen und Mikroorganismen sowie die Trinkwasserqualität infolge von Überlastung oder Ausfall von Wasseraufbereitungsanlagen erheblich beeinträchtigen (Roig et al., S. 2). Sowohl ein vermindertes Grundwasserdargebot als auch vermehrte Einträge durch Extremwetter können die Grund- und Oberflächenwasserqualität zusätzlich beeinträchtigen (Merz 2025, S. 3ff.). Bei anhaltender starker Trockenheit können z.B. an der Oberfläche der Böden Trockenrisse entstehen, durch welche die filtrierende Wirkung des Bodens beeinträchtigt werden kann (Rohn und Mälzer 2010, S. 3ff.). Dies führt wiederum zu neuen Herausforderungen beim Grundwasserschutz. Darüber hinaus kann es in Folge von Extremwetter auch zu einer Kontamination von Brunnen kommen. Der vermehrte Eintrag von Spurenstoffen oder mikrobiellen Verunreinigungen kann den Aufwand für die Wasseraufbereitung deutlich erhöhen. Ebenso können stark schwankende Wasserstände als Folge von Starkregen die Entnahme aus Oberflächengewässern erschweren (BDEW 2025, S. 3).

Auch eine Erhöhung der Grundwassertemperatur kann eine Herausforderung darstellen. Erhöhte Temperaturen im Grundwasser, aber auch in anderen Rohwasserquellen, können zu einer erhöhten Einspeisetemperatur in das Netz führen (je nach Jahreszeit zwischen 5 und 25 Grad). Durch mögliche erhöhte Außentemperaturen könnten sich aber auch die Verteilernetze erwärmen. Durch diese Umstände kann es zu einem erhöhten hygienischen Risiko kommen abhängig von der Verfügbarkeit organischer Nährstoffe im Trinkwasser (IWW o.J.).

Die Füllmenge in Talsperren kann ebenso Schwankungen durch veränderte Niederschlagsmuster und Pegelstände der speisenden Flüsse unterliegen. Auch sind die Füllstände durch behördliche Auflagen begründet. Im Sommer dienen Talsperren als Speicher für Rohwasser und somit der Trinkwasserspeicherung und haben fortschreitend niedrige Füllstände. In der Winter-/Frühlingszeit füllen sich Talsperren wieder auf und ein definierter Stauraum dient dem Hochwasserschutz. Im Klimawandel besteht das Risiko, dass durch mehrfach niederschlagsarme Sommer- und Winterperioden erforderliche Füllstände für längere Trockenperioden im Frühjahr nicht erreicht werden (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025c, S. 4).

Durch ein geringeres Wasserdargebot kann es zu einer Aufkonzentration von Stoffen im Rohwasser kommen. Bei gleichbleibender Stoffmenge, aber abnehmender Wassermenge, können sich Konzentrationen erhöhen. Zur Erreichung der hohen Trinkwasserstandards bedarf es dann vermehrt des Einsatzes von Aufbereitungsschritten.

Durch zunehmende Hitzetage in Folge des Klimawandels sind steigende Verbrauchsspitzen zu erwarten und in den Jahren 2018 bis 2020 bereits eingetreten. Diese begründen sich u.a. durch steigenden Bewässerungsbedarf (Gärten, Stadtgrün, Landwirtschaft) und einem Mehrbedarf für die persönliche Hygiene. Diese Spitzenlasten sind aufgrund der erhöhten Fördermengen herausfordernd für Verteilnetze und Wasserwerke (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025c, S. 20). Engpässe von Wasserressourcen (u.a. Wasserrechte, Mindestwasserstände), Aufbereitungs- und Infrastrukturkapazi-

täten führen zu lokalen Engpässen und sogar Verwendungseinschränkungen z.B. Bewässerungsverboten. Dabei sind insbesondere die Netzkapazitäten nicht ausreichend für die Nutzungsspitzen, dies liegt auch an mangelnder Flexibilität im Netz. Es werden für diese Bedarfe nicht ausreichende technische Kapazitäten bereitgestellt, der erhöhte Förderbedarf ist nicht die Herausforderung.

Wie bereits in Kapitel 2.3 deutlich geworden ist, wirkt sich der Klimawandel je nach Region in Nordrhein-Westfalen sehr unterschiedlich aus. Es bedarf daher einer lokal/regional differenzierten Betrachtung der Auswirkungen des Klimawandels auf die Trinkwasserversorgung.

3.2.3 Lösungsansätze für die Sicherstellung der Trink- und Brauchwasserversorgung

Zur Lösung der oben beschriebenen Herausforderungen werden folgend verschiedene Ansätze diskutiert. In aller Regel müssen diese lokal/regional geprüft und angepasst werden, damit die besonderen örtlichen Herausforderungen durch zur Verfügung stehende Ansätze zusammen mit Expertinnen und Experten gelöst werden können. Neben der Vermeidung von Beeinträchtigungen umfassen diese technischen Lösungen auch Veränderungen bei Auflagen, Bürokratie und interinstitutionellen Abläufen sowie Kooperationen im Sinne eines „integrierten Wassermanagements“ inklusive Qualitätsaspekten. Zudem wird hier näher beleuchtet, wie in einer Mangelsituation reagiert werden könnte, auch wenn es das Ziel sein sollte, solche Mangelsituationen zu vermeiden. Final wird dies unter Kapitel 4 diskutiert. Nicht alle Ansätze sind trennscharf diesen Maßnahmenbereichen zuzuordnen, sondern berühren meist mehrere Teilbereiche.

3.2.3.1 Technische Anpassungen

Unter technischen Anpassungen werden all die Maßnahmen verstanden, die sich durch Veränderungen oder Ergänzungen der Infrastruktur sowie durch praktische oder bauliche Arbeiten positiv auf die dauerhafte Versorgung Nordrhein-Westfalens mit Trinkwasser in ausreichender Menge und gleichbleibend guter Qualität auswirken.

<u>Talsperren</u>

Nordrhein-Westfalen ist Talsperrenland (MUNV 2024a, S. 8). Wie weiter oben aufgeführt haben Talsperren eine wichtige Rolle im Wassermanagement – nicht nur für die Trinkwasserversorgung, sondern auch zunehmend für den Hochwasserschutz. Durch die Veränderung der Niederschlagsmuster in Verbindung mit der Notwendigkeit zusätzlichen Stauraum zum Hochwasserschutz im Winterhalbjahr vorzuhalten, kann es bei vermindertem Niederschlag im Frühjahr zu geringen Füllständen kommen (Bsp. Edertalsperre in 2025). In extremer Ausprägung können die vorhandenen Wassermengen bestehende Bedarfe nicht mehr decken. So hat der VKU in der Anhörung empfohlen, das Talsperrenmanagement flexibler zu gestalten. Vorbild kann hier die Novellierung des

Ruhrverbandgesetzes aus dem Jahr 2024 sein (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025c, S. 4). Damit kann in wasserreichen Zeiten mehr Wasser für Trockenphasen gespeichert werden, was eine dauerhafte Versorgung inkl. Beachtung ökologischer Aspekte sichert. Auch eine Belastung des Wassers in Talsperren kann mit verändertem Niederschlagsmuster und Wasserdargebot einhergehen. Bei niedrigen Füllständen kann es zu einer erhöhten Konzentration von eingetragenen Stoffen kommen, während bei Starkregenereignissen vermehrt beispielsweise Stoffe aus landwirtschaftlichem Kontext eingespült werden können (VKU 2025b, S. 3f.). Durch eine Änderung von gesetzlichen Auflagen könnte Talsperrenbetreibern eine flexiblere Steuerung der Füllstände ermöglicht werden, um diese nach örtlichen Bedürfnissen zu steuern. Der VKU betont, dass hierbei auch eine gute Wetterprognose und insbesondere Vorhersagen für Niederschlag ein elementarer Teil für das Management seien (VKU 2025b, S. 4). Reduzierte Mindestabflüsse sollten nach Ansicht des VKU ebenso zulässig sein. Hierbei müsse es zu einer Abwägung kommen zwischen Kollateralschäden an Flora und Fauna und dem oberen Ziel der Wasserversorgung. Dies begründe sich damit, dass die Versorgung der Bevölkerung mit Trinkwasser höchste Priorität genießen solle. Es müssten dabei auch ökologische Belange berücksichtigt werden (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025c, S. 4). Ein Trockenfallen von Gewässern ist aus Aspekten von Versorgungssicherheit und Ökologie zu vermeiden. Für die Sicherstellung ökologischer Ansprüche gelten durch die zuständigen Wasserbehörden festgelegte Mindestabwassergaben. Der Neubau von Talsperren gestalte sich laut dem Sachverständigen des IWW eher als Mittel der letzten Wahl. Dies begründet sich mit einer Planungsdauer von 30 bis 50 Jahren und mit hohem Flächenverbrauch (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025c, S. 27). Alternativ sei im Einzelfall zu prüfen, ob bestehende Talsperren erhöht werden können, dies geschehe beispielweise aktuell im Harz (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025c, S. 27). Zusätzlich zu der Bereitstellung von Trinkwasser würde eine Erhöhung und Flexibilisierung auch einen Mehrwert für den Hochwasserschutz schaffen (für mehr siehe Kapitel 3.3 „Schutz vor Wasser“).

Fernwasserversorgung und Verbundnetze

Durch das klimawandelbedingt verringerte Wasserdargebot kann es in einigen Regionen zu Engpässen in der Wasserversorgung kommen. Nach bestehender Rechtslage § 50 Abs. 2 WHG ist die öffentliche Wasserversorgung vorrangig aus ortsnahen Wasservorkommen zu decken, soweit überwiegende Gründe des Wohls der Allgemeinheit dem nicht entgegenstehen. Es muss zunächst ausgiebig behördlich geprüft werden, ob die örtliche Wasserversorgung ausgebaut werden kann etwa durch Entwicklung neuer Gewinnungsanlagen/-gebiete. Aus Sicht des BUND müssten darüber hinaus Einsparpotenziale bei Bürgern und Industrie geprüft werden und nur eine allerletzte Option sei die Fernwasserversorgung (Schmitt 2025, S. 5). Allerdings sind bundes- und europaweit Verbund- und Fernwasserversorgungen in bereits heute relevanten Engpassgebieten eine etablierte Lösung die örtliche Wasserversorgung zu ergänzen, z.B. Harz, Bodensee, Rhein-Main-Gebiet (Tube Düsseldorf o.J.).

Bereits heute werden in einigen Teilen Nordrhein-Westfalens Verbundleitungen geplant. Durch Verbundleitungen werden zwei oder mehr bis dahin unabhängige Trinkwasserversorgungsnetze gekoppelt. So können Bedarfe zwischen Regionen mit potenziell geringem Wasserdargebot und wassereiche Regionen ausgeglichen, aber auch Spitzen abgefedert werden. Der DVGW hat in der Anhörung dies als Chance hervorgehoben. Zudem ergäben sich Vorteile aus der Synergienutzung (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025o, S. 13).

Konkret plant z.B. Gelsenwasser eine Überleitung aus ihrem Verbandsgebiet nach Ostwestfalen-Lippe zur Ergänzung der örtlichen Versorgung (Gelsenwasser 2022). Alternativ zu Verbundleitungen kann die Zusammenarbeit der Wasserversorgungsunternehmen gestärkt werden, wie dies beispielsweise in der Überregionalen Kooperation von Wasserversorgungsunternehmen in OWL bereits heute gelebt wird. Es handelt sich dabei um ein gemeinsames Zukunftskonzept Wassermengenmanagement als integrative Planungsgrundlage zur Sicherstellung der Versorgung und zur Vermeidung von Nutzungskonflikten (DBU o.J.).

Eine Herausforderung kann die chemische Eigenschaft von Wasser sein, da nicht alle Wässer ohne Aufbereitung nach den Kriterien der Trinkwasserverordnung vermengbar sind (Stadtwerke Düsseldorf 2025, S. 4). Der DVGW sieht eine Herausforderung in hohen Anfangsinvestitionen und der Kostenverteilung für die Endkunden (mehr hierzu unter Kapitel 5). Außerdem seien die Planungen und das Management dieser Verbundnetze besonders fordernd (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025o, S. 13). Der VKU schlägt hier Unterstützung durch das Land vor als Strategie gegen Planungs-, Management- und Finanzierungshemmnisse. Hierzu zählen der Abbau von Bürokratie und die Einbindung der NRW.Bank (VKU 2025b, S. 5).

Hochbehälter/Speicherbehälter

Hochbehälter bzw. Speicherbehälter werden im Netz zurzeit eingesetzt, um geplante und ungeplante Maßnahmen (z.B. Reparaturmaßnahmen) auszugleichen. Zudem unterstützen die Behälter, Bedarfsspitzen abzudecken und den erforderlichen Druck im Rohrnetz zu halten (Merkl 2005, S. 42). In der Anhörung der Enquetekommission wurden Hochbehälter zur Abdeckung von Leistungsspitzen als Lösungsansatz dargestellt (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025c, S. 9). Vorteile dieser Anlagen sind eine hohe Versorgungsicherheit und eine wirtschaftliche Auslastung der Förderanlagen bei großem Nutzinhalt sowie eine gute Wirtschaftlichkeit, geringe Wartungsaufwände, eine hohe und lange Nutzungsdauer und eine modulare Erweiterungsmöglichkeit. Eine Herausforderung hierbei sind hohe Investitionskosten (Merkl 2005, S. 45). Diese hohen Kosten hob auch der Vertreter vom VKU während der Anhörung hervor, der Kostendruck auf die Mitgliedsunternehmen sei dadurch fordernd (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025c, S. 13). Als Beispiel wurde ein Projekt aus Recklinghausen genannt, welches vom als Sachverständigen geladenen Wasserversorger Gelsenwasser betrieben wird. Dieses könne bei Zweidrittel-Füllung ca. 200.000 Bewohner für bis zu 12 Stunden

versorgen. Dabei könnten diese Speicher nachts befüllt werden und anschließend tagsüber Lastspitzen ausgleichen, um die dauerhafte Versorgungssicherheit zu gewährleisten (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025c, S. 9). Wie bei allen Infrastrukturmaßnahmen stellt sich die Frage der Kostenverteilung, dies wird näher unter Kapitel 5 besprochen.

Grundwasseranreicherung

Zur Stützung von Grundwasservorkommen gibt es die Möglichkeit diese künstlich anzureichern und damit auch Nutzungen auszuweiten. Dabei wird Wasser versickert und durch die verschiedenen geologischen Schichten gefiltert, wodurch die Wasserqualität erhöht wird (Moeck et al. 2022, S. 188). Hierbei müssen weitreichende Kenntnisse über Örtlichkeit und den Grundwasserkörper vorliegen (ebenda). Diese Technik ist keinesfalls neu und wurde bereits im Kern vor hunderten Jahren angewendet. Grundwasseranreicherungsmanagement wird seit über 60 Jahren betrieben (Dillon et al. 2019, S. 4). Hierbei ist besonders die Qualität des zu versickernden Wassers zu beachten, damit die Grundwasserkörper nicht übermäßig beeinträchtigt werden. Dabei muss berücksichtigt werden, dass sich die zurückgehaltenen Stoffe über die Zeit anreichern können. Eine große Anlage befindet sich im hessischen Ried. Hier wird Rheinwasser zunächst aufwändig aufbereitet, um dann zur weiteren Gewinnung von Rohwasser zur Versorgung der Stadt Frankfurt versickert zu werden. In Nordrhein-Westfalen wird an Rhein und Ruhr die künstliche Grundwasseranreicherung seit Jahrzehnten ohne negative Qualitätsauswirkungen unter behördlicher Überwachung praktiziert (RWW 2023; Wasserwerke Westfalen o.J.). Daneben gibt es auch ortsnahe Regenwasserversickerung, um das Wasser in der Fläche zu halten als Ansatz der naturnahen Grundwasseranreicherung und zum Schutz vor Hochwasser. Dies unterstreicht der BDEW in seiner Stellungnahme als Teil eines Lösungsansatzes (mehr zu diesem Ansatz in Kapitel 3.5 „Siedlungsstrukturen“) (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025n, S. 9). Eine weitere grundsätzliche Möglichkeit ist die Verwendung von Managed Aquifer Recharge mit Schluckbrunnen, welche die Einleitung von Wasser in tiefere Grundwasserleiter vorsieht, um die Grundwasserreserven für eine spätere Nutzung oder ökologische Zwecke zu stützen. Als Wasserquellen können unter anderem Oberflächenwasser, urbanes Regenwasser und aufbereitetes Abwasser genutzt werden, wobei die kontrollierte Einspeisung eine hohe Flexibilität und Qualitätssicherung erlaubt. Diese Technik bietet erhebliche Chancen für die Klimawandelanpassung, da sie saisonale Überschüsse speichern kann, Verdunstungsverluste vermeidet und die Versorgungssicherheit in Dürreperioden erhöht (Gonzalez et al. 2024, S. 2f.)

Zusätzliche Schritte in der Rohwasseraufbereitung

Die hohen Ansprüche aus der Trinkwasserverordnung werden, wie eingangs beschrieben, häufig durch die Aufbereitung von Rohwasser erfüllt. Zunächst gilt es dabei, den schon heute gesetzlich auferlegten Schutz der Grundwasserkörper einzuhalten. Der Aufbereitungsaufwand des Rohwassers zur Trinkwassernutzung nimmt aber voraussichtlich zu, einerseits durch steigende Anforde-

rungen aus der Trinkwasser-VO, andererseits durch zunehmende Einträge in das Rohwasser z.B. von Nitrat, PFAS, Metallen, Pflanzenschutzmitteln oder anderen Stoffen. Rohwasser muss dann folglich zur Erreichung der hohen Trinkwasserqualität nach den anerkannten Regeln der Technik aufbereitet werden. Durch eine sich verbessernde Analytik lassen sich zunehmend mehr und neue Stoffe im Wasser nachweisen. Durch die strengen gesetzlichen Auflagen zur Überwachung können sofortige Maßnahmen zur Aufbereitung notwendig werden. Künftig könnte es dazu kommen, dass dadurch mehr Schritte zur Aufbereitung von Trinkwasser dauerhaft eingesetzt werden müssen. Eine Aufrüstung der Wasserwerke durch Wasserversorger kann daraus resultieren. Für eine Aufrüstung stellt sich die Frage der Kostenträgerschaft. Dieser Komplex wird näher in Kapitel 5 diskutiert. Auch ein präventiver Schutz der Rohwasserressourcen stellt ein wichtiges Element in diesem Bereich dar, denn eine gute Rohwasserqualität kann den erforderlichen Aufbereitungsaufwand reduzieren und den Einsatz zusätzlicher Aufbereitungsschritte begrenzen. Hierbei wird auch die KARL unterstützend sein, geklärtes Wasser mit deutlich weniger Schadstoffen in die Umwelt abzugeben.

Nutzung von aufbereitetem Brauchwasser

Die Nutzung von aufbereitetem Brauchwasser kann die natürlichen Wasserressourcen entlasten. Dabei wird Brauchwasser technisch aufbereitet, allerdings nicht bis zur vollen Trinkwasserqualität. Dieses aufbereitete Brauchwasser kann in verschiedenen Kontexten genutzt werden, in denen es keiner Trinkwasserqualität bedarf. Beispiele sind hier z.B. die Nutzung in der Feldbewässerung in der Landwirtschaft. Eine Verordnung (2020/741) der EU liegt hierzu vor und wird in verschiedenen EU-Mitgliedsstaaten bereits praktiziert. Dabei bestehen klare Anforderungen an die Qualität und an das Risikomanagement. Die Umsetzung in Deutschland steht jedoch noch auf Bundesebene aus. Es gibt auch bereits weitere Ansätze in denen z.B. Prozesswässer einer Molkerei auch in der Feldbewässerung eingesetzt werden, ein solches Projekt findet beispielsweise in Euskirchen statt (Landkreistag NRW 2022). Mehr zu der Nutzung von Brauchwasser in der Landwirtschaft findet sich in Kapitel 3.4.

Über die Landwirtschaft hinaus lässt sich Brauchwasser auch in industriellen Prozessen nutzen. Die Nutzung von Brauchwasser unterschiedlicher Güte durch Kreislaufführung und Kaskadennutzung bietet der Industrie Chancen zur Reduzierung des Wasserverbrauchs. Bereits heute zeigen Beispiele wie die Papierindustrie, dass durch mehrfache Nutzung und Aufbereitung Wasser effizient eingesetzt werden kann (Haberkamp 2025, S. 3f.; Bertling 2025, S. 2f.; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025s, S. 2f.). Für Kühl- und Prozesszwecke ist oftmals keine Trinkwasserqualität erforderlich und alternative Wasserressourcen wie aufbereitetes Kommunal- oder Industrieabwasser können hier eine Schlüsselrolle spielen (Haberkamp 2025, S. 3f.) (siehe weitere Details in Kapitel 3.7).

Herausforderungen bei der Wiederverwendung von Wasser, neben den expliziten Ansprüchen an die Qualität insbesondere in der Landwirtschaft, ist die örtliche Verfügbarkeit. Aufbereitetes Brauch-

wasser muss dort verfügbar sein, wo es eingesetzt wird. Ein Transport scheint weder wirtschaftlich noch praktikabel zu sein. Ein eigenes Rohrnetz scheint auch in Anbetracht der oben genannten Herausforderungen im Bereich Netze weder möglich noch wirtschaftlich. In manchen Regionen kann dies aber aufgrund von Mangelsituationen notwendig werden. Durch solche Maßnahmen entstehen erhöhte Kosten in Form von Anfangsinvestitionen und Unterhaltung, die folglich vom Wassernutzer getragen werden müssten (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025f; Gelsenwasser 2022, S. 3).

3.2.3.2 Regulatorische und rechtliche Veränderungen

Neben den technischen Maßnahmen gibt es auch die Möglichkeit von Anpassungen im regulatorischen und rechtlichen Bereich. Diese zielen dabei auf die Anpassung und Klarstellung von derzeitig geltenden Auflagen ab. Zudem diskutiert der folgende Abschnitt auch mögliche Verbesserungen behördenseitiger Auflagen.

Vorrang Wasserversorgung

Der Vorrang der öffentlichen Wasserversorgung ist ein elementarer Bestandteil der Daseinsvorsorge. Durch die Auswirkungen des Klimawandels kann es aber, wie eingangs beschrieben, verstärkt dazu kommen, dass bei gleichbleibenden oder zunehmenden Nutzungen und bei gleichzeitig verringertem Dargebot Nutzungskonflikte auftreten. Das Worst-Case-Szenario einer Einschränkung der Trinkwasserversorgung der Bevölkerung gilt es unter allen Umständen zu verhindern. Dazu dienen auch die obengenannten Maßnahmen. Jedoch gilt es sich auf diese Fälle vorzubereiten und es bedarf hier einer präventiven Entscheidung. Der Gesetzgeber regelt hierfür unter § 37 Abs. 2 LWG, dass die Entnahme der Wasserversorger, soweit diese der Versorgungssicherheit mit Trinkwasser dient, immer Vorrang haben sollte. Aus Sicht des VKU ist eine konkrete Ausgestaltung durch eine Verwaltungsvorschrift durch das für Umwelt zuständige Ministerium notwendig. Weiter führt der VKU aus, dass diese bisher nicht vorliegend sei und empfiehlt diesen Vorrang zum Gegenstand einer politischen Debatte zu machen. Der VKU betont hierbei zunächst immer die Trinkwasserversorgung der Bevölkerung (also dem Endkunden) inklusive der Bereitstellung von Löschwasser zu priorisieren. Folgend wird empfohlen die Versorgung der Industrie und Landwirtschaft sicherzustellen. Als letzte Stufe sollte die private Nutzung, wie z.B. eigene Gartenbewässerung und Befüllung von Pools oder die Autowäsche ermöglicht werden (VKU 2025b, S. 3). Final soll dieser Aspekt unter Kapitel 4 diskutiert werden. Auch weitere Sachverständige wie z.B. der DVGW oder der Wasserverband Niederrhein haben die Priorisierung der öffentlichen Trinkwasserversorgung hervorgehoben, insbesondere solle damit eine Beschleunigung von Wasserrechtsgenehmigungen einhergehen. Dies diene dazu, die dauerhafte Wasserversorgung sicherzustellen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025c, S. 5; Beek 2025a, S. 2f.; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025o, S. 2, 4, 14).

Bilanzierung Verfügbarkeit, digitale Datensysteme und Monitoring Grundwasser

Zur Abschätzung der Verfügbarkeit von ausreichenden Grundwasservorkommen, die dann folgend als Rohwässer zur Trinkwasserversorgung bereitstehen, bietet es sich an, eine Bilanzierung der Verfügbarkeit von Grundwasser und weiteren Trinkwasserquellen durchzuführen. Eine belastbare Datenbasis stellt eine Grundlage für jede wasserwirtschaftliche Entscheidung dar. Ohne eine solche kann eine mögliche Wasserknappheit (wie oben beschrieben) gar nicht festgestellt bzw. prognostiziert werden. Der Sachverständige des IWW fordert daher, dass die Grundwasserkörper in Echtzeit mit Sensorik überwacht werden sollten. Dies dient zur Echtzeit-Evaluierung der verfügbaren Mengen und ob Grundwasserkörper gestresst sind. Dies könnte auch die Ausgangslage für Prognosen sein und daraus folgende Entscheidungen könnten auf einer Datengrundlage getroffen werden (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025c, S. 33f.). Ein Beispiel für eine Erfassung und Bereitstellung gibt es in Niedersachsen: hier gibt es Sensoren für Grundwasserkörper, welche den Grundwasserstand und Entnahmen erfassen können. Pumpen und Wasserwerke könnten ebenfalls mit Sensorik aufgerüstet werden bzw. bestehende Messungen nutzen. Dabei ist eine gute Vernetzung und online-Übermittlung der Daten auf eine einheitliche Art wichtig. KI könnte dabei zusätzlich unterstützen große Datenmengen live auszuwerten, Muster zu erkennen und Prognosen verbessern. Dabei handelt es sich aber zurzeit nur um ein erkanntes Potenzial und es bedarf weiterer Forschung in diesem Feld (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025c, S. 7).

Wasserschutzgebiete / Vorbeugender Gewässerschutz

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist der vorbeugende Gewässerschutz, wie dieser bereits in Nordrhein-Westfalen unter dem aktuellen Gesetzesrahmen praktiziert wird. Trinkwasserressourcen sind besonders schutzbedürftig. Die verschiedenen Wasserschutzgebiete dienen dem vorbeugenden Schutz der Gewinnungsbereiche, es sollten auch die Eintragspfade von Schadstoffen so weit wie möglich beachtet werden. Dies kann einer der zielführendsten Ansätze für den Schutz unserer Wasserqualität, die durch weniger Dargebot eine höhere Konzentration von Fremdstoffen aufweisen könnte, sein. Mit den seit Ende 2025 vorliegenden Risiko- und Gefährdungsberichten gemäß Trinkwassereinzugsgebiete-VO existieren landesweit umfangreiche Datenbestände zu Qualitätsrisiken in Einzugsgebieten, auf denen risikomindernde Maßnahmen aufbauen sollten (DVGW o.J.b). Vorbeugender Schutz der Trinkwasserressourcen sollte damit weiterhin im Fokus des Handelns stehen.

Reservegebiete für weitere Grundwasserressourcen, sofern erforderlich, müssen frühzeitig erkundet werden, damit die Ausweisung stattfinden kann. Nach Einschätzung des Sachverständigen des IWW kann dieser Prozess, inklusive möglicher Baumaßnahmen, 10 bis 20 Jahre in Anspruch nehmen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025c, S. 16). Für die Feststellung der Notwendigkeit kann ein Landeswasserversorgungskonzept ein relevanter Wegbereiter sein (dies wird im weiteren Verlauf des Kapitels ausführlicher diskutiert). Unter den Bedingungen des Klimawandels sollten die aus-

gewiesenen Reservegebiete, die in Zukunft zur Trinkwassergewinnung nötig werden könnten, vorsorglich geschützt werden. Dabei wurde durch die Stellungnahme von Gelsenwasser bemerkt, dass die Ausweisung ausschließlich aufgrund fachlicher Erwägungen festgestellt werden sollte, Herausforderung ist dabei besonders die Flächenverfügbarkeit (Gelsenwasser 2022, S. 7).

Trinkwasserversorgung in Krisen und Notfällen

Für den Fall von Extremwetterereignissen bedarf es eines umfassenden Schutzes der Trinkwasseranlagen nach klaren Regeln. Die Trinkwasserversorgung zählt zur kritischen Infrastruktur (KRITIS) (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025c, S. 19). Auch die zunehmende Gefahr durch hybride Kriegslagen lässt den Bedarf einer resilienten Wasserversorgung steigen. Hybride Kriegslagen, insbesondere durch Cyberangriffe, stellen eine reale Gefahr dar. Dies begründet sich auch aus einer fortschreitenden Digitalisierung der Wasserwirtschaft. Erste wichtige Schritte zum Schutz wurden hier beispielsweise durch das Land und große Wasserunternehmen mithilfe des „Kompetenzzentrum Digitale Wasserwirtschaft“ unternommen. Dabei werden Wasserunternehmen in ihrer Cyberresilienz durch Kompetenzbündelung und 24/7-Monitoring geschützt. Darüber hinaus wurde empfohlen, auch kleinere Wasserversorger bei Schutzmaßnahmen zu unterstützen (Merz 2025, S. 8f.). Für den allgemeinen Krisenfall müssen bei allen Wasserversorgern Krisenabläufe gesichert sein und Infrastruktur (z.B. Notstromaggregate, ausfallsichere Kommunikation) vorgehalten werden (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025c, S. 24, 2025o, S. 11). Der BDEW empfiehlt weiterhin ein verbindliches Mindestversorgungsziel, krisenfeste Kommunikation und Finanzierungsmöglichkeiten hierfür sowie angepasste Qualitätsstandards (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025n, S. 5).

3.2.3.3 Verwaltungs- und behördliche Prozesse

Zu den Ansätzen für eine Verbesserung der Trinkwasserversorgung gehört auch eine Betrachtung des Optimierungspotenzials im Bereich der Verwaltung und der behördlichen Prozesse. Im Folgenden werden Ansätze präsentiert, welche durch die Anhörung deutlich geworden sind.

Abbau von Bürokratie und Beschleunigung von Genehmigungsverfahren

Eine Herausforderung für die Wasserversorgung und den Ausbau zur Klimaresilienz stellen auch die Bürokratie und aufwändige Genehmigungsverfahren dar. Die Problemlagen sind dabei vielschichtig und weitreichend. Laut Ergebnissen der Anhörung dauern wasserrechtliche Bewilligungen zur Trinkwasserversorgung häufig Jahre. Dabei sei der Umfang häufig zu hoch. Fortsetzungen der Nutzung nach Ablauf des Bewilligungszeitraums kommen behördenseits annähernd einer Neubeantragung gleich, auch ohne eine Veränderung der Nutzungsart. Häufig fordern Behörden viele Gutachten, damit die eigene Entscheidung abgesichert sei. Der Sachverständige des Wasserbands Niederrhein betonte dabei, dass die Behörden vorzugsweise auch den Experten aus der Wasser-

wirtschaft vertrauen sollten (Merz 2025, S. 4). Bei diesem Aspekt spielt auch der Fachkräftemangel in Behörden eine Rolle. Durch zu wenig und nicht in dem Fachbereich qualifiziertes Personal in Behörden verzögerten sich Verfahren (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025c, S. 8). Durch Sachverständige wurden hier bereits einige Lösungsansätze in der Anhörung vorgeschlagen. So wurde eine Einführung von flexiblen Wasserentnahme-Lizenzen zur öffentlichen Trinkwasserversorgung empfohlen (Merz 2025, S. 4). Dies würde – insbesondere in Kombination mit einer wie oben beschriebenen verbesserten Datenerhebung – den Vorteil für Entnahmen ergeben, sich auf die realen Dargebote und Bedarfe einzustellen und auch eine bessere Wirtschaftlichkeit der Entnahmen herzustellen. Außerdem solle ein planerischer Vorrang für die Erreichung von Klimaneutralität der Wasserwirtschaft nach Ansicht von Experten eingeführt werden (Merz 2025, S. 4). Damit hätte die Wasserversorgung immer Vorrang gegenüber anderen Belangen. Empfohlen wurde außerdem eine Vereinfachung der Prozesse analog zur Erneuerbaren Energie (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025o, S. 4). Die Vereinfachung der Prozesse bei Erneuerbaren zeigte schnell positive Wirkung, dies könnte auch für die Wasserwirtschaft übernommen werden. Dringend wurde auch empfohlen Verfahren zu parallelisieren und zu vereinfachen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025c, S. 9). Damit würden sich alle beteiligten Behörden zeitgleich mit dem Verfahren beschäftigen und nicht nacheinander. Dies würde eine Vereinfachung und Beschleunigung darstellen. Mittels Pilotverfahren und Experimentierklauseln könnten zukunftsfähige Verfahren getestet und mit Praktikern aus Verwaltung und Wasserwirtschaft umsetzbar gestaltet werden (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025k, S. 33ff.).

Trinkwasserkooperationen (Landwirtschaft und Versorger)

Die zunehmende Erwärmung und veränderte Niederschlagsmuster werden auch die Landwirtschaft und damit unsere lokale Nahrungsmittelherstellung herausfordern (mehr dazu in Kapitel 3.4 „Landwirtschaft“). Für den Trinkwasserschutz stellen sowohl der steigende Bewässerungsbedarf als auch vermehrte oder veränderte Stoffeinträge in Böden und Oberflächengewässer infolge von Extremwetterereignissen wie Starkregen oder Dürre eine zunehmende Herausforderung dar. In Regionen mit ohnehin geringem Wasserdargebot kann dies in Ausnahmefällen zu Nutzungskonflikten führen. Die Trinkwasserschutzkooperationen in Nordrhein-Westfalen befassen sich u.a. bereits mit diesen Themen und können – sowohl in den Wasserschutz- und Einzugsgebieten selbst als auch mit Blick auf ihre landesweite Vorbildfunktion – einen wichtigen Beitrag zu einer weitergehenden Lösung leisten. Dabei wird eine frühzeitige und präventive Kooperation von Akteuren empfohlen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025o, S. 14). Eine Trinkwasserkooperation, z.B. in Form eines Runden-Tisches von Versorgern und Landwirten, kann dazu beitragen frühzeitig Nutzungskonflikte auszuräumen und präventiv Strategien zum Schutz der Trinkwasserversorgung zu erarbeiten. Auch zum Schutz der Trinkwasserqualität, z.B. durch geringere Einbringung von Fremdstoffen kann eine Kooperation positiv unterstützen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2024, S. 38). Außerdem kann eine veränderte Bewässerungsstrategie von Landwirten dabei helfen, das Ziel von ausreichender Trinkwasser- und Lebensmittelversorgung sicherzustellen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025af, S. 9).

Landeswasserversorgungskonzept

Als Grundlage für Entscheidungen und Maßnahmen (technischer und politischer Art) wurde die Einführung eines Landeswasserversorgungskonzepts empfohlen, ähnliche Bestrebungen gibt es bereits in Baden-Württemberg (Landesregierung Baden-Württemberg 15.07.2025). Hierbei sollten die existierenden und bereits verpflichtenden kommunalen Wasserversorgungskonzepte für eine landesweite Übersicht von Wasserbedarfen und -prognosen zusammengeführt werden (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025c, S. 3, 2025o, S. 3). Doch eine landesweite Auswertung allein wird nicht ausreichen. Angesichts der zunehmenden wasserwirtschaftlichen Herausforderungen durch den Klimawandel wäre es sinnvoll, ein umfassendes „Landeswasserkonzept 1.0“ zu entwickeln. Darin könnten landesweit beispielsweise Mengenbilanzen, der Ausbau von Verbundsystemen, Nutzungskonkurrenzen sowie Resilienzaspekte integriert werden. Die Erstellung eines solchen Konzeptes sollte pragmatisch und umsetzungsorientiert erfolgen, damit zeitnah eine fundierte Basis für weitere Maßnahmen vorliegt. Dies könnte als Entscheidungsgrundlage für z.B. Fernwasserleitungen und Verbünde dienen. Auch für die Ausweisung von Reserve- und Trinkwasserschutzgebiete könnte ein solches Konzept eine Grundlage liefern (Merz 2025, S. 2).

3.3 Schutz vor Wasser

Neben der Sicherstellung der Versorgung der Bevölkerung bei Wasserknappheit ist der Schutz vor zu viel Wasser elementarer Bestandteil einer klimaangepassten Wasserpolitik. Es ist davon auszugehen, dass die Häufigkeit und Intensität von Starkregen und damit einhergehenden, aber auch lokal unabhängigen Hochwasserereignissen klimawandelbedingt zunehmen wird. Deshalb besteht wachsender Handlungsdruck, die bestehende Infrastruktur zu sanieren und an die zukünftigen Herausforderungen anzupassen, um Bürgerinnen und Bürger Nordrhein-Westfalens in Zukunft adäquat zu schützen.

Dies haben nicht zuletzt die verheerenden Überschwemmungen in Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz im Juli 2021 gezeigt. Die extremen Starkregenereignisse führten zur größten Naturkatastrophe in der nordrhein-westfälischen Geschichte. Das Hochwasser 2021 war geprägt durch außergewöhnlich hohe Niederschlagsmengen, die auf bereits stark gesättigte Böden trafen und in Verbindung mit spezifischen topographischen Gegebenheiten zu außergewöhnlich schnellen Abflussprozessen führten (BMI und BMF 2022, S. 3f.).

Sie wurde seitdem wissenschaftlich analysiert, z.B. in den BMBF-Projekten KAHR zu Klimaanpassung, Hochwasser, Resilienz mit Fokus auf den Wiederaufbauprozess und Hochwasserrisikomanagement sowie Howas2021 mit Schwerpunkt auf Kommunikation und Governance-Strukturen. Politisch wurden die Ereignisse im Rahmen eines Untersuchungsausschusses des Landtags Nordrhein-Westfalen behandelt, dessen Abschlussbericht seit dem 5. Juli 2025 vorliegt.

Der 10-Punkte-Arbeitsplan der Landesregierung Nordrhein-Westfalen soll den Hochwasserschutz stärken, indem Prävention, Vorsorge, bauliche Maßnahmen, moderne Risikoanalyse sowie leistungsfähige Warn- und Informationssysteme systematisch miteinander verbunden werden. Ziel ist es, die Widerstandsfähigkeit von Kommunen, Infrastruktur und Bevölkerung gegenüber den Folgen des Klimawandels nachhaltig zu erhöhen und den Schutz von Menschenleben, Umwelt und Sachwerten dauerhaft zu sichern. Auch das Innenministerium veröffentlichte im Februar 2022 eine Analyse mit 15 Handlungsfeldern, um den Katastrophenschutz in NRW für zukünftige Ereignisse besser aufzustellen. Rund 500 Projekte hat das Land Nordrhein-Westfalen seit 2021 gefördert; dazu gehören unter anderem ein Ausbau der Pegel-, Warn- und Messsysteme (MUNV 2025b). 2024 teilte das MUNV mit, dass mehr als 320 Hochwasserschutzmaßnahmen – darunter 120 baulicher Natur – in der Umsetzung sind. Dies verdeutlicht die erhebliche Anzahl parallellaufender Planungs- und Bauprozesse, die aufgrund komplexer Genehmigungs-, Vergabe- und Bauverfahren regelmäßig mehrere Jahre in Anspruch nehmen.

Neben den laufenden baulichen Maßnahmen umfasst das Hochwasserrisikomanagement auch konzeptionelle Planungen, Flächensicherungen, Starkregenrisikoanalysen sowie den Ausbau von Mess-, Pegel- und Warnsystemen. Der „Pakt für Hochwasserschutz Nordrhein-Westfalen“ ist eine Vereinbarung von Anfang 2026 zwischen dem Land, den kommunalen Spitzenverbänden, Wasserwirtschaftsverbänden und Bezirksregierungen, um den Hochwasserschutz angesichts zunehmender Risiken durch Klimawandel, Bodenversiegelung und Verstädterung strategisch und koordiniert zu stärken. Im Mittelpunkt stehen eine engere Zusammenarbeit auf Ebene der Flusseinzugsgebiete, die beschleunigte Umsetzung technischer und naturnaher Schutzmaßnahmen sowie digitale Plattformen zur Planung und Förderung. Die Initiative setzt auf eine risikobasierte Priorisierung, gezielte Flächensicherung und die Einbindung aller relevanten Akteure, um Mensch, Natur und Wirtschaft zu schützen. Fortschritte werden regelmäßig evaluiert und das Maßnahmenpaket bei Bedarf weiterentwickelt.

Die Inhalte und Handlungsempfehlungen aus dem Abschlussbericht des Untersuchungsausschusses zur Flutkatastrophe sind nicht zentraler Gegenstand dieses Berichts, werden aber an geeigneten Stellen aufgegriffen, um die klimawandelbedingten Herausforderungen für den Schutz vor Wasser exemplarisch zu verdeutlichen.

Ausgehend von den Auswirkungen des Klimawandels auf den Niederschlag und der dementsprechend anzunehmenden Zunahme von Starkregen- und Hochwasserrisiken für Nordrhein-Westfalen (3.3.1) behandelt dieses Kapitel die rechtlichen Rahmenbedingungen und Zuständigkeiten für den Schutz vor Wasser in Abschnitt 3.3.2. Auf dieser Grundlage werden die Hochwasservorhersage sowie das Frühwarnsystem sowie Hochwasserschutzmaßnahmen im Überblick und entlang der Gewässerordnungen als Elemente der Hochwasservorsorge in NRW (3.3.3) in den Blick genommen. Der letzte Abschnitt (3.3.4) adressiert die Umsetzungshindernisse – geringe Flächenverfügbarkeit,

die Dauer von Genehmigungsverfahren und die fehlende Finanzierung und zeigt Lösungsansätze auf.

3.3.1 Extremere Niederschlagsereignisse treffen auf bestehendes Hochwasserrisiko in Nordrhein-Westfalen

Dieser Abschnitt erklärt, mit welchen klimawandelbedingten Veränderungen der Niederschlagsmuster in Zukunft zu rechnen ist und auf welche hochwasserrelevanten Gegebenheiten sie in Nordrhein-Westfalen treffen, insbesondere mit Blick auf die topografischen Gegebenheiten und die Aufnahmekapazitäten der Böden.

Da wärmere Luft mehr Wasserdampf aufnehmen kann, zeigt sich auch in Nordrhein-Westfalen im Zuge des Klimawandels eine Zunahme der durchschnittlichen Jahresniederschlagssumme[14] und eine leichte Zunahme der Niederschlagsextreme. Während die Sommermonate trockener werden, häufen sich die Niederschläge in den Wintermonaten (Schüttrumpf 2025, S. 19). Diese klimatische Veränderung hin zu Niederschlagsextremen trifft in NRW auf ein Bundesland mit ohnehin hohem Schadenspotenzial im Hochwasserfall.

Hochwasser sind grundsätzlich natürliche Ereignisse und gehören zum normalen Abflussgeschehen. Die Begradigung, das Aufstauen, Verkürzen oder Schiffbarmachen von Fließgewässern sowie die Nutzung ehemaliger Überschwemmungsgebiete für Siedlungsbau und Landwirtschaft führen dazu, dass sich der Oberflächenabfluss in die Gewässer beschleunigt, die Pegelstände insgesamt schneller steigen und in kürzerer Zeit mehr Wasser transportiert wird: „Flüsse brauchen Raum. Ist dieser Raum nicht vorhanden, so werden Siedlungsflächen, Gewerbe- und Industriegebiete überflutet." (Birkmann 2022, S. 2). So sind an den großen Flüssen in Deutschland in den vergangenen 200 Jahren 90 Prozent der Auenflächen verloren gegangen (DIE ZEIT 2025) und ehemalige Auen wurden – gerade in NRW – dicht besiedelt. Der Eingriff des Menschen in den Lauf von Gewässern und die Landschaft hat erheblichen Einfluss auf das Zustandekommen, den Verlauf und die Schäden von Hochwasser und Starkregen (UBA 2022c). Der Klimawandel verschärft diese Ausgangslage.

Nach § 72 WHG ist Hochwasser „eine zeitlich beschränkte Überschwemmung von normalerweise nicht mit Wasser bedecktem Land, insbesondere durch oberirdische Gewässer oder durch in Küstengebiete eindringendes Meerwasser" mit Ausnahme von „Überschwemmungen aus Abwasseranlagen". Letztere werden haftungsrechtlich nicht als Hochwasser eingeordnet, vgl. § 72 Satz 2 LWG NRW (Queitsch 2022, S. 17). Für den Deutschen Wetterdienst liegt Starkregen dann vor, wenn der Niederschlag sehr kurz (weniger als eine Stunde) und intensiv stattfindet (mehr als 15 l/m²) (DWD

[14] In den vergangenen 142 Jahren haben die Niederschläge im Jahresdurchschnitt um sieben Prozent zugenommen, von 808 Millimeter zwischen 1881 bis 1910 im Vergleich zu 866 Millimeter im 30-jährigen Vergleichszeitraum zwischen 1993 und 2022, vgl. MUNV 2023b, S. 32.

o.J.). Der Klimawandel hat bereits jetzt die Wahrscheinlichkeit extremer Regenereignisse (1,2 bis neun Mal höher) und deren Intensität (um drei bis 19 Prozent) in Westeuropa erhöht (world weather attribution 2021). Insbesondere lässt sich eine Zunahme der Starkregenereignisse beobachten.

Die Beschaffenheit des Niederschlags, die daraus resultierenden Schäden und folglich die adäquaten Maßnahmen zum Hochwasser- oder Starkregenschutz hängen maßgeblich von den lokalen Bedingungen ab, auf die der Regen trifft, u.a. Hydrologie, Topografie und die Art der Landnutzung, denn: „Hochwasser ist nicht gleich Hochwasser!“ (Schüttrumpf 2025, S. 1).

Die Hydrologie unterscheidet Niederschlag nach Dauer, räumlicher Ausbreitung und Intensität: Konvektiver Starkregen dauert kurz, tritt kleinräumig auf und ist sehr niederschlagsintensiv, während advektiver Regen („Landregen“) länger anhält, großflächig auftritt und eine moderate Intensität aufweist. Kurze, intensive Regenereignisse sind vor allem im urbanen Raum und in Kopfeinzugsgebieten von Flüssen hochwasserrelevant. Langanhaltender Regen wiederum geht mit großen Niederschlagsvolumina einher, die in den Flusseinzugsgebieten zu einer großräumigen Sättigung der Böden und erhöhtem Oberflächenabfluss führen können.

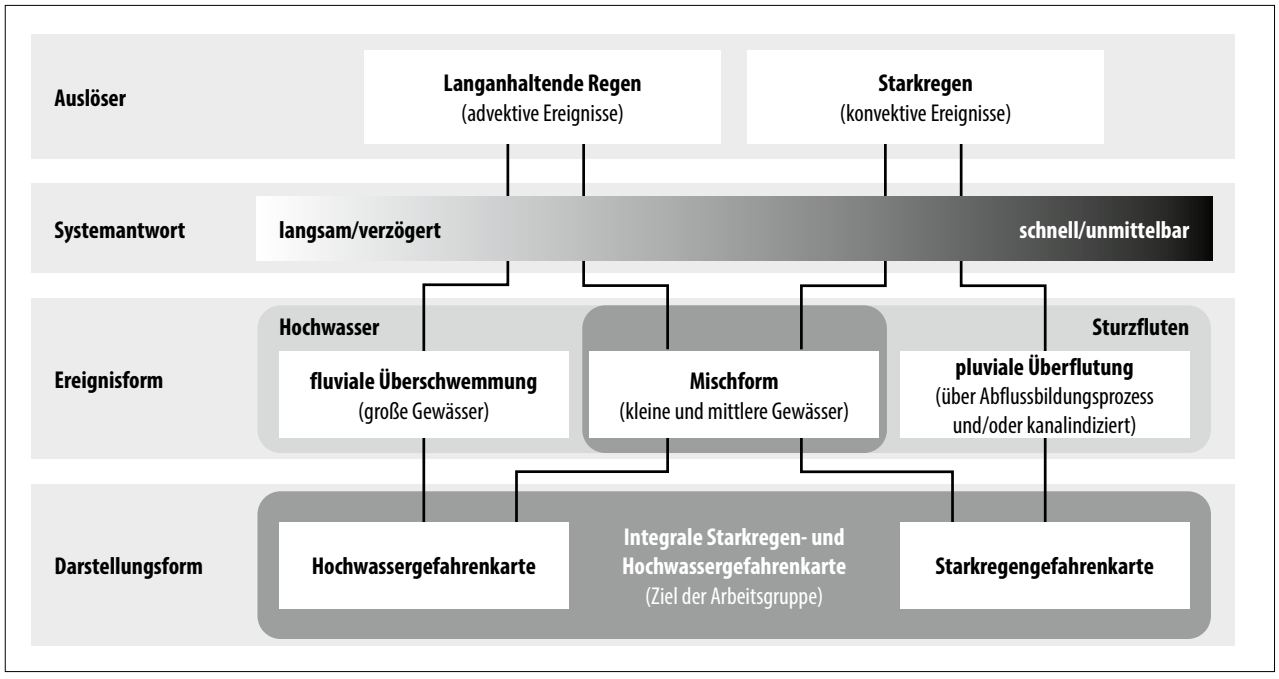


Abbildung 10: Hochwasser und Starkregen auslösende Niederschlagsformen; Quelle: Arbeitsbericht der DWA-Arbeitsgruppe ES-2.8 in KA Korrespondenz Abwasser, Abfall, 2023 (70); Nr. 10, S. 747 – 758, Abbildung 3; (Quirmbach 2025, S. 1).

Wie Abbildung 10 zeigt, führen advektive Ereignisse verhältnismäßig langsam zu großflächigen, fluvialen Überschwemmungen großer Gewässer („Hochwasser“), während eher lokale konvektive Starkregen bzw. „Sturzfluten“ plötzlich zu stark erhöhten Abflüssen bzw. Zuflüssen zu (kleineren) Gewässern und in der Kanalisation führen (sogenannte pluviale Überflutungen). In der Realität treten häufig Mischformen auf, insbesondere wenn Starkregen im Mittelgebirge oder kleineren Ein-

zugsgebieten faktisch das Hochwasser verursacht. Diese Realität sollten – laut Prof. Schüttrumpf – Hochwasser- und Starkregengefahrenkarten auch abbilden, Signalwirkung entfalten und besser zugänglich sein (Schüttrumpf 2025, S. 6). Bei Extremwetterereignissen verlaufen Niederschläge selten nach dem „Lehrbuch": Mehrere Starkregenzellen können nacheinander auftreten („Multizellen") oder sich über einem Ort entleeren. Vereinfacht gilt: Lokaler Starkregen verursacht lokale, großräumiger Niederschlag großflächige Überflutungen (Quirmbach, in: Landtag Nordrhein-Westfalen 2025d, S. 7).

Landschaftlich vielfältig, muss in Nordrhein-Westfalen insbesondere zwischen Hochwassereigenschaften im Mittelgebirge (Eifel, Bergisches Land, Siegerland, Weserbergland) oder im Flachland (Münsterland, Jülicher Börde u. a.) unterschieden werden. Obwohl sie überall auftreten können, sieht der Deutsche Wetterdienst tendenziell eine Zunahme von Extremereignissen in Mittel- und Hochgebirgsregionen (Junghänel et al. 2021, S. 9). Plötzliche Starkregenereignisse wirken sich in Städten viel stärker aus als auf dem Land (Schüttrumpf 2025, S. 1). Hochwasserschutz an Flüssen erster Ordnung steht vor anderen Herausforderungen und braucht andere Strategien als an Gewässern sonstiger Ordnung mit kleineren Einzugsgebieten, vgl. Abschnitt 3.3.3.3.

In Nordrhein-Westfalen sind Starkregen- bzw. Dauerregenereignisse, die die Aufnahmekapazitäten von Böden, Gewässern sowie der Entwässerungsinfrastruktur überschreiten, die Auslöser von Hochwasser unterschiedlicher Art. Die klimatische Veränderung hin zu Niederschlagsextremen trifft in NRW auf ein Bundesland mit ohnehin hohem Schadenspotenzial im Hochwasserfall. So ordnet die Deutsche Umwelthilfe Nordrhein-Westfalen als eines von vier Bundesländern mit höchstem Hochwasserrisiko ein. Diese Bewertung basiert darauf, wie viel Fläche und Häuser bzw. Wohnungen bei einem hundertjährigen Hochwasser betroffen wären. Mit 6,8 Prozent der Landesfläche hat NRW die höchste Flächenbetroffenheit, neben 30.000 Wohnadressen. Das liegt zum einen daran, dass die großen Fließgewässer bei Hochwasser Überschwemmungsgebiete fluten, in denen sich Siedlungen befinden. Zum anderen ergibt sich aus den Mittelgebirgslagen ein erhöhtes Schadensrisiko bei Hochwasser aufgrund schmaler Talräume. Diese topographischen Gegebenheiten und Siedlungsstrukturen treffen in Nordrhein-Westfalen auf einen Raum, der historisch bedingt von Entwässerungssystemen durchdrungen ist (Küppers 2025). So wurden in der Vergangenheit Gewässer begradigt, Flächen versiegelt und der natürliche Wasserrückhalt eingeschränkt. Auf diese Gegebenheiten treffen nun zunehmende und stärkere Extremniederschlagsereignisse, die das Hochwasserrisiko ansteigen lassen.

Welche Gefahr von starken Niederschlagsereignissen ausgeht, hängt auch maßgeblich von der Infiltrations- und Speicherfähigkeit der Böden ab. Versiegelte Flächen – insbesondere Siedlungs- und Verkehrsflächen – reduzieren die natürliche Versickerung und erhöhen den oberflächlichen Abfluss. Dieser kann bei Starkregen pluviale Überflutungen auslösen. Nach Angaben des Umweltbundesamtes umfasst die Bodenversiegelung vor allem bebaute Flächen, Verkehrsflächen sowie andere

dauerhaft befestigte Flächen, auf denen Niederschlag nicht oder nur eingeschränkt versickern kann (UBA 2025d). Für Nordrhein-Westfalen ist dieser Zusammenhang besonders relevant. Auch wenn sich die Dynamik des Flächenzuwachses im Vergleich zu den 1990er-Jahren verlangsamt hat, nimmt die versiegelte Fläche weiterhin zu. Eine maßgebliche Ursache dafür liegt im Zuwachs an Wohnraum (Regionaldatenbank Deutschland 2025).

Versiegelung erhöht nicht nur das Überflutungsrisiko, sondern kann auch durch beschleunigten Abfluss die Belastung von Gewässern erhöhen. Zudem steht sie in engem Zusammenhang mit der Flächenverfügbarkeit für Retentionsräume und anderen Maßnahmen des Hochwasserschutzes (vgl. Abschnitt 3.3.4.1 und Kapitel 3.5 „Siedlungsstrukturen").

3.3.2 Rechtliche Rahmenbedingungen und Zuständigkeiten in Nordrhein-Westfalen

Dieses Kapitel stellt dar, welche Anforderungen sich für das Land Nordrhein-Westfalen aus der EU-Hochwasserrisikomanagementrichtlinie (HWRM-RL, 2007/60/EG) ergeben, welche Aspekte der Raumplanung für den Schutz vor Wasser relevant sind und wer für den Schutz vor Wasser zuständig ist.

3.3.2.1 Hochwasserrisikomanagement

Hochwasser ist grundsätzlich ein natürliches Phänomen. Da es keinen vollständigen Schutz vor Hochwasser geben kann, verfolgt die EU-Hochwasserrisikomanagementrichtlinie (HWRM-RL, 2007/60/EG) das Ziel, mit dem verbleibenden Restrisiko umzugehen. Diese Richtlinie soll dazu beitragen, Hochwasserereignisse möglichst zu vermeiden, ihre Folgen zu begrenzen und Vorsorge zu treffen. Unter *Hochwasserrisiko* versteht die Richtlinie die „Kombination der Wahrscheinlichkeit des Eintritts eines Hochwasserereignisses und der hochwasserbedingten potenziellen nachteiligen Folgen auf die menschliche Gesundheit, die Umwelt, das Kulturerbe und wirtschaftliche Tätigkeiten" (vgl. Art. 2 Abs. 2 HWRM-RL sowie § 73 Abs. 1 Satz 2 WHG).

Seit 2007 legt die Richtlinie EU-weit einheitliche Vorgaben für die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken nach Flussgebietseinheiten fest, wie sie auch in der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) vorgesehen sind. Dabei werden zudem Anforderungen der Klimaanpassung berücksichtigt. In Deutschland sind die Vorgaben seit 2010 im Wasserhaushaltsgesetz (vgl. §§ 72 ff. WHG) verankert. Alle sechs Jahre durchlaufen die EU-Mitgliedstaaten drei Arbeitsschritte: (1) die vorläufige Risikobewertung und Abgrenzung von Risikogebieten, (2) die Erstellung von Hochwassergefahrenkarten (HGK) und Hochwasserrisikokarten (HRK) sowie (3) die Ausarbeitung von Hochwasserrisikomanagementplänen (HWRM-Pläne). Während HGK das mögliche Ausmaß von Überflutungen darstellen, berücksichtigen HRK zusätzlich die Auswirkungen auf Flächennutzungen und Schutzgüter. Diese Karten haben einen informativen, keinen rechtsverbindlichen Charakter. Auf ihnen basie-

ren die HWRM-Pläne, die darüber hinaus Maßnahmen zur Vermeidung, Minderung oder Bewältigung von Hochwasser verzeichnen (vgl. § 75 WHG). Die Schadenssumme sowie die Anzahl der geschädigten oder verunglückten Personen sind Faktoren, um die Dimension eines eingetretenen Ereignisses darzustellen (Schüttrumpf et al. 2024, S. 492f).

Für die strategische Planung und Umsetzung des Hochwasserschutzes sind in Deutschland in erster Linie die Bundesländer verantwortlich. Seit Beginn des zweiten Zyklus (2016–2021) werden für jedes länderübergreifende Flussgebiet gemeinsame HWRM-Pläne erstellt, beschlossen durch die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA). Nordrhein-Westfalen ist dementsprechend an den deutschen Plänen für Rhein, Ems und Weser beteiligt; bei der Maas liegt die Verantwortung allein beim Land. Besonders am Rhein zeigt sich die Notwendigkeit internationaler Zusammenarbeit: Rückhaltemaßnahmen zum Schutz Nordrhein-Westfalens müssen teilweise in Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz, Hessen sowie in der Schweiz und in Frankreich umgesetzt werden. Bei kleineren und mittleren Flüssen kann NRW dagegen weitgehend eigenständig handeln (flussgebiete.nrw).

Auf regionaler Ebene arbeiten die Bezirksregierungen mit Kommunen, Kreisen, Wasser- und Deichverbänden sowie weiteren Akteuren zusammen (flussgebiete.nrw). Die jüngste Überprüfung der Risikogewässer nach § 73 WHG weist für Nordrhein-Westfalen seit 2024 insgesamt 456 Risikogewässer mit einer Länge von 6.035 km aus – das sind 16 Gewässer und 141 km mehr als im zweiten Zyklus. Die Überarbeitung des Hochwasserrisikomanagements im dritten Zyklus soll bis Ende 2025 abgeschlossen sein. Die Abfrage für die Aktualisierung der HWRM-Pläne beginnt im Herbst 2025 (MUNV 2025f, S. 2; MUNV 2025b, S. 24f.). Wie auf Abbildung 11 zu sehen, entsprechen die Gebiete mit potenziell signifikantem Hochwasserrisiko dabei weitgehend den Teileinzugsgebieten der Gewässer (flussgebiete.nrw). Um die abstrakten HWRM-Pläne praxisnah zu ergänzen, erstellt NRW für jede der 396 Kommunen einen Kommunensteckbrief, in dem die örtlichen Risiken sowie geplante und bereits umgesetzte Maßnahmen dargestellt werden (flussgebiete.nrw).

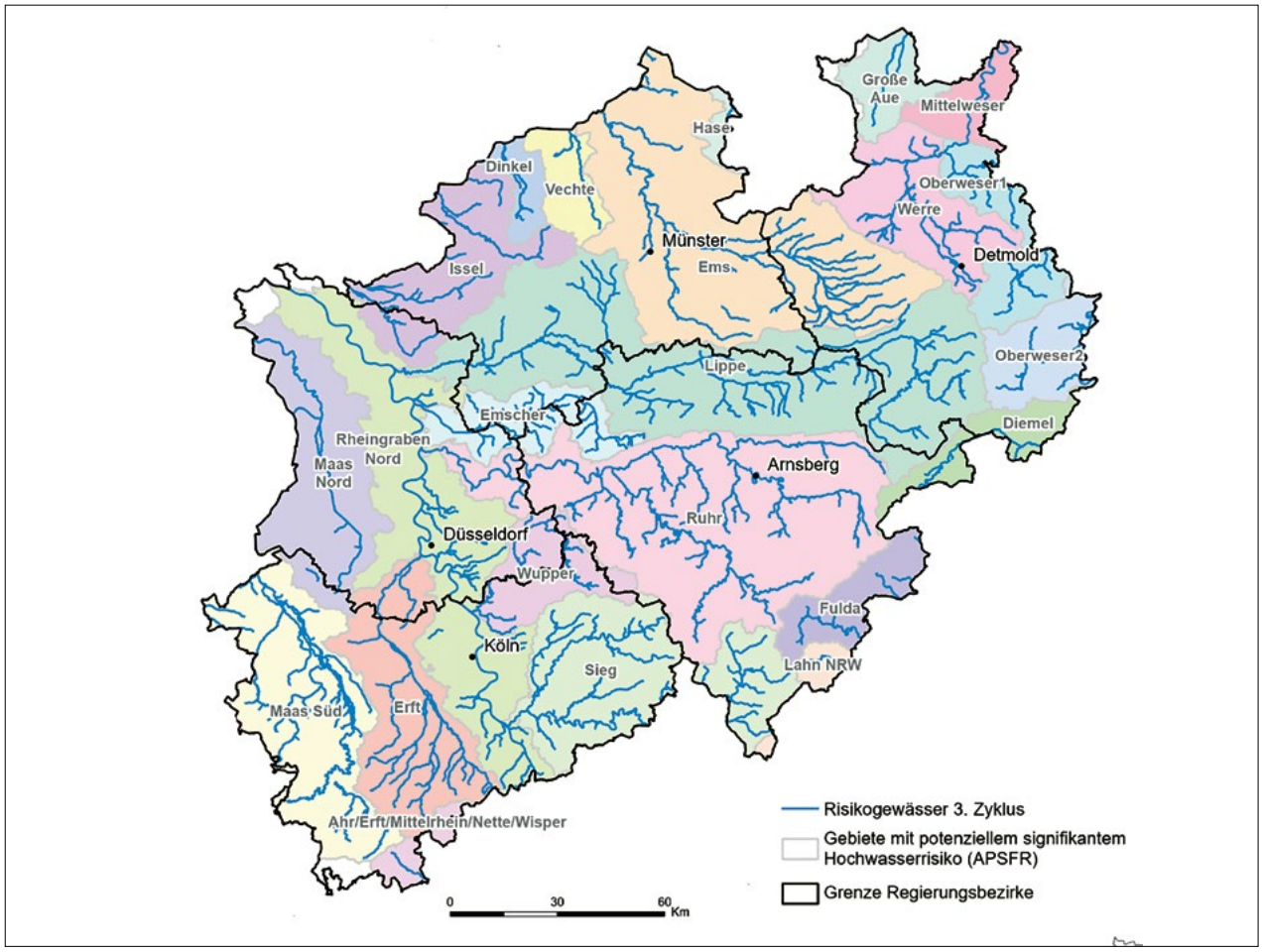


Abbildung 11: Karte der Risikogewässer für den dritten Zyklus der HWRL (flussgebiete.nrw).

3.3.2.2 Raumplanung

Der Text beleuchtet die Rolle der Raumordnung als präventives Instrument des Hochwasserschutzes, die rechtlichen Grundlagen und planerischen Ebenen in Nordrhein-Westfalen sowie die Herausforderungen und Anpassungsbedarfe angesichts zunehmender Hochwasserrisiken durch den Klimawandel. Während technischer Hochwasserschutz reaktiv ist, ist es Aufgabe der Raumordnung die Flächennutzung so zu steuern, dass Hochwasserrisiken gar nicht erst entstehen. Auf Basis des Landesplanungsgesetzes (LPIG NRW) legt die Regierung den Landesentwicklungsplan (LEP) NRW mit Zielvorgaben für die regionale Raumnutzung fest. Die Regionalräte konkretisieren den LEP in Regionalplänen.[15] Diese wiederum sind die Basis für die konkrete Steuerung der Bodennutzung durch die Kommunen anhand von Flächennutzungs- und Bebauungsplänen. Präventiver Hochwasserschutz berührt mehrere Kernaufgaben der Kommune, wie die Bauleitplanung und die Stadtentwicklung und erfordert die fachabteilungsübergreifende Zusammenarbeit, z.B. zwischen den

[15] Es gibt eine Ausnahme in NRW: Für die Metropole Ruhr erlässt der Regionalverband Ruhr (RVR) den Regionalplan Ruhr (RPR).

Bereichen Wasser/Abwasser, Verkehr, Bauwesen, Baugenehmigungen usw. Eine besondere Herausforderung in dicht besiedelten Gebieten ist die Flächenverfügbarkeit für Retentionsräume.

Wasserrechtlich müssen Flächen dann als Überschwemmungsgebiete ausgewiesen werden, wenn sie statistisch alle 100 Jahre überflutet werden würden (vgl. §76 WHG). Sie werden nach § 78 WHG festgelegt und haben einen unmittelbar rechtsverbindlichen Charakter. (Schüttrumpf 2026, S. 3).

Ein wasserrechtlich festgelegtes Überschwemmungsgebiet erhält nach dem Raumordnungsrecht Vorrang vor allen anderen Nutzungen („Vorranggebiet"). Alle anderen raumbedeutsamen Nutzungen sind ausgeschlossen, wenn sie mit dem Ziel des Hochwasserschutzes nicht vereinbar sind. Nach § 83 Absatz 2 LWG NRW i.V.m. §76 WHG legt das Land bzw. die Bezirksregierung[16] Überschwemmungsgebiete in Nordrhein-Westfalen fest. Auf diesen Flächen darf nach § 78 Abs. 1 WHG grundsätzlich nicht gebaut werden, wenn sie noch unbebaut sind; zu weiteren Ausnahmen vgl. § 78 Abs. 2 WHG (Greiving 2021, S. 12).

Davon zu unterscheiden sind die Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten, die lediglich eine Signal- und Informationsfunktion bei der raumordnerischen Sicherung von Flächen für den Hochwasserschutz haben. In Regionalplänen können Vorrang- oder Vorbehaltsgebiete festgelegt werden, um Retentionsräume, Polder oder rückgewinnbare Flächen langfristig zu sichern. Diese planerischen Festlegungen dienen der Vorsorge und Steuerung der Flächennutzung, ersetzen jedoch keine wasserrechtliche Festsetzung als Überschwemmungsgebiet.

Insbesondere in der Landes- und Regionalplanung offenbart sich, dass Hochwasserschutz in Konkurrenz mit anderen Flächennutzungen steht und nicht immer gegenüber anderen Nutzungen priorisiert wird bzw. Ausnahmetatbestände durchgängig restriktiv behandelt werden.

Nach Einschätzung der kommunalen Spitzenverbände ergeben sich in der Praxis Unterschiede zwischen kartierter Gefährdung und rechtlicher Festsetzung, da Überschwemmungsgebiete nur auf öffentlichen Flächen ausgewiesen werden. Private Grundstücke blieben oft unberücksichtigt, obwohl sie laut Gefahrenkarte eindeutig überflutungsgefährdet seien. Als Grund nennt die Arbeitsgemeinschaft mögliche Konflikte mit Eigentumsrechten und die Gefahr zahlreicher Klageverfahren. Nach Ansicht der kommunalen Spitzenverbände kann diese reduzierte Festsetzung in privaten Bereichen eine trügerische Sicherheit gegenüber Hochwasser vermitteln (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025m, S. 5).

Bei der Ausweisung von Vorbehaltsgebieten können Gebietskörperschaften in ihrem Ermessen dem Hochwasserschutz in Abwägung mit anderen Interessen eine höhere Bedeutung zukommen las-

[16] Vgl. Ziffer 22.1.49 des Anhangs II der ZuVO Umweltschutz.

sen. Die Bezirksregierung Köln hat im Regionalplan sogenannte rückgewinnbare Bereiche hinter bestehenden Deichen als Vorbehaltsgebiete für den Hochwasserschutz ausgewiesen, so dass diesen in Abwägung mit anderen raumbedeutsamen Nutzungen besonderes Gewicht verliehen wird. Dabei handelt es sich um Flächen, die derzeit genutzt werden, jedoch perspektivisch für Hochwasserschutzmaßnahmen wie Retentionsräume oder Deichrückverlegungen in Anspruch genommen werden könnten (Birkmann 2025, S. 10f.; Schüttrumpf 2025, S. 12). Verbindlich und einheitlich ist die Festschreibung von Hochwasserschutz als überragendem öffentlichem Interesse gegenüber anderen Rechtsgütern allerdings noch nicht.

Neben den bestehenden klimawandelunabhängigen Problemen stellt sich die Frage, wie der Schutz vor Wasser in einer Zukunft mit häufigeren und extremeren Hochwasserereignissen bei der Ausweisung von Überschwemmungsgebieten und der Konzeption von Hochwasserschutzmaßnahmen adäquat eingepreist werden kann.

Über die aktuelle Dimensionierung von Hochwasserschutzmaßnahmen ordnet Prof. Schüttrumpf den aktuellen status quo und die Notwendigkeit der Berücksichtigung von Klimawandelfolgen für die Zukunft ein:

In der Wasserwirtschaft wird zwischen Bemessungshochwasserabflüssen (BHQ) und Bemessungshochwasserständen (BHW) differenziert. Bemessungshochwasserabflüsse drücken einen Durchfluss in der Einheit Wassermenge pro Zeiteinheit (m3/s) aus, während sich Bemessungshochwasserstände auf einen Wasserstand (mNHN) beziehen. Während Wasserstände aufgrund wechselnder Querprofile und Gefälle variieren, bleiben Abflüsse konstant, wenn es keine Zuflüsse gibt. Die Wasserwirtschaft arbeitet in der Regel mit dem BHQ und rechnet ihn bei Bedarf auf einen ortsspezifischen Bemessungshochwasserstand um.

Für Hochwasserschutzmaßnahmen in Nordrhein-Westfalen bedeutet dies: Für viele Deiche in NRW wird mit einem Wiederkehrintervall bzw. einer Jährlichkeit von 100 Jahren gearbeitet. Es gibt aber auch Deiche mit niedrigeren oder höheren Wiederkehrintervallen. Sie werden nach dem erwarteten Schadenspotenzial gewählt. So geht man am Rhein in Duisburg von einem Wiederkehrintervall von 500 Jahren aus; bei geschlossenen Siedlungen oder Industrieanlagen rechnet man mit einem Wiederkehrintervall zwischen 100 und 500 Jahren.

„Derzeit findet in NRW keine generelle Berücksichtigung des Klimawandels bei der Ermittlung von Bemessungshochwasserständen BHW, Bemessungshochwasserabflüssen BHQ sowie bei der Ausweisung von Überschwemmungsgebieten und in Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten statt. Alle Instrumente basieren auf statistischen Werten (z.B. HQ100), die auf der Grundlage von in der Vergangenheit gemessenen Wasserständen und Abflüssen aufbauen.

Um klimawandelbedingte Änderungen bereits heute (…) zu berücksichtigen, werden in anderen Bundesländern Klimazuschläge, Klimafaktoren oder angepasste Wahrscheinlichkeitsverteilungen verwendet. Diese Vorgehensweise wird derzeit in NRW noch nicht umgesetzt. Im Rahmen des BMFTR-Projekts KAHR2 wird sich aktuell mit dem Thema „Klimazuschläge und Klimafaktoren" für NRW beschäftigt" (Schüttrumpf 2026, S. 4; Quirmbach 2025, S. 5).

Die Fachwelt empfiehlt eine noch zu definierende Form von Klimazuschlag, um vor stärkeren klimawandelbedingten Bemessungsabflüssen in Zukunft zu schützen.

Da es einige Jahre, wenn nicht sogar ein Jahrzehnt dauern kann, bis eine Hochwasserschutzmaßnahme tatsächlich fertiggestellt ist und diese idealerweise für viele weitere Jahrzehnte wirksam bleiben soll, stellt sich die Frage, wie Maßnahmen angesichts fortschreitender Klimaveränderungen langfristig tragfähig geplant und umgesetzt werden können. Folgende Umgangsweisen könnten Lösungsansätze darstellen:

- Einführung pauschaler Klimazuschläge: In Baden-Württemberg und Bayern wird seit mehr als zwei Jahrzehnten ein pauschaler Klimafaktor von 15 Prozent auf den Bemessungsabfluss aufgeschlagen. Auch in Niedersachsen, Schleswig-Holstein oder Mecklenburg-Vorpommern werden Deiche vorsorglich höher dimensioniert als es die traditionelle Bemessungsgrundlage erfordern würde (vgl. Schüttrumpf, in: Landtag Nordrhein-Westfalen 2025d, S. 12) (vgl. Schüttrumpf 2025, S. 11f.).
- Weiterentwicklung der Datengrundlagen: Pilotprojekte wie „StatExNi" arbeiten mit Niederschlagsdaten, die Klimaszenarien bis zum Jahr 2100 berücksichtigen, um die Wahrscheinlichkeit künftiger Extremereignisse zu berechnen und daraus Anpassungsmaßnahmen abzuleiten (EGLV 2025).
- Kombination technischer Ertüchtigung mit zusätzlicher Retentionsraumgewinnung: Nach der Hochwasserkatastrophe 2021 wurden bestehende Schutzsysteme in mehreren Regionen systematisch überprüft und weiterentwickelt. Beispielhaft stehen hierfür die „Roadmap Krisenhochwasser" der Emschergenossenschaft/Lippeverband sowie großräumige Retentionsraumprojekte am Rhein, die Deichertüchtigungen mit Klimazuschlägen und naturnaher Flächenentwicklung verbinden (vgl. Teichgräber, in: Landtag Nordrhein-Westfalen 2025d, S. 25).

Zunehmende und extremere Hochwasser- und Starkregenereignisse machen zudem weitergehende Schutzansätze für kritische und sensible Infrastrukturen erforderlich. In Bezug auf die Raumplanung bedeutet dies eine stärkere Fokussierung auf unterschiedliche Schutzgüter sowie die Entwicklung differenzierter, risikobasierter Schutzstrategien (vgl. Birkmann 2025, S. 2); (vgl. Schüttrumpf, Birkmann, in: Landtag Nordrhein-Westfalen 2025d, S. 9, 10, 13).

Gemäß § 2 Absatz 10 BSIG sind Kritische Infrastrukturen „Einrichtungen, Anlagen oder Teile davon, die den Sektoren Energie, Informationstechnik und Telekommunikation, Transport und Verkehr, Gesundheit, Wasser, Ernährung, Finanz- und Versicherungswesen sowie Siedlungsabfallentsorgung angehören und von hoher Bedeutung für das Funktionieren des Gemeinwesens sind, weil durch ihren Ausfall oder ihre Beeinträchtigung erhebliche Versorgungsengpässe oder Gefährdungen für die öffentliche Sicherheit eintreten würden." (BSI o.J.). In diesem Zusammenhang ist häufig auch von sensiblen Infrastrukturen die Rede. Damit wird ein besonderer Fokus auch auf die Schutzbedürftigkeit bestimmter Einrichtungen für vulnerable Gruppen – wie Kindergärten, Schulen oder Pflegeheime – oder Sicherheits- und Rettungsdienste sowie Gefahrenstoffbetriebe gelegt. Zu beachten ist, dass ein Ausfall kritischer und sensibler Infrastrukturen nicht nur direkte Schäden verursachen, sondern auch krisenverstärkend wirken kann: So ist es nicht zielführend, wenn ein Krankenhaus zwar hochwassergeschützt ist, aber die Strom- und Wasserversorgung nicht mehr funktioniert (Birkmann 2025, S. 10). Um solche „kaskadierenden Effekte" zu vermeiden, bedarf es Risikomanagementpläne und Katastrophenschutzkonzepte, die die Funktionsfähigkeit von kritischen und sensiblen Infrastrukturen nicht nur hinsichtlich einzelner Standorte, sondern auch im Hinblick auf das gesamte Versorgungssystem sicherstellen. Auch das gilt es bei der raumplanerischen Neuausrichtung im Hochwasserschutz zu berücksichtigen (vgl. Birkmann 2025, S. 4, 9f.).

Laut Weltklimarat ist eine ganzheitlichere Einordnung von Hochwasserrisiken, basierend auf drei Faktoren, anzustreben: 1. die physische Gefahr (Ereignis, Eintrittswahrscheinlichkeit, Intensität), 2. die räumliche und zeitliche Exposition gegenüber dieser physischen Gefahr für Bevölkerung, Infrastruktur und Raumnutzung sowie 3. deren Vulnerabilität. Dieser „risikobasierte Ansatz" hat Eingang in den Bundesraumordnungsplan Hochwasserschutz (BRPH) von 2021 gefunden, der für Bundesländer und Kommunen entsprechend gilt. Darin wird nicht nur die räumliche Ausbreitung von Hochwasser und dessen Eintrittswahrscheinlichkeit, sondern auch Wassertiefe, Fließgeschwindigkeit sowie die Schutzwürdigkeit und Vulnerabilität verschiedener Raumnutzungen und Infrastrukturen berücksichtigt. Prof. Birkmann bringt den raumplanerischen Handlungsbedarf für einen dynamischen, nach Schutzgraden differenzierten Hochwasserschutz in Nordrhein-Westfalen auf den Punkt: „Zukünftige Änderungen durch den Klimawandel erfordern die Berücksichtigung der Verschiebung von Linien (Bemessungshochwasser) und die Definition hochwasser- und starkregenangepasster Nutzungen je Zone (HQ-10, HQ-100, HQ-extrem)" (Birkmann 2025, S. 10).

3.3.2.3 Zuständigkeiten für den Hochwasserschutz

In Kapitel 3.3.2.2 ist bereits die raumplanerische Verantwortung von Land, Bezirksregierungen und Kommunen bei der Ausweisung von Überschwemmungsgebieten als Vorranggebiete bzw. von Hochwasserschutzgebieten als Vorbehaltsgebiete deutlich geworden. Hochwasservorsorge beruht in Deutschland auf dem Prinzip der geteilten Verantwortung zwischen staatlicher Vorsorge und privater Eigenvorsorge. Staatliche Maßnahmen können Risiken reduzieren, ersetzen jedoch nicht den ob-

jektspezifischen Schutz durch Eigentümer und Betreiber. Da viele Flächen in Nordrhein-Westfalen besiedelt und überschwemmungsgefährdet sind, stellt sich in einem zweiten Schritt die Frage, wer im Ereignisfall für den Schutz vor Wasser sorgen muss. Dies soll im Folgenden näher betrachtet werden (Schüttrumpf 2025, S. 2, 8).

In Kapitel 2.2 wurde dargestellt, dass sich Rechte und Pflichten – insbesondere zur Gewässerunterhaltung und zum Gewässerausbau – regelmäßig aus der Eigentumszuordnung ergeben. Für den präventiven Hochwasserschutz ist diese Systematik jedoch nur eingeschränkt maßgeblich. Die Hochwasserschutzpflicht ergibt sich nur zum Teil aus landeswasserrechtlichen Regelungen und ansonsten aus der kommunalen Daseinsvorsorge. Eine einheitliche Bemessungsgrenze – etwa generell bis zu einem HQ-100 – besteht in Nordrhein-Westfalen nicht.

Während Hochwasserschutzanlagen an vielen Gewässern regelmäßig auf ein hundertjährliches Hochwasserereignis ausgelegt werden, gilt am Rhein als Bundeswasserstraße ein landesrechtlich festgelegter Bemessungsabfluss, der deutlich darüber hinausgeht.

Entlang des Rheins ist der Bund als Träger der Bundeswasserstraße zur Gewässerunterhaltung verpflichtet. Hieraus folgt jedoch keine generelle Verpflichtung zur Errichtung oder Unterhaltung von Hochwasserschutzanlagen. In der Praxis zeigt sich, dass Zuständigkeiten im Hochwasserschutz nicht immer für alle Beteiligten eindeutig sind.

Für den präventiven Hochwasserschutz an Gewässern erster, zweiter und sonstiger Ordnung sind in Nordrhein-Westfalen die jeweils unterhaltungspflichtigen Kommunen, Deich- oder Wasserverbände verantwortlich. Für Gewässer erster und zweiter Ordnung nehmen für das Land Nordrhein-Westfalen die Bezirksregierungen, für Gewässer sonstiger Ordnung die Unteren Wasserbehörden die Aufgaben als Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden für Hochwasserschutzanlagen wahr (vgl. MUNV 2025a). Die ordnungsgemäße Unterhaltung der Hochwasserschutzanlagen ist dabei eine zentrale Voraussetzung für deren dauerhafte Wirksamkeit. Sie liegt in der Verantwortung der jeweils Unterhaltungspflichtigen und wird durch die zuständigen Aufsichtsbehörden begleitet und überwacht.

Wie nicht zuletzt von der HWRM-Richtlinie vorgegeben, ist es wichtig, Hochwasserschutz entlang der Gewässereinzugsgebiete zu managen. Sein Erfolg hängt wesentlich davon ab, ob das Wasser in den Hochwasserentstehungsgebieten und den Oberläufen zurückgehalten werden kann und entlang der Flusseinzugsgebiete gut koordiniert wird (Teichgräber 2025a, S. 1; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025d, S. 8). Interkommunal abgestimmte Hochwasserschutzmaßnahmen führen nicht nur zu wirksamerem Schutz vor Wasser, sondern ermöglichen ebenfalls einen optimaleren Einsatz der Ressourcen Geld und Fläche. So gibt auch das MUNV in seinem 10-Punkte-Arbeitsplan das Ziel aus, einzugsgebietsweite Hochwasserschutzkonzepte für jedes Gewässer „von der Quelle bis zur Mün-

dung“ in NRW zu etablieren und fördern zu wollen (MUNV 2022, S. 7f.). In der Hochwasserrisikomanagementplanung sind aktuell 130 kommunale und interkommunale Hochwasserschutzkonzepte geplant oder in Umsetzung. Seit Juli 2021 wurden 29 Kommunen bei der Aufstellung dieser Konzepte mit Landesmitteln gefördert (MUNV 2025b, S. 3). Allerdings ist eine ganzheitliche Planung und Umsetzung von Hochwasserschutz entlang der Flusseinzugsgebiete noch nicht erreicht.

Mit zunehmender Häufigkeit und Intensität klimawandelbedingter Starkregenereignisse (ab SRI 6) muss bedacht werden, dass die bestehenden Entwässerungssysteme häufiger an ihre Kapazitätsgrenzen stoßen. Deshalb gewinnt die vorsorgende Weiterentwicklung von Entwässerungssystemen, das kommunale Starkregenrisikomanagement, wassersensible Stadtentwicklung und multifunktionale Flächennutzung (z. B. Schwammstadtprinzip, Retentionsräume, Notwasserwege) zunehmend an Bedeutung. Eine effektive Anpassung erfordert neben technischer Infrastruktur auch planerische Maßnahmen wie Entsiegelung, dezentrale Regenwasserbewirtschaftung und den Ausbau einheitlicher Starkregengefahrenkarten zur besseren Risikovorsorge. Diese Thematik – der Schutz vor Hochwasser- und Starkregenereignissen im urbanen Raum – wird eingehender in Kapitel 3.5 „Siedlungsstrukturen“ behandelt.

3.3.3 Hochwasservorsorge in Nordrhein-Westfalen

Dieser Abschnitt befasst sich mit zwei Aspekten der Hochwasservorsorge: zum einen mit der Vorhersage und dem Frühwarnsystem für den Ereignisfall, zum anderen mit den unterschiedlichen Hochwasserschutzmaßnahmen (technisch und naturbasiert). Einen exemplarischen Überblick über ihren Zustand in Nordrhein-Westfalen entlang der Gewässerordnungen gibt der letzte Abschnitt.

3.3.3.1 Hochwasservorhersage und Frühwarnsystem

Um Hochwasserereignisse so früh und präzise wie möglich vorhersagen zu können, bedarf es einer fundierten Datengrundlage. In einem zweiten Schritt ist eine zentrale Stelle notwendig, die die Hochwasserinformationen fachkundig auswertet und in Form einer Melde- bzw. Warnkette adressatengerecht an die relevanten Akteure vor Ort weitergibt.

Die Orientierung an Pegelständen ist ein zentraler Bestandteil der Hochwasserfrühwarnung in Nordrhein-Westfalen. Sie erfassen Wasserstandsdaten automatisiert und werten sie zentral aus. Darüber hinaus existieren zahlreiche weitere gewässerkundliche Messstellen, die ergänzende Abfluss- und Wasserstandsdaten bereitstellen. Für die Qualität der Vorhersage ist jedoch nicht allein die absolute Anzahl der Pegel entscheidend, sondern insbesondere deren räumliche Verteilung, die Echtzeit-Datenintegration sowie die Verknüpfung mit meteorologischen Informationen wie Niederschlagsmessungen und Radarvorhersagen (DKKV 2024, S. 89; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025e, S. 4; Teichgräber 2025a, S. 2, 13; Schüttrumpf 2025, S. 17f.).

Für große Gewässer wie den Rhein werden in der Regel schnell zu berechnende, standardisierte hydrologische Gebietsmodelle (Niederschlags-Abfluss-Modelle) zu den Daten aus dem Pegelnetz für die Vorhersage hinzugezogen. Da Hochwasser in Flachlandgewässern langsamer steigt, kann dort mit einer geringeren Pegeldichte gearbeitet werden, ohne dass die frühzeitige Erkennung von Hochwassergefahren wesentlich beeinträchtigt wird (Birkmann 2025, S. 11).

Die Vorhersage von Hochwassergefahrenlagen bei Starkregenereignissen in Einzugsgebieten kleiner Fließgewässer hingegen, insbesondere in den Mittelgebirgsregionen, weist noch Lücken auf und bedarf einer Verbesserung der Messinfrastruktur und des Vorhersagesystems. Bis dato umfasst das Pegelmessnetz in Nordrhein-Westfalen allerdings kaum kleinere Flüsse (Schüttrumpf 2025, S. 13). Der Aufbau eines Frühwarnsystems für kleinere und mittlere Fließgewässer – analog zu regionsbezogenen Hochwasserwarnungen in Rheinland-Pfalz und Hessen – erfolgt in NRW derzeit im Rahmen eines Pilotprojekts für Inde und Vicht (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025b, S. 3).

Für eine wirksame Gefahrenabwehr ist es entscheidend, Starkniederschläge möglichst frühzeitig – idealerweise bereits auf Basis von Radar- und Niederschlagsprognosen – zu erfassen und in hydrologische Modelle zu integrieren. Eine rein pegelfokussierte Betrachtung setzt erst ein, wenn der Abfluss bereits entstanden ist, und verkürzt damit die verfügbare Vorwarnzeit. So verdeutlicht Prof. Birkmann: Man muss „[…] das Wasser in dem Moment detektieren, in dem es sich noch in der Luft befindet. Wenn es erst unten aufgeschlagen ist, ist es zu spät." (Birkmann 2025, S. 11).

Denn aktuelle Vorhersagesysteme für Starkregen und die daraus entstehenden Überflutungsflächen können noch nicht in Echtzeit mit ausreichender Genauigkeit prognostizieren werden. Doch gerade die kleinräumige Vorhersage der Dynamik konvektiver Starkregenzellen ist entscheidend, um auf hohe Flutwellen reagieren zu können, die sich innerhalb weniger Stunden aufbauen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025e, S. 4; Quirmbach 2025, S. 7). Ein effizienter Schutz vor Hochwasser und Starkregen sollte auf einem Dreiklang aus fachlicher (Erst-)Einschätzung einer bevorstehenden Gefahrenlage, einer funktionierenden Warn- bzw. Meldekette und der Umsetzung vor Ort basieren. Die fachliche Lagebewertung – also die kontinuierliche Auswertung und Einordnung hydrologischer und meteorologischer Informationen – wurde in der Anhörung bildhaft als „Hydrologe vom Dienst" bezeichnet.

Die besondere Herausforderung für das Funktionieren dieses Dreiklangs ist, dass für alle drei Prozesse unterschiedliche Akteure zuständig sind (Quirmbach 2025, S. 2f.; DKKV 2024, S. 14). Im Kern geht es darum, dass die „Prognose von Hochwassersituationen […] so präzise wie möglich in entscheidungsrelevante Informationen übersetzt [wird] […], die unmittelbar als Grundlage für Schutzmaßnahmen oder Evakuierungsentscheidungen dienen können." (Schüttrumpf 2025, S. 16).

Die Analyse der Flutkatastrophe von 2021 des Deutschen Komitees Katastrophenvorsorge e.V. zeigt, dass die Kommunikation an genau diesen Schnittstellen nicht funktionierte: Zwar gab es Hinweise auf eine mögliche Gefahrenlage in Westdeutschland, aber ohne Lokalisierung auf einzelne Flusseinzugsgebiete. Die Warnungen unterschiedlicher Wetterdienste hätten zu diesem Zeitpunkt zu einer großräumigen Sensibilisierung oder zur Ausrufung des Bereitschaftsdienstes führen müssen, wurden aber nicht in geeigneter Weise in Hochwasserwarnungen umgesetzt (DKKV 2024, S. 19). Auch hätten Gemeinden an den Oberläufen, an denen bereits außergewöhnliche Hochwasser messbar waren, die unterhalb liegenden Kommunen warnen müssen. Dies hätte ihnen wertvollen zeitlichen Handlungsspielraum verschafft. So fasst Prof. Quirmbach zusammen:

> „Alleine die Errichtung von Pegeln und sonstigen Messstationen reicht nicht aus, wenn die Informationen / Daten nicht in einem zentralen Punkt zusammenlaufen, fachkundig interpretiert und anschließend an die betroffenen Kommunen bzw. relevanten Akteure kommuniziert werden." (Quirmbach 2025, S. 3).

In Nordrhein-Westfalen ist die Hochwasserzentrale beim LANUK für die überregionale hydrologische Lagebeurteilung zuständig. Dort werden Pegel- und Niederschlagsdaten sowie modellbasierte Prognosen gebündelt und in Form von Lageberichten und Warnmeldungen an die zuständigen Behörden weitergegeben. Ziel ist eine möglichst einheitliche, abgestimmte Warnkommunikation im Sinne eines Single-Voice-Prinzips.

Die besondere Herausforderung liegt weniger in der Datenverfügbarkeit als in der Übersetzung komplexer Prognosen in konkrete, zeitkritische Entscheidungsgrundlagen für die jeweils zuständigen Akteure vor Ort. Entscheidend ist daher eine klare Aufgabenverteilung, abgestimmte Kommunikationsstrukturen und die regelmäßige Übung der Melde- und Entscheidungsabläufe (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025d, S. 39).

3.3.3.2 Hochwasserschutzmaßnahmen im Überblick

Im 20. Jahrhundert war der Hochwasserschutz in Nordrhein-Westfalen maßgeblich durch technisch-ingenieurmäßige Maßnahmen geprägt, die auf Regulierung und schnelle Ableitung von Wasser aus Siedlungsgebieten zielten. Dies zeigte sich exemplarisch im Emscherraum, wo das Gewässer über Jahrzehnte als offener Ableitungskanal ausgebaut wurde (Budrass und Roelevink 2024). Parallel dazu entstanden im Ruhr-, Wupper- und Rureinzugsgebiet zahlreiche Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken, die bis heute zentrale Elemente des technischen Hochwasserschutzes darstellen. Aktuelle Analysen zeigen, dass Talsperren bei Hochwasserereignissen regelmäßig abflussmindernd wirken und Hochwasserspitzen dämpfen, auch wenn sie extreme Ereignisse nicht vollständig verhindern können (vgl. Auel et al. 2025; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ap).

Extreme Hochwasserereignisse seit den 1990er-Jahren – zuletzt 2021 – haben jedoch verdeutlicht, dass selbst leistungsfähige technische Schutzanlagen keinen absoluten Schutz gewährleisten können. In der Folge wurde der Hochwasserschutz konzeptionell weiterentwickelt. Neben technischen Maßnahmen rückten vorbeugende Strategien stärker in den Fokus, etwa die Sicherung und Reaktivierung von Retentionsflächen, natürlicher Wasserrückhalt in der Fläche sowie die Begrenzung zusätzlicher Bebauung in Risikogebieten.

Hochwasserschutzmaßnahmen lassen sich grundsätzlich in technische und naturbasierte Ansätze unterscheiden. Technische Anlagen – wie Deiche, Hochwasserschutzmauern, mobile Systeme, Rückhaltebecken, Flutpolder und Talsperren – ermöglichen eine gezielte Steuerung von Abflüssen und sichern insbesondere dicht besiedelte Räume. Naturbasierte Maßnahmen setzen ergänzend auf Rückhalt in der Fläche, längere Fließwege und die Wiederherstellung natürlicher Speicherfunktionen. In der Praxis ist regelmäßig eine Kombination beider Ansätze erforderlich, da sie unterschiedliche Wirkmechanismen adressieren und sich gegenseitig ergänzen.

Zwar lässt sich während extremer Niederschläge die Niederschlagsmenge nicht beeinflussen, jedoch kann – wo räumlich und bodenhydrologisch möglich – Wasser in der Landschaft („Schwammlandschaft“) oder im Flusssystem zurückgehalten werden. Dies verlängert die Dauer, in der Wasser im Boden gespeichert oder verzögert abgeführt wird, und kann insbesondere bei kleineren bis mittleren Ereignissen zur Dämpfung der Hochwasserwelle beitragen. Auch bei langanhaltenden Niederschlagsereignissen können naturnahe Strukturen den Abfluss zeitlich strecken und Abflussspitzen mindern, wenngleich ihre Rückhaltefähigkeit bei vollständig gesättigten Böden oder außergewöhnlichen Extremereignissen an Grenzen stößt. Naturbasierte Ansätze folgen diesem Prinzip. Naturnahe Wälder und Flussläufe, versickerungsfähige Böden, ungesteuerte Polder, renaturierte Moore, Feuchtgebiete und Auen können Niederschlagswasser bis zu einem bestimmten Grad speichern. Längere Fließwege verzögern die Wasserableitung und reduzieren damit die Höhe und Geschwindigkeit der Hochwasserwelle. Dennoch bleiben technische Maßnahmen, insbesondere, wenn die Böden bereits gesättigt sind, notwendig.

Zusätzlich zum Hochwasserschutz erbringen naturbasierte Maßnahmen Ökosystemleistungen: Sie speichern Wasser für Dürrezeiten, können die Selbstreinigungskraft von Gewässern erhöhen, fördern Biodiversität und Klimaschutz, sind kostengünstiger und steigern die Lebensqualität für die Anwohner, vgl. Dortmund-Ellinghausen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025m, S. 3). Nachteile bestehen darin, dass Rückhaltefunktionen schwer steuerbar sind, nur kleinere Hochwasserereignisse abfangen können, großen Flächenbedarf haben und in städtischen Gebieten nur begrenzt umsetzbar sind (Schüttrumpf 2025; Quirmbach 2025, S. 4f.). Daher müssen naturbasierte Maßnahmen oft mit technischen Hochwasserschutzmaßnahmen kombiniert werden: Deiche schützen Ortschaften, während Wasser idealerweise dort zurückgehalten wird, wo ausreichend Fläche verfügbar ist (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025d, S. 16). Um dem Problem der Flächenknappheit zu begegnen,

können in der Raumplanung Vorrang-, Vorsorge- und Vorbehaltsgebiete für den Hochwasserschutz gegenüber anderen Nutzungen freigehalten bzw. priorisiert werden.

3.3.3.3 Hochwasserschutz entlang der Gewässerordnungen

Auf dem Online-Portal ELWAS ist seit Anfang 2024 einsehbar, wo in Nordrhein-Westfalen welche unterhaltspflichtigen Gewässereigentümer erster und zweiter Ordnung (also Kommunen bzw. Deich- oder Wasserverbände) unter Aufsicht der Bezirksregierungen Hochwasserschutzmaßnahmen unterhalten (sollten) und in welchem Zustand sie sich befinden. Die Auswertung des Katasters für Hochwasserschutzanalagen ("Deichkataster") zeigt, dass die Hälfte der mehr als 550 km langen Hochwasserschutzmaßnahmen an diesen beiden Gewässerordnungen in NRW nach § 78 (3) LWG sanierungsbedürftig sind (MUNV 2025a, S. 4).

Sind Deiche fachgerecht, nach den „allgemein anerkannten Regeln der Technik" (a.a.R.d.T.; DIN-Norm, DWA-Merkblätter) geplant, gebaut und gepflegt, bieten sie verlässlichen Schutz gegen die Hochwasserereignisse, für die sie ausgelegt wurden (i.d.R. HQ-100). Um die Funktionsfähigkeit der Deiche zu gewährleisten, sind Unterhaltung und regelmäßige Kontrollen (Deichschauen, Monitoring) nötig, die mindestens jährlich und nach Hochwasserereignissen stattfinden sollten (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025d, S. 4).

Die Sanierung und Anpassung bestehender Deichanlagen ist ein wesentlicher Baustein des Hochwasserschutzes in Nordrhein-Westfalen. Der vorhandene Sanierungsbedarf verdeutlicht, dass neben dem Neubau insbesondere die systematische Ertüchtigung bestehender Hochwasserschutzanlagen dauerhaft priorisiert werden muss.

Sachverständige weisen darauf hin, dass sich Niederschlagscharakteristika und Abflussdynamiken infolge des Klimawandels verändern und damit die Annahme stationärer hydrologischer Verhältnisse zunehmend in Frage steht. Eine regelmäßige Aktualisierung der Bemessungsansätze unter Einbeziehung aktueller Klimaprojektionen wird daher als erforderlich angesehen (Birkmann 2025, S. 3f.; Schüttrumpf 2025, S. 11f.).

Planungs- und Genehmigungsverfahren für Deichmaßnahmen sind regelmäßig durch technische, naturschutzfachliche, eigentumsrechtliche und finanzielle Fragestellungen geprägt und weisen eine hohe Komplexität auf. In den Stellungnahmen wird ergänzend darauf hingewiesen, dass insbesondere Fragen des Grunderwerbs, der Flächenverfügbarkeit sowie konkurrierende Nutzungsansprüche zentrale Herausforderungen bei der Umsetzung von Hochwasserschutzmaßnahmen darstellen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025m, S. 5; Demny 2025, S. 1, 5). Dies zeigt die Anhörung u. a. an den detaillierten Beispielen zu nachträglichen Denkmalschutzsetzungen, artenschutzrechtlichen Konflikten, veralteten Gutachten und langwierigen Planfeststellungsschleifen sowie am Ap-

pell, den Hochwasserschutz vorrangig zu behandeln und die Koordination einzugsgebietsweit zu organisieren (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025d, S. 10ff., 35f., 41ff.). Vor diesem Hintergrund ist zu prüfen, wie Verfahren strukturell beschleunigt, Zuständigkeiten klarer gefasst und Prioritäten im Hochwasserschutz eindeutiger gesetzt werden können. Neben linearen Schutzbauwerken leisten Retentionsräume einen wichtigen Beitrag zur Kappung von Hochwasserspitzen und zur Entlastung bestehender Deichsysteme.

Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken können durch gezielte Steuerung zur Dämpfung von Hochwasserwellen beitragen. Ein integrierter Ansatz, der technischen Schutz, Rückhalt in der Fläche und vorsorgende Raumplanung verbindet, ist langfristig erforderlich.

Das Weihnachtshochwasser 2023/24 hat gezeigt, dass auch an kleineren Flüssen Modernisierungsbedarf besteht (Schüttrumpf 2025, S. 7). Laut dem nordrhein-westfälischen Minister für Umwelt, Naturschutz und Verkehr würde – im Vergleich zum Handlungsbedarf bei Gewässern erster und zweiter Ordnung – "das Problem noch größer und noch breiter werden." (Landtag Nordrhein-Westfalen, S. 35). Die Existenz und der Zustand der Hochwasserschutzanlagen an Gewässern sonstiger Ordnung wird zurzeit erhoben und in das Deichkataster eingepflegt. Dies soll zukünftig eine priorisierte Sanierungsplanung sowie eine belastbare Risikoabschätzung auch an diesen Gewässern verbessern.

Gerade für kleinere Kommunen ist es häufig schwer, einzelne Hochwasserschutzmaßnahmen umzusetzen, wenn die Anforderungen komplex sind (Topografie, Hydraulik, geringe Flächenverfügbarkeit, Nutzungskonkurrenzen usw.). Ohne zusätzliche Mittel sind z.B. denkmalschutzrechtliche o.a. zusätzliche Anforderungen beim Hochwasserschutz für Kommunen oftmals nicht umsetzbar. Ohne flussgebietsübergreifende Planung und Umsetzung von Hochwasserschutzmaßnahmen wiederum, ist kein resilienter präventiver Hochwasserschutz möglich (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025aq). Die Diskrepanz zwischen dem theoretischen Wunsch nach adäquatem (häufig millionen- bis milliardenschwerem) Hochwasserschutz und dessen praktischer Umsetzung scheitert häufig an den hohen finanziellen Belastungen für die angespannten Haushalte – um Daseinsvorsorge zu gewährleisten bedarf es Lösungen.

Gerade angesichts kommunaler Altschulden, wachsender Haushaltsdefizite und der Notwendigkeit personelle Ressourcen bestmöglich einzusetzen, kann interkommunale Zusammenarbeit entlang der kommunenübergreifenden Gewässer ein Weg sein, um gerade an Gewässern sonstiger Ordnung den Hochwasserschutz zu stärken (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025d, S. 5, 26). Auf die Überwindung kleinteiliger, gebietsbezogener und komplexer Zuständigkeiten entlang ihrer Einzugsgebiete zielt mittlerweile der Pakt für Hochwasserschutz ab, der eine engere Zusammenarbeit zwischen Wasserverbänden, Kreisen und Kommunen angestrebt (MUNV 2025g). Dabei wird die interkommunale Hochwasserschutzkooperation Erft als Vorbild angeführt.

3.3.4 Umsetzungshindernisse und Lösungsansätze

Die Folgekosten von Hochwasser- und Starkregenschäden sind gerade in dicht besiedelten Gebieten um ein Vielfaches höher als der Preis der Vorsorge. Auch mit Blick auf die kontinuierliche Baupreissteigerung wird das Nichtbauen über die Zeit immer teurer. Die Planung, Genehmigung und Umsetzung von Hochwasserschutzmaßnahmen, aber auch deren Sanierung können oft viele Jahre, bei überregionalen Projekten mehr als ein Jahrzehnt in Anspruch nehmen (Heinz 2025, S. 4). Da die geringe Flächenverfügbarkeit für Hochwasserschutzmaßnahmen in Nordrhein-Westfalen, die lange Dauer von Genehmigungsverfahren und die ungeklärte Finanzierung ihre zügige Umsetzung maßgeblich verzögert, werden sie im Folgenden eingehender behandelt.

3.3.4.1 Geringe Flächenverfügbarkeit

Ein großes Problem für die Umsetzung von Hochwasserschutzmaßnahmen ist die geringe Flächenverfügbarkeit in intensiv genutzten Einzugsgebieten, nicht zuletzt in einem so dicht besiedelten Bundesland wie Nordrhein-Westfalen mit multiplen Nutzungskonkurrenzen. Der Grunderwerb – auch für Ausgleichsflächen – ist oft schwierig, kostenintensiv und langwierig. Auch nach Vorliegen eines Planfeststellungsbeschlusses ist der tatsächliche Zugriff auf erforderliche Flächen häufig zeitaufwendig, da zunächst kooperative Instrumente wie Flächentausch, Flurbereinigungsverfahren, Entschädigungsmodelle oder die Ausübung gesetzlicher Vorkaufsrechte zum Einsatz kommen.

Es gibt verschiedene Ansätze mit dem Problem der Flächenknappheit umzugehen:

- In der Raumplanung (vgl. Kapitel 3.3.3.2) könnten Vorrang-, Vorsorge- und Vorbehaltsgebiete für den Hochwasserschutz gegenüber anderen Nutzungen freigehalten bzw. priorisiert werden (Triebskorn et al. 2019).
- Eine stärkere Berücksichtigung von Entsiegelungsquoten bei Neubaugebieten sowie Zielvorgaben für Grün- und Wasserflächen in Siedlungsräumen kann dazu beitragen, die Versickerungsfähigkeit von Böden zu verbessern und urbane Hitzeinseln zu reduzieren. Dadurch wird insbesondere die Anpassung an häufigere Starkregenereignisse und längere Trockenperioden unterstützt. Steuerungsansätze könnten über den länderübergreifenden Raumordnungsplan, über Vorgaben in der Regionalplanung oder durch eine stärkere Berücksichtigung der Klimaanpassung im Landesentwicklungsplan (LEP) erfolgen. Auch Flurbereinigungsverfahren können genutzt werden, um Flächen neu zu ordnen und Maßnahmen der Wasser- und Klimaanpassung umzusetzen. Gleichzeitig sind Zielkonflikte zu berücksichtigen, etwa mit dem Bedarf an Wohn- und Gewerbeflächen oder mit Eigentumsinteressen. Die Herausforderung besteht darin, praktikable Vorgaben zu entwickeln, die sowohl ökologisch wirksam als auch für Kommunen und Vorhabenträger umsetzbar sind (Semrau 2025; Noppen 2025, S. 9).

- Nach §99a WHG steht den Ländern ein Vorkaufsrecht für Grundstücke zu, wenn diese verkauft und für den Hochwasserschutz benötigt werden. Dieses Recht kann auf Kommunen oder mit dem Hochwasserschutz beauftragte Verbände übertragen werden und ermöglicht es, strategisch wichtige Flächen etwa für Rückhalteräume, Deichrückverlegungen oder Renaturierungen zu sichern. Solche Flächen sind angesichts zunehmender Starkregen- und Hochwasserereignisse ein zentraler Baustein der Klimaanpassung. Von 2021 bis 2026 war dieses Vorkaufsrecht in Nordrhein-Westfalen ausgesetzt. Den Anschluss von hochwasserrelevanten Flächen in das VOKAR-System ist geplant, steht allerdings noch aus (MUNV 2025e, S. 2).
- Um Projekte des Hochwasserschutzes oder der Gewässerentwicklung flexibler umsetzen zu können, wird diskutiert, den Flächentausch sowie den Aufbau von Flächenpools stärker zu fördern. Dabei könnten Unterhaltungspflichtige auch gewässerferne Grundstücke erwerben, um sie später im Rahmen von Tauschlösungen einzusetzen. Dies kann helfen, Nutzungskonflikte zu entschärfen und Maßnahmen schneller umzusetzen, etwa wenn unmittelbar am Gewässer keine geeigneten Flächen verfügbar sind. Voraussetzung dafür wäre jedoch eine entsprechende Förderfähigkeit solcher Erwerbe. Gleichzeitig stellen sich Fragen der Finanzierung, der langfristigen Flächenverwaltung sowie der rechtssicheren Ausgestaltung solcher Modelle (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025d, S. 42ff.; Friedrich 2025, S. 1ff.).

Angesichts der angespannten Flächennutzungslage kann die multifunktionale Flächennutzung eine vielversprechende Option sein, um – wo möglich – Abhilfe zu schaffen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2024, S. 28f.). Multifunktionale Flächen sind städtische Räume mit einer regulären Hauptnutzung (z. B. Verkehr, Aufenthalt, Grün), die bei Starkregenereignissen temporär zur Rückhaltung, Überflutung, Ableitung oder Versickerung von Niederschlagswasser genutzt werden und damit eine wasserwirtschaftliche Zusatzfunktion übernehmen (vgl. DWA 2025).

Im Falle von Hochwasser oder Starkregen können solche Retentionsflächen schadlos geflutet werden, während sie in der übrigen Zeit anderen Nutzungen zur Verfügung stehen, wie etwa der Naherholung, der Landwirtschaft oder dem Naturschutz, vgl. z.B. „Room for the River"- Projekt in den Niederlanden. Damit diese Konzepte häufiger umgesetzt werden können, bedarf es rechtssicherer und technischer Standards, übertragbarer Praxisbeispiele, besserer Koordination zwischen den zuständigen Ebenen und finanzieller Anreize (Sommerhäuser 2024, S. 4; LAWA 2024, S. 21ff.). Insbesondere für die Flutung landwirtschaftlicher Flächen bedarf es transparenter und verlässlicher Kompensationsregeln bei Ernteausfällen oder Schäden für die Grundeigentümer oder Pächter (Silva et al. 2001, S. 73.; Kis et al. 2022).

3.3.4.2 Dauer von Genehmigungsverfahren

In diesem Abschnitt wird beleuchtet, welche oftmals kumulativ wirkenden Faktoren Genehmigungsverfahren verzögern und welche Lösungsansätze es gibt, um diesen Prozess zu beschleunigen. Die allgemeine Problematik von Genehmigungsprozessen wird in Kapitel 4 behandelt.

Deich- und Dammbauten, die den Hochwasserabfluss beeinflussen, unterliegen dem gleichen Rechtsregime wie es beim Gewässerausbau nach § 67 Abs. 2 WHG der Fall ist. Entsprechend sind für Hochwasserschutzmaßnahmen, die einer Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) bedürfen, Planfeststellungsverfahren nach § 68 WHG Satz 1 erforderlich. Entfällt das UVP-Erfordernis, ist das weniger aufwendige Plangenehmigungsverfahren ausreichend, vgl. § 68 Satz 2 WHG (Queitsch 2022, S. 24).

Insbesondere Deiche, aber auch Regenrückhaltebecken stellen als technische Anlagen einen Eingriff in den Landschaftsraum dar, bei dem regelmäßig viele Interessen berührt sind (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025d, S. 10ff., 42f.). Dabei kommt es häufig zu Nutzungs- bzw. Rechtskonkurrenzen mit Vorgaben des Naturschutzes, Denkmalschutzes, des Verkehr- und Baurechts oder wirtschaftlicher, land- und forstwirtschaftlicher Flächennutzung.

Die Planungen für die Hochwasserrückhaltebecken an der Vicht reichen nachweislich bis ins Jahr 2013 zurück. Schon damals wurde der Untersuchungsrahmen im Rahmen eines Scoping-Termins festgelegt, gefolgt von mehrjährigen Standortprüfungen, Fachdialogen und naturschutzfachlichen Bewertungen. Erst 2023 konnte der Wasserverband den formalen Antrag auf Planfeststellung stellen. Aufgrund neuer artenschutzrechtlicher Erkenntnisse, darunter der Nachweis geschützter Moosarten, musste das Verfahren 2024 erneut offengelegt werden. Der Planfeststellungsbeschluss für das große Becken in Rott datiert vom 17. Juni 2025. Vor diesem Hintergrund ist nachvollziehbar, dass das Gesamtverfahren eine Dauer von mehr als einem Jahrzehnt hatte.

Oftmals entstehen während der langen Planungs- und Genehmigungsphase neue Sachverhalte. Beispielsweise wurde ein Bunker in einer zu sanierenden Deichachse des Rheins kurz vor dem Erörterungstermin unter Denkmalschutz gestellt und der Maßnahmenträger war dazu aufgerufen, dafür eine Kompromisslösung für den Planfeststellungsbeschluss zu finden. In einem anderen Beispiel sollte ein Deich saniert werden, wofür der Planfeststellungsbeschluss bereits vorlag. Kurz bevor der europaweit ausgeschriebene Auftrag mit bewilligter Fördersumme in Höhe von 30 Mio. Euro vergeben werden sollte, wurde ein Seeadler nebst Nest in einigen hundert Metern Entfernung von der Deichachse gesichtet. Aufgrund des Artenschutzes ist die Umsetzung des Hochwasserschutzprojekts nun unsicher (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025d, S. 11f.).

Diese Beispiele zeigen, dass es für Genehmigungsbehörden schwierig ist zwischen den betroffenen Schutzgütern abzuwägen oder dem Maßnahmenträger die Verantwortung für eine konsensuale Lösung zu überlassen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025d, S. 42f.). Aktuell stehen in Nordrhein-Westfalen verschiedene Aufgaben der Daseinsvorsorge – inkl. Hochwasserschutz – gleichberechtigt nebeneinander. Soll die Umsetzung von Hochwasserschutzmaßnahmen schneller erfolgen, könnten auf der einen Seite Bagatellgrenzen eingeführt werden, um die Bedeutung des Gesamtvorhabens für die Gesellschaft im Verhältnis zu einzelnen Schutzaspekten angemessen zu gewichten (Heinz 2025, S. 2). In der Anhörung wurde verschiedentlich angeregt, Hochwasserschutzmaßnahmen gesetzlich als „überragendes öffentliches Interesse" zu qualifizieren, um Abwägungsprozesse zu beschleunigen und Planungshemmnisse zu reduzieren. Niedersachsen hat einen entsprechenden Vorrang für Deichbau- und Hochwasserschutzmaßnahmen gesetzlich verankert; Bayern hat mit einer Novelle seines Landeswassergesetzes im Jahr 2025 vergleichbare Regelungen eingeführt (Bayerische Staatsregierung 2025). Eine solche Priorisierung würde die Abwägung zwischen konkurrierenden Schutzgütern neu gewichten, unter Berücksichtigung von Umwelt-, Natur- und Eigentumsschutz. Ob und in welchem Umfang eine pauschale Vorrangregelung geeignet ist, Zielkonflikte sachgerecht zu lösen, bedarf daher einer differenzierten Bewertung. In Baden-Württemberg wurde Anfang 2025 ein Öffnungstatbestand in die Regionalplanung eingeführt, der es erlaubt bei extremen Entwicklungen von üblichen Planungs- und Genehmigungsabläufen beim (Wieder-)Aufbau von Hochwasserschutz abzuweichen. Die prioritäre Behandlung von KRITIS-Bauvorhaben kann dann besonders sinnvoll sein (Heinz 2025, S. 6f.).

Die Dauer und Komplexität der oben beschriebenen Beispiele verdeutlichen außerdem die zunehmenden (rechtlichen) Anforderungen an Maßnahmenträger und die Genehmigungsbehörden. Die Sorge vor juristisch angreifbaren Bescheiden oder Klagen scheint bei manchen zu einer gewissen Absicherungsmentalität zu führen mit einer Tendenz zur Einforderung von mehr Gutachten, der Einbindung zusätzlicher Fachbehörden oder weiterer Hierarchie-Ebenen (untere / obere Wasserbehörde) mit z.T. widersprüchlichen oder sehr detaillierten Anforderungen sowie Doppelprüfungen (Noppen 2025, S. 4f.; Heinz 2025, S. 7). Gleichzeitig können sorgfältig durchgeführte Genehmigungsverfahren – einschließlich frühzeitiger Beteiligung – zur Rechtssicherheit beitragen und damit das Risiko späterer Klagen und Verzögerungen reduzieren. Die Herausforderung besteht daher in einer klaren Strukturierung, Bündelung und effizienten Organisation der Verfahren. All dies erfordert auf Antrags- und Genehmigungsseite einen hohen Ressourcen- und Zeitaufwand bei gleichzeitigem Mangel an qualifiziertem Fachpersonal und hoher Fluktuation in den zuständigen Behörden (Schmidt 2025b, S. 5f.; Semrau 2025, S. 1; Noppen 2025, S. 1ff.; Bringewat 2025, S. 6).

Zur Vereinfachung, Beschleunigung und Effizienzsteigerung von Genehmigungsverfahren werden folgende Lösungsansätze diskutiert, die – auf obige Beispiele angewandt – die Verfahren sicherlich erheblich verkürzt hätten:

- Verbindliche Vorabkonferenzen („Planungsphase 0“) vor Ort können helfen, Anforderungen an Unterlagen und Untersuchungen frühzeitig festzulegen und Nachforderungen zu vermeiden. Die frühzeitige Einbindung aller Beteiligten minimiert i.d.R. das Konfliktpotenzial und/oder Klagerisiko von Genehmigungs-, aber auch Flurbereinigungsverfahren (Bringewat 2025, S. 6; Heinz 2025, S. 6; Noppen 2025, S. 3).
- Eine zentrale Koordinationsstelle („One-Stop-Shop“) oder eine federführende Behörde als alleinige Anlaufstelle könnte Schnittstellenprobleme reduzieren (Bringewat 2025, S. 6f., 15). In den Stellungnahmen wird zudem die Wiedereinführung einer fachlich unabhängigen Beratungsstruktur auf Landesebene angeregt, die – vergleichbar der früheren Funktion des Oberdeichinspektors – Planung fachlich begleitet und von Genehmigungs- und Förderentscheidungen organisatorisch getrennt ist (Friedrich 2025).
- Eine klare Verfahrenskoordination durch die zuständige Planfeststellungsbehörde ist bereits heute zentrales Element wasserrechtlicher Genehmigungsverfahren. Diese koordinierende und beratende Funktion kann weiter gestärkt werden, um Anforderungen frühzeitig zu klären, Medienbrüche zu vermeiden und Verfahrensabläufe transparenter zu gestalten. Die bestehenden digitalen Strukturen im wasserrechtlichen Vollzug können weiterentwickelt und stärker vereinheitlicht werden, um den Informationsaustausch zwischen Maßnahmenträgern, Fachbehörden und weiteren Beteiligten effizienter zu gestalten. Eine durchgängige digitale Verfahrensführung auf allen Ebenen nach dem Once-Only-Prinzip, bei der einmal eingereichte Daten mehrfach genutzt werden können, ist eine wichtige Ergänzung überall dort, wo sie bislang noch nicht implementiert wurde.
- Die Planfeststellungspflicht nach § 68 WHG führt dazu, dass auch standardisierte oder weniger komplexe Maßnahmen regelmäßig einem formellen Verfahren unterliegen. Vor diesem Hintergrund kann geprüft werden, inwieweit innerhalb des bestehenden europa- und bundesrechtlichen Rahmens – insbesondere unter Beachtung des UVP-Rechts – Verfahrensdifferenzierungen möglich sind, etwa durch klarere Abgrenzungen, standardisierte Prüfmaßstäbe oder eine stärkere Nutzung vereinfachter Verfahren, sofern keine UVP-Pflicht besteht (Bringewat 2025, S. 15).
- Standardisierte Formulare, Checklisten für Routineverfahren mit einheitlichen Prüfmaßstäben und die Parallelisierung von Prüfungen (z.B. in verschiedenen Fachbehörden) könnten ebenfalls helfen Prozesse zu beschleunigen (Semrau 2025, S. 4; Schmidt 2025b, S. 3).
- Ein anderer pragmatischer Ansatz zur Verfahrensbeschleunigung wird in Baden-Württemberg praktiziert: Wenn 95 Prozent der Planung eines Hochwasserschutzprojekts durchlaufen sind, tritt eine Duldungspflicht für die Anwohner in Kraft (Heinz 2025, S. 6).
- Verbindliche Fristen für Behördenrückmeldungen könnten Transparenz schaffen und mehr Planungssicherheit geben, wobei dabei die Kapazitäten und Rechtssicherheit von Entscheidungen im Blick zu behalten sind. In eine ähnliche Richtung geht die Idee der Genehmigungsfiktion, die von einigen Sachverständigen angeregt wurde. Dabei würden

> Anträge als genehmigt gelten, wenn die zuständige Behörde innerhalb einer bestimmten Frist keine Entscheidung getroffen hat. Diese Idee wird von anderen Sachverständigen sehr kritisch gesehen (Oelmann et al. 2021, S. 3; Noppen 2025, S. 5; Bringewat 2025, S. 8).

Wenn Hochwasserschutzmaßnahmen naturverträglich umgesetzt werden, entstehen i.d.R. Synergien mit Natur-, Arten-, Boden- und Biotopschutz, insbesondere wenn WRRL und HWRM-RL harmonisiert würden. Obwohl sie landschaftliche Eingriffe darstellen, streben sie zwar andere, aber regelmäßig vergleichbar wertvolle ökologische Zustände an. Die Berücksichtigung der Ökosystemleistungen von Gewässerrenaturierungen oder der Wiedervernässungen von Mooren bei der naturschutzrechtlichen Abwägung könnte die Verfahren für diese Projekte erheblich beschleunigen und ihrer Umsetzung Auftrieb verleihen (Sommerhäuser 2024, S. 4; Landtag Nordrhein-Westfalen 2024, S. 12f., 15, 25, 28ff.). So verzichtet Niedersachsen bei ökologisch vorteilhaften Gewässerausbauprojekten bereits auf Planfeststellungsverfahren (Schüttrumpf 2025, S. 19; Semrau 2025, S. 1f.; Bringewat 2025, S. 6).

In der Anhörung der Enquetekommission zu Genehmigungsverfahren wurde mehrfach auf die effizienten und ergebnisorientierten Abläufe in den Niederlanden als Best-Practice-Orientierung für Nordrhein-Westfalen rekurriert (Schmidt 2025b, S. 3; Noppen 2025, S. 5f.). Nach dem One-Stop-Shop-Prinzip müssen die Genehmigungsunterlagen hier nur an einer Stelle eingereicht werden. Ein Antrag durchläuft das Verfahren nur einmal, selbst wenn er verschiedene Zuständigkeiten (Wasserwirtschaft, Umwelt, Bauen o.a.) berührt. Eine hohe Priorität liegt dabei auf einem Vorgespräch aller Beteiligten vor Antragsstellung, so dass von Beginn an ein gemeinsames Verständnis der Projektanforderungen herrscht. Auch findet eine frühzeitige Öffentlichkeitsbeteiligung statt, die Behörden geben zu verbindlichen Fristen eine Rückmeldung und digitale Portale für die Antragsstellung werden genutzt (Bringewat 2025, S. 8).

Die niederländischen Wasserverbände verfügen dabei über das Recht, Genehmigungsverfahren für ihre eigenen Maßnahmen, beispielsweise für den Hochwasserschutz, in begrenztem Rahmen selbst durchzuführen, da sie ebenfalls zuständig für die Genehmigungserteilung bei wasserwirtschaftlichen Maßnahmen Dritter sind. Für eine etwaige Übertragbarkeit wären sowohl rechtliche Rahmenbedingungen anzupassen, wie auch das notwendige Fachpersonal aufzustocken. Eine derzeit diskutierte Alternative stellt die Einführung eines Projektmanagers auf Seiten der Maßnahmenträger dar, wie es z.B. Schleswig-Holstein im Rahmen der Änderung des dortigen Landeswassergesetzes mit § 84a umgesetzt hat.

Die Beteiligung der Öffentlichkeit bzw. von Trägern öffentlicher Belange, Umweltverbänden sowie Bürgerinnen und Bürgern ist bei Planfeststellungsverfahren aktuell zwingend vorgesehen. Die öffentliche Sensibilität gegenüber Hochwasserschutzmaßnahmen ist dabei gestiegen. Teils begründet sich dies durch die verstärkte Nutzung von sozialen Medien und die Interessen von Einzelnen z.B.

auf eine freie Sicht auf einen Fluss. Ein Beispiel ist hier der Himmelgeister Rheinbogen im Süden von Düsseldorf (Birkmann 2025, S. 5). Hier wird seit 1985 über verbesserten Hochwasserschutz für 13.000 Menschen diskutiert, Planfeststellungsverfahren wurden aber in der Vergangenheit wegen Wildbienen beklagt und wegen Fehlern unzureichender Begründung in Feststellungsverfahren vor Gericht beanstandet. Ein Baubeginn wird nicht vor 2027 stattfinden. Eine frühzeitige, transparente und strukturierte Beteiligung kann dazu beitragen, Konflikte zu reduzieren und spätere gerichtliche Auseinandersetzungen zu vermeiden. Diskutiert wird, wie diese Beteiligung effizienter, fair und rechtssicher in den Genehmigungsprozess integriert werden kann – etwa durch verkürzte Fristen oder den Verzicht auf erneute Beteiligungen bei unveränderten Folgegenehmigungen. Gleichzeitig zeigt sich in der Bevölkerung eine ambivalente Haltung („Not-in-my-Backyard"-Prinzip): Hochwasserschutz wird grundsätzlich gefordert, stößt aber lokal oft auf Widerstand, etwa bei geplanten Überströmsicherungen (Noppen 2025, S. 7; Bringewat 2025, S. 11; Friedrich 2025, S. 4).

3.3.4.3 Finanzierung

Präventive Hochwasserschutzmaßnahmen werden zu einem großen Teil steuerfinanziert. Auch aus dem Aufkommen des Wasserentnahmeentgelts können bei der Umsetzung der WRRL präventive Hochwasserschutzmaßnahmen bezahlt werden. Aus dem Aufkommen der Abwasserabgabe wiederum können z.B. Anlagen zur Beseitigung von Niederschlagswasser oder Regenrückhaltebecken finanziert werden. Diese beiden Finanzquellen werden in Zukunft allerdings nur einen kleinen Teil der notwendigen Investitionskosten abdecken können. Außerdem können unterhaltspflichtige Kommunen die Kosten der Unterhaltung, Sanierung und Wiederherstellung von Deichen anteilig auf diejenigen umlegen, die von ihnen geschützt werden und/oder Gebühren dafür über das Kommunalabgabengesetz nach § 79 LWG NRW erheben.

Das Land Nordrhein-Westfalen finanziert die Sanierung von Hochwasserschutzanlagen im Wesentlichen über die Förderrichtlinie Hochwasserrisikomanagement und Wasserrahmenrichtlinie (FöRL HWRM/WRRL). Gefördert werden neben der Sanierung auch weitere Maßnahmen zur Verbesserung des Hochwasserrisikomanagements sowie zur Erreichung der Bewirtschaftungsziele der WRRL. Die Zuwendungen betragen in der Regel 40 bis 80 Prozent der förderfähigen Kosten. Zusätzlich können Hochwasserschutzmaßnahmen über die Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes" (GAK) gefördert werden. Diese Mittel werden zu 60 Prozent vom Bund und zu 40 Prozent vom Land Nordrhein-Westfalen getragen. Seit 2015 ergänzt der Sonderrahmenplan „Präventiver Hochwasserschutz" das Nationale Hochwasserschutzprogramm (NHWSP) und fördert überregionale Maßnahmen wie Deichrückverlegungen, Rückhalteflächen und Flutpolder, um Hochwasserstände zu senken. Die Begleitforschung bestätigt die überregionale Wirksamkeit der Maßnahmen. Mit dem Eintritt vieler Maßnahmen in die Bauphase ist ab 2028 mit einem deutlich höheren Investitionsbedarf zu rechnen.

In den verschiedenen Förderprogrammen wurden erhebliche Mittel bereitgestellt und zusätzliche Stellen im Hochwasserrisikomanagement in der Landesverwaltung geschaffen. Auch der NRW-Plan, resultierend aus dem durch die aktuelle Bundesregierung beschlossenen Sondervermögen, wird bis 2037 zusätzliche Mittel in Höhe von ca. 1,1 Milliarden Euro für diesen Bereich bereitstellen (Haushaltplan 2026 10.050 und 10.080).

Insgesamt lässt sich festhalten: Hochwasserschutzmaßnahmen liegen häufig im mehrstelligen Millionenbereich. Trotz bestehender Förderinstrumente auf Landes- und Bundesebene sowie ergänzender kommunaler Mittel bleibt absehbar eine Diskrepanz zwischen Investitionsbedarf und verfügbaren Mitteln. Die vorhandenen Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten für präventiven Hochwasserschutz in Nordrhein-Westfalen decken nach Einschätzung der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwirtschaftsverbände (AGW) nicht den langfristigen Investitionsbedarf. So geht die AGW davon aus, dass jährlich etwa eine Milliarde Euro für die Klimafolgenanpassung im Hochwasserschutz erforderlich sind (AGW 2024, S. 6). Zu einer möglichen Finanzierungslücke kommen komplexe Anforderungen, lange Verfahren und großflächige Ausmaße von Hochwasserschutzmaßnahmen hinzu.

3.4 Land- und Forstwirtschaft, Gartenbau

Das folgende Handlungsfeld beleuchtet die Land- und Forstwirtschaft in Nordrhein-Westfalen unter den Folgen des Klimawandels auf das Wasserdargebot. Die Abschnitte sind hierzu in die Bereiche Landwirtschaft und Forstwirtschaft unterteilt.

3.4.1 Aktueller Stand in Nordrhein-Westfalen

Im Folgenden wird die Land- und Forstwirtschaft im Zusammenhang mit wasserpolitisch relevanten Aspekten analysiert. Wo bestehen bereits Herausforderungen, wo bestehen Abhängigkeiten und wo wird Wasser wozu eingesetzt – das sind dabei Leitfragen. Dieser Abschnitt wird sich auch immer wieder auf die Enquetekommission aus der 17. Wahlperiode des Nordrhein-Westfälischen Landtags „Gesundes Essen. Gesunde Umwelt. Gesunde Betriebe.“ (EK „Landwirtschaft“) beziehen.

Landwirtschaft

Wasser ist eine unverzichtbare Lebensgrundlage für alle Organismen. In der Landwirtschaft kommt ihm daher eine besondere Bedeutung zu, da sowohl der Pflanzenbau als auch die Tierhaltung auf eine verlässliche und verantwortungsvolle Wasserverfügbarkeit angewiesen sind. Aber die Landwirtschaft hat auch selbst Auswirkungen auf den Wasserhaushalt. In Nordrhein-Westfalen gab es im Jahr 2023 über 33.500 landwirtschaftliche Betriebe, diese bewirtschaften eine Fläche von 1,49 Milli-

onen Hektar (IT.NRW 2024a). Dies entspricht rund der Hälfte der Landesfläche. Nordrhein-Westfalen gehört mit Niedersachen und Bayern zu den wichtigsten Agrarstandorten in Deutschland (MLV o.J.b). Die Flächen werden zu 72 Prozent als Ackerland, zu 27 Prozent als Grünland und zu knapp einem Prozent für Dauerkulturen genutzt. Bezogen auf das Ackerland haben der Getreideanbau mit fast 610.000 Hektar und Silomais mit rund 184.000 Hektar die größte Bedeutung (MLV o.J.a). Über 117.200 Menschen arbeiten in diesem Sektor in verschiedenen Beschäftigungsverhältnissen (44 Prozent Familienarbeitskräfte, 27.700 ständige Beschäftigte und 37.800 Saisonarbeitskräfte) (IT.NRW 2024a). Rund 400.000 Menschen arbeiten, einschließlich Zulieferer, Verarbeiter und Handel, im Sektor der Land- und Ernährungswirtschaft in Nordrhein-Westfalen. Dies entspricht rund 1,2 Prozent der etwa 9,8 Mio. Erwerbstätigen in NRW (IT.NRW 2025d). Durch die unterschiedlichen Standortfaktoren sowie die menschliche Nutzung haben sich historisch verschiedene regionale Schwerpunkte der landwirtschaftlichen Agrarstruktur entwickelt. Zentrale Faktoren sind u. a. Bodenverhältnisse und Bodenqualität, topografische Voraussetzungen oder Infrastruktur. So steht im Münsterland besonders die Tierhaltung im Fokus, das Rheinland weist vermehrt Ackerbau sowie Obst- und Gemüseanbau auf und am Niederrhein sind die Milcherzeugung und der Gartenbau die wichtigsten Betriebszweige (MLV o.J.b). Die Landwirtschaft in Nordrhein-Westfalen ist somit ein wichtiger Wirtschaftszweig und entscheidend für die Ernährungssicherheit der Bevölkerung in Nordrhein-Westfalen.

In Nordrhein-Westfalen wurden nach offizieller Statistik im Jahr 2022 insgesamt rund 5,9 Milliarden Kubikmeter Wasser für verschiedene Zwecke entnommen. Dazu zählt die Trinkwasserversorgung (rund 33 Prozent), das produzierende Gewerbe (rund 33 Prozent) die Energiewirtschaft (rund 32 Prozent) und rund 2 Prozent für sonstige Zwecke, zu denen auch die Landwirtschaft gehört (IT.NRW 2025c). Bei dem geschätzten entnommen Anteil von ca. 0,7 Prozent der Gesamtmenge (bzw. etwa 0,03 Milliarden Kubikmeter Wasser) für landwirtschaftliche Zwecke handelt es sich bei bis zu 90 Prozent um Grundwasser (vgl. Landtag Nordrhein-Westfalen 2025af, S. 2). Die tatsächliche entnommene Menge der rund 33.500 landwirtschaftlichen Betriebe wird nicht erhoben bzw. beruht auf Selbstauskünften und ist damit unbekannt. Die Landwirtschaftskammer begründet dies mit methodischen Herausforderungen und der gesetzlichen Befreiung von Wasserentnahmeentgelten für landwirtschaftliche Entnahmen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025af, S. 2). Es wird jedoch von einigen Akteuren gefordert, dass die entnommene Menge systematisch amtlich erhoben wird (z.B. BUND NRW o.J.). Damit fehlt derzeit eine belastbare Datengrundlage, um Umfang, regionale Verteilung und mögliche Nutzungskonflikte landwirtschaftlicher Wasserentnahmen bewerten zu können. Eine amtliche Genehmigung für Entnahmen muss aber in jedem Fall eingeholt werden (mehr hierzu unter Abschnitt 3.4.3). Häufig wird das entnommene Wasser mit hohen Verdunstungsverlusten über Trommelberegnung auf den Flächen verteilt. Jedoch gibt es auch verlustärmere Bewässerungsmethoden, wie etwa Tröpfchenbewässerung oder Kreiselanlagen (mehr unter dem Abschnitt 3.4.3). Dabei hängt der Bewässerungsbedarf von den lokalen Gegebenheiten, den angebauten Kulturen und dem Anbauverfahren ab (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ab, S. 2). Hierzu zählen das

generelle örtliches Wasserdargebot (siehe Kapitel 3.1 „Ökosysteme“), die Speicherfähigkeit des Bodens und auch die Niederschlagsmenge (in trockenen Sommern steigt der Bewässerungsbedarf). In den letzten Jahren hat bundesweit die Anzahl der bewässerten landwirtschaftlichen Flächen zugenommen. Im Jahr 2012 wurden rund 2,2 Prozent der landwirtschaftlichen Flächen bewässert (0,37 Millionen Hektar), im Jahr 2022 waren es 3,3 Prozent (beziehungsweise 0,55 Millionen Hektar) (Bundesinformationszentrum Landwirtschaft 2025; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025af, S. 2). Diese Entwicklung ist vor dem Hintergrund zunehmender Trockenperioden, höherer Temperaturen und veränderter Niederschlagsmuster einzuordnen, die die landwirtschaftliche Produktion in den letzten Jahren durch den Klimawandel verstärkt unter Druck gesetzt haben.

Weiterhin kann die landwirtschaftliche Nutzung (neben anderen Eintragsquellen) von Wirtschaftsdüngern und Pflanzenschutzmitteln (bzw. deren Abbauprodukte (Metaboliten)) die Wasserqualität von Gewässern, und insbesondere Grundwasser, beeinträchtigen. Problematiken mit dem Eintrag von Nährstoffen entstehen bei einer nicht fachgerechten Düngung, da die Pflanzen eine zu hohe Menge Dünger nicht mehr aufnehmen können und dieser dann in Grundwasserkörper und Oberflächengewässer gelangt. Gleichzeitig können Extremwetterereignisse wie Starkregen die Infiltrationsfähigkeit ausgetrockneter Böden überfordern, wodurch Oberflächenabfluss, Erosion und der Eintrag von Bodenmaterial sowie landwirtschaftlichen Nähr- und Schadstoffen in Gewässer begünstigt werden. Unzureichende Wasserversorgung erhöht zudem das Risiko von Nährstoffakkumulationen im Boden, die bei nachfolgenden Sickerperioden in das Grundwasser verlagert werden können. Zur Vermeidung von Verunreinigungen und zur Verbesserung der Grundwasserbestände im landwirtschaftlichen Kontext dienen umfangreiche dünge- und pflanzenschutzrechtliche Regelungen auf Bundes- und Landesebene. Für das Ausbringen von Düngemitteln gelten daher zeitliche und mengenmäßige Begrenzungen nach der Düngeverordnung (MUNV o.J.a). Wie bereits in Kapitel 3.2 „Trinkwasser“ diskutiert, gibt es einen Grenzwert von 50mg/L Nitrat für Grundwasser, welcher auch an über 88 Prozent der Messstellen in Nordrhein-Westfalen eingehalten wird (Stand 2024). Pflanzenschutzmittel müssen für die Zulassung strenge Prüfverfahren durchlaufen, zudem gibt das Pflanzenschutzgesetz den Rahmen für eine sachgemäße und gesundheitsfolgenlose Anwendung vor (MUNV o.J.a). In der Praxis wird die Wirkung von Pflanzenschutzmitteln jedoch überwiegend stoffbezogen bewertet. Mögliche kombinierte Effekte mehrerer gleichzeitig oder nacheinander eingesetzter Wirkstoffe sowie deren Langzeitwirkungen auf Böden und Gewässer sind nur begrenzt abgebildet. Entsprechend könnten der ökologische Landbau und die Reduktion des PSM-Einsatzes im Rahmen des integrierten Pflanzenbaus sowie ein kontinuierliches Umweltmonitoring einen Beitrag leisten.

Forstwirtschaft

In Nordrhein-Westfalen gibt es rund 950.000 Hektar Wald[17], dies entspricht fast einem Drittel der Landesfläche. Dabei machen Laubbäume ca. 65 Prozent und Nadelbäume rund 35 Prozent aus. Wälder unterliegen vielseitigen Nutzungen und haben ökologische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Funktionen. Waldflächen sind wichtig für Bodenschutz, Wasser- und Luftqualität sowie für den Artenschutz (mehr dazu in Kapitel 3.1 „Ökosysteme"). Rund 63 Prozent der Waldflächen gehören Privatpersonen. Damit weist Nordrhein-Westfalen einen hohen Anteil an Privatbesitz auf. Neben wenigen sehr großen Privatwäldern, ist der Großteil des Privatwaldes in Klein(st)privatwald fragmentiert, was dazu führt, dass der durchschnittliche Besitz ca. vier Hektar beträgt (Landesbetrieb Wald und Holz in Nordrhein-Westfalen o.J.). Körperschaftswald, meist in Besitz von Städten und Gemeinden, umfasst rund 21 Prozent der Waldflächen (MLV 2025, S. 25). 13 Prozent sind Landeswälder und drei Prozent Bundeswald (Schutzgemeinschaft Deutscher Wald e.V. Landesverband NRW o.J.). Den rechtlichen und fachlichen Rahmen für eine naturnahe, nachhaltige und multifunktionale Waldbewirtschaftung setzen insbesondere das Landes- und das Bundeswaldgesetz. Ergänzend werden waldbauliche Leitlinien und strategische Zielsetzungen durch fachliche Konzepte wie das Waldbaukonzept NRW und das Wiederbewaldungskonzept NRW konkretisiert. Ebenso sind das Landesnaturschutzgesetz, Nordrhein-Westfalens Waldpakt 2.0, als auch übergeordnete Strategien und Vorgaben, wie die FFH-Richtlinie der EU, Natura 2000 und die nationale Waldstrategie relevant für den Aufbau, Erhalt und Wiederbewaldung der NRW-Waldflächen.

Die Wälder in Nordrhein-Westfalen stehen angesichts aufeinanderfolgender Kalamitäten – insbesondere durch Sturmschäden, Borkenkäferbefall und mehrjährige Dürreperioden angesichts des Klimawandels – vor einer strukturellen Transformation. Das Land reagiert darauf mit einem Bündel von unterstützenden Aktivitäten, wie einer derzeit in Erarbeitung befindlichen umfassenden Waldstrategie Nordrhein-Westfalen, Förderprogrammen zur Wiederbewaldung und Waldumbau sowie den Ausbau kooperativer Vereinbarungen. Flankierend werden forstliche Forschung und Beratung ausgebaut, unter anderem durch den Aufbau eines Instituts für Waldökologische Forschung (MLV o.J.d). In dem Cluster Forstwirtschaft und Holz in NRW arbeiten etwa 160.000 sozialversicherpflichtige Mitarbeiter. Zusätzlich arbeiten rund 31.000 Menschen in geringfügigen Arbeitsverhältnissen in der Branche (proHolz 2019).

Wald und Wasser stehen in einer funktionalen Wechselbeziehung. Der Zusammenhang zwischen Forstwirtschaft und Wasser ergibt sich weniger aus direkten Wasserentnahmen als aus der zentralen Rolle des Waldes für den landschaftlichen Wasserhaushalt. Gerade die Forstwirtschaft muss Wälder als Wasserspeicher, Erosionsschutz und Holzlieferant zugleich erhalten (Landtag Nordrhein-West-

[17] Wald ist ein durch Bäume geprägtes Ökosystem mit vielfältigen ökologischen Funktionen. Forst bezeichnet den Wald unter dem Gesichtspunkt seiner planmäßigen Bewirtschaftung, insbesondere zur Holzproduktion. Jeder Forst ist Wald, aber nicht jeder Wald ist Forst.

falen 2025aj, S. 9). Dabei verschiebt der Klimawandel die Wasser-Wald-Beziehung, Trockenheit reduziert die Produktivität der Bäume (Ammer 2025, S. 2).

Wälder beeinflussen durch die Abfangwirkung der Baumkronen (Interzeption), die Speicherfähigkeit der Waldböden sowie die Infiltration von Niederschlägen maßgeblich den Abfluss, die Grundwasserneubildung und den Hochwasserschutz. Historisch wurden in vielen Waldgebieten Entwässerungsgräben angelegt, um die Bewirtschaftbarkeit zu verbessern und Erträge zu steigern. Vor dem Hintergrund zunehmender Trockenperioden erweisen sich diese Strukturen heute jedoch als problematisch, da sie den Wasserabfluss beschleunigen und die Wasserspeicherung im Ökosystem Wald verringern. Darüber hinaus kann die intensive Befahrung die Speicher und Infiltrationsfähigkeit der Böden negativ beeinflussen. Insbesondere unter ungünstigen Witterungs- und Bodenbedingungen, die differenziert zu bewerten sind, da sie stark von Bewirtschaftungsform, Maschineneinsatz und Bodentyp abhängen (Öko-Institut e.V. 2020, S. 7ff.).

Wasser wird für explizite Bewässerungszwecke aber nicht entnommen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ae, S. 1). Negative Einflüsse des Klimawandels entstehen daher in diesem Kontext insbesondere durch mögliche Nutzungskonflikte um Wasser. Der Klimawandel verstärkt diese Herausforderungen erheblich. Längere Trockenphasen, höhere Temperaturen und veränderte Niederschlagsmuster führen zu Wasserstress, Vitalitätsverlusten und einer erhöhten Anfälligkeit der Wälder gegenüber Schädlingen und Extremereignissen. Diese Entwicklungen sind unter anderem im Waldzustandsbericht Nordrhein-Westfalen dokumentiert und stellen die forstliche Bewirtschaftung vor erhebliche ökologische und wirtschaftliche Herausforderungen (MLV 2025).

3.4.2 Auswirkungen des Klimawandels auf die Land- und Forstwirtschaft in Nordrhein-Westfalen

Im folgenden Abschnitt werden die Auswirkungen des Klimawandels (ausführlicher unter Kapitel 2.3 „Klimawandel“ dargelegt) auf die Sektoren Landwirtschaft und Forstwirtschaft in Nordrhein-Westfalen beschrieben. Genauso wie die Auswirkungen des Klimawandels lokal divers ausfallen, sind auch die Herausforderungen für verschiedene Formen von Landwirtschaft in Bezug auf den Klimawandel vielfältig. Eine lokale bzw. regionale Betrachtung ist daher unerlässlich. Sowohl zu viel Wasser als auch Phasen mit zu wenig Wasser können im schlimmsten Fall Ernteeinbußen oder -ausfälle für die regionale Landwirtschaft zur Folge haben (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025af, S. 6).

Landwirtschaft

Hitze- und Dürrephasen, sowohl kurz als auch lang, werden einen großen Einfluss auf den Bewässerungsbedarf haben. Wie bereits eingangs beschrieben, stieg der Anteil der zu bewässernden landwirtschaftlichen Flächen in zehn Jahren (2012 bis 2022) von 2,2 auf 3,3 Prozent. Der Bedarf

kann sich aber durch ausbleibende Regenfälle und anhaltende Hitze weiter erhöhen. Studien (z.B. WADKlim und WatDemand) gehen von einer Verdreifachung des landwirtschaftlichen Wasserbedarfs in Nordrhein-Westfalen aus, insbesondere in den Regierungsbezirken Düsseldorf und Köln, sowie im westlichen Münsterland (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025af, S. 3). Dies ist auch aus der folgenden Grafik (Abbildung 12) ablesbar:

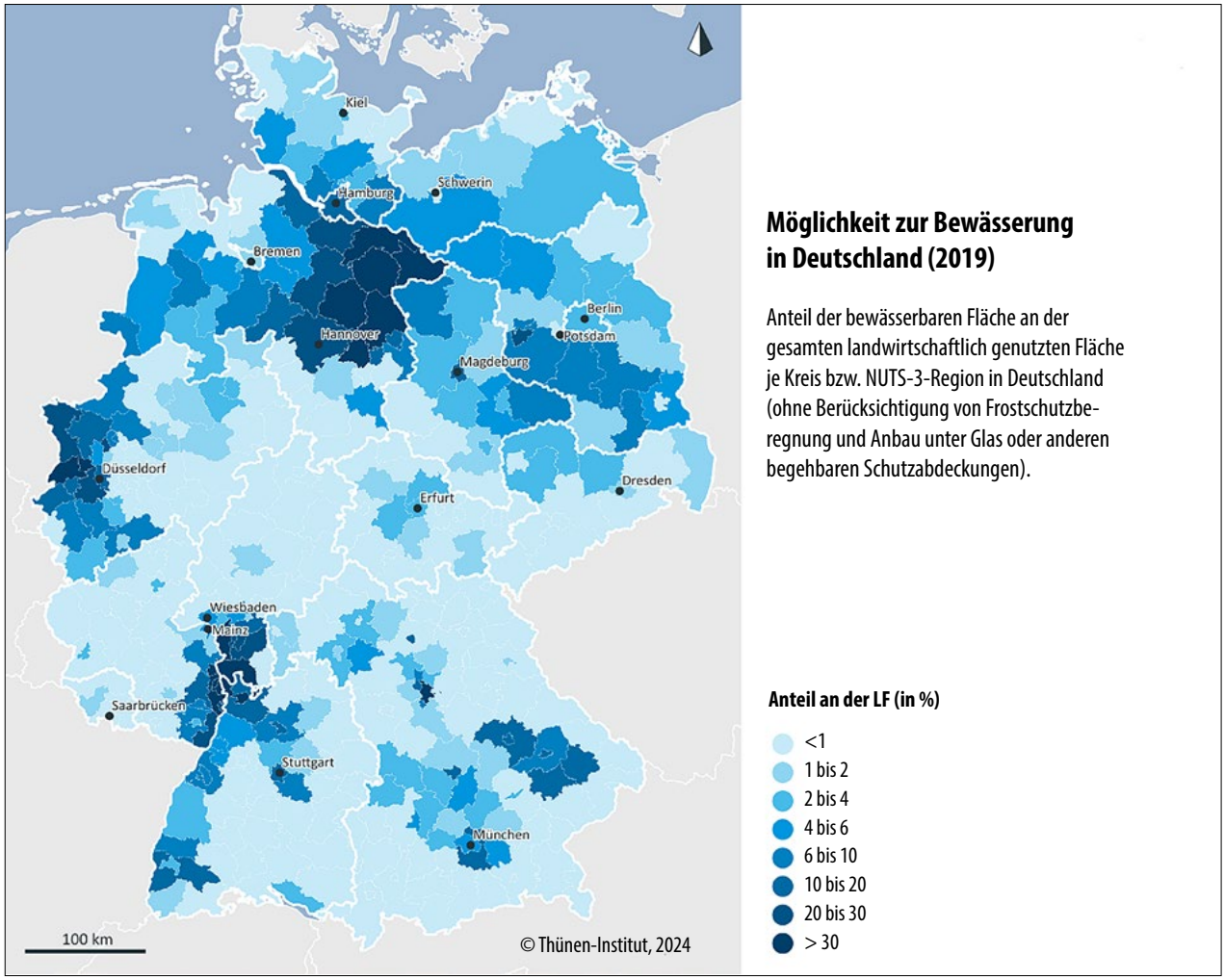


Abbildung 12: Möglichkeit zur Bewässerung in Deutschland 2019 (Bernhardt 2025)

Für Betriebe, die bereits bewässern, könnte die eingesetzte Wassermenge steigen. Gleichzeitig könnte sich die Zahl der Betriebe erhöhen, die Teile ihrer Kulturen bewässern müssen, sodass die insgesamt zu bewässernde Fläche in Nordrhein-Westfalen steigen würde. Daher muss zwischen der Bewässerungsmenge und der Bewässerungsfläche differenziert werden (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025af, S. 4). Es ist aber auch zwischen Bewässerungsbedarf und Bewässerungswürdigkeit zu unterscheiden. Für Kulturen wie Obst, Gemüse oder Kartoffeln wird weiterhin eine Bewässerungswürdigkeit (ökonomische Deckung der Bewässerungsmaßnahme) vorliegen. Der Landwirtschaftskammer NRW zufolge wird auch für Mais, Getreide und weitere flächenstarke Kulturen ein Bewässerungsbedarf prognostiziert. Ob diese auch bewässerungswürdig sind, kann nicht abschließend beurteilt werden (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025af, S. 3). Durch anhaltende Hitze verdampft

zusätzlich auch mehr Wasser auf den Feldern. Dadurch kann die Bewässerung ineffizienter werden – insbesondere zu heißen Phasen des Tages wie zur Mittagszeit. Neben dem Einfluss auf einen vermehrten Wasserbedarf können Dürrephasen auch negative Auswirkungen auf den Boden haben. Durch Trockenphasen kann die Fähigkeit, Wasser aufzunehmen, verringert sein. Dies hat zur Folge, dass mehr Wasser oberflächlich abfließt und so die Gefahr von Erosion steigt. Aufnahmefähige Böden sind wichtig, da sie Regenwasser schnell aufnehmen, Wasser speichern und Pflanzen zur Verfügung stellen bzw. es in das Grundwasser infiltrieren lassen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ab, S. 2).

Auch das Wasserdargebot verändert sich durch den Klimawandel. Durch sowohl kurzfristige Trockenheit als auch anhaltende Trockenphasen können Pegelstände von Oberflächengewässern sinken (vgl. Kapitel 2.3). Da 90 Prozent der Wasserentnahme für die landwirtschaftliche Bewässerung aus Grundwasser stammen, ist dies mengenmäßig zwar nicht der überwiegende Anteil, jedoch trotzdem erwähnenswert. Der mögliche, erhöhte Bewässerungsbedarf, insbesondere während der erwartbaren Trockenphasen im Sommer, und die unklaren Prognosen zu Grundwasserständen und Grundwasserneubildung, können Nutzungskonflikte verstärken. Auch der Rheinische Landwirtschaftsverband (RLV) bezeichnet niedrige Grundwasserstände als eine große Gefahr für den Ackerbau, denn auch Nährstoffauswaschungen und eine niedrigere Wasserqualität gehen damit einher (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ab, S. 2). Insgesamt gibt es große Unsicherheiten bezüglich der Neubildungsraten der Grundwasserstände. Eine Verbesserung des Wasserdargebots für die Landwirtschaft und eine lokale bzw. regionale Betrachtung werden daher empfohlen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025af, S. 4).

Eine weitere Herausforderung besteht bei niedrigen Pegelständen der Oberflächengewässer in der Aufkonzentration von Fremdstoffen. Durch den Eintrag von Pflanzenschutzmitteln und Nährstoffen kann es bei einer geringeren Wasserführung zu einer erhöhten Konzentration dieser Stoffe kommen, was der Biozönose schaden kann. Dies beeinträchtigt die Gewässerqualität und kann bei Trinkwasserversorgern zu einem erhöhtem Aufbereitungsaufwand führen, verbunden mit zusätzlichen Schritten und höherem Ressourceneinsatz (siehe auch Kapitel 3.2 „Trink- und Brauchwasserversorgung“) (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025af, S. 3).

Extremwetterereignisse wie Starkregen und Hochwasser können landwirtschaftliche Flächen schädigen und durch Erosion sowie Abschwemmung zu Stoffeinträgen in Gewässer führen. Insbesondere nach Trockenphasen sind Böden häufig nur eingeschränkt aufnahmefähig, was die Erosionsanfälligkeit erhöht (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025af, S. 3).

Durch den Klimawandel kann es zudem zu einer Verschiebung von Vegetationsperioden kommen. Einhergehend mit Extremwettern können so neue Herausforderungen bei Produktionsketten entstehen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2022, S. 257). Unter anderem kann dies auch zu einem er-

höhten Düngebedarf führen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025af, S. 2f.). Durch den Klimawandel und die Verschiebung von Vegetationsperioden bzw. kulturspezifischen Eigenschaften der Bewirtschaftung kann es auch zu einer Vermehrung von Schaderregern kommen (z.B. Blattlaus, Borkenkäfer, Braunrost etc.).

Wie genau sich diese Entwicklung auswirkt, hängt von vielen Faktoren ab. Der Klimawandel kann zu veränderten Schädlingsdynamiken führen und damit den Anpassungsdruck in der Landwirtschaft erhöhen. In der Praxis kann dies nicht nur zu Ertragsrisiken durch Schädlinge führen, sondern auch den Druck erhöhen, Pflanzenschutzmittel einzusetzen. Damit sind jedoch zusätzliche Belastungen für Böden und Gewässer verbunden, da Einträge von Pflanzenschutzmitteln trotz strenger Zulassungs- und Anwendungsauflagen nicht vollständig ausgeschlossen werden können (Buttschardt 2025, S. 4; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025af, S. 5f.). In der ökologischen Landwirtschaft wird im Gegensatz zur konventionellen Landwirtschaft auf chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel sowie Mineraldünger verzichtet. Dabei ist zu berücksichtigen, dass bspw. der Verzicht auf Herbizide im ökologischen Landbau zu einer intensiveren mechanischen Bodenbearbeitung zur Unkrautregulierung führt, was Bodenbrüter durch Gelegezerstörung und Lebensraumverlust gefährdet und besonders an Hängen zu verstärkter Erosion und Eintrag von Sedimenten (inkl. Nährstoffe, Schwermetalle, usw.) in Gewässer führen kann. Durch den Verzicht auf Mineraldünger ist die Tierhaltung für den ökologischen Landbau essenziell, um Nährstoffkreisläufe zu schließen. Daneben führt der Mineraldüngerverzicht in Kombination mit vielfältigeren Fruchtfolgen und dem Anbau von Mischkulturen zu einer geringeren Stickstoffauswaschung in Oberflächen- und Grundwasser. Vor diesem Hintergrund bewerten Sanders und Heß (2019) ökologischen Landbau als einen wichtigen Baustein für den vorbeugenden Wasserschutz in Wasserschutzgebieten. Gleichzeitig ist auch der Ökolandbau von Wassermangel und den Folgen des Klimawandels betroffen und kein Ersatz für eine insgesamt wasserschonende Bewirtschaftung in allen Produktionssystemen (Sanders und Heß 2019, S. 32ff. ; Ökolandbau.de 2025). Dennoch können auch im ökologischen Landbau eingesetzte Pflanzenschutzmittel gefährdend sein. Daher sind umfassende Risikominderungsmaßnahmen beim Einsatz von Pflanzenschutzmitteln notwendig.

Forstwirtschaft

Durch die Auswirkungen des Klimawandels auf das Ökosystem Wald in Bezug auf Wasser (vgl. Kapitel 3.1.) gibt es folglich Auswirkungen auf die Forstwirtschaft. In Nordrhein-Westfalen gibt es große Waldschäden und langfristige Herausforderungen durch den Klimawandel (MLV 2025, S. 24). Im Waldzustandsbericht 2025 wurde hervorgehoben, dass sich die Wälder Nordrhein-Westfalens von den vorherigen Dürre- und Trockenjahren (2018-2020) durch zuletzt höhere Niederschläge in Teilen erholen konnten. Jedoch setzt sich der langfristige Negativtrend des Waldzustandes fort. Hauptursachen sind versauerte Böden, steigende Temperaturen, aber auch Trockenperioden und Insektenkalamitäten (MLV 2025, S. 4). Für den Bodenwasserhaushalt wird im Waldzustandsbericht

2025 vermerkt, dass die Vegetationsperioden überwiegend mit gefüllten Bodenwasserspeichern starten und die Bodenwasserversorgung in den durchgewurzelten Schichten (bis 1,5 Meter) bis in den Juli hinein gut ist. Es kann allerdings ab August regionalen Wasserstress für Waldbäume geben (MLV 2025, S. 7).

Die Auswirkungen des Klimawandels führen auch zu Folgen für eine wirtschaftliche Nutzung von Forstflächen. Anhaltende Trockenheit hat Auswirkungen auf die Produktivität von Bäumen. Hierdurch entstehen Zuwachsverluste im Forstbetrieb (Ammer 2025, S. 2). Zwar verringern Bäume ihren Wasserverbrauch, da die Spaltöffnungen der Blätter sich weiter schließen, sie nehmen aber auch kaum noch CO_2 auf (Buttschardt 2025, S. 3). Existierende Baumbestände konnten sich beispielsweise in der Klimaperiode von 1961-1990 gut auf eine reale ausgeglichene Wasserbilanz anpassen, dies ist für die heutige Klimaperiode nicht zwangsläufig der Fall. Es bedarf daher eines Baumbestands, der sich an die neuen Rahmenbedingungen anpasst (Wald und Holz NRW 2021). Das MLV begleitet eine standortgerechte Auswahl mit Förderprogrammen (siehe MLV 2023).

3.4.3 Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel

Der folgende Abschnitt gibt einen Überblick über mögliche Response-Ansätze für die beiden Bereiche der Land- und der Forstwirtschaft.

Landwirtschaft

Zur Anpassung der Landwirtschaft an die Folgen des Klimawandels steht ein Bündel unterschiedlicher Maßnahmen zur Verfügung. Vorrangig sind dabei Ansätze, die den Wasserhaushalt der landwirtschaftlichen Flächen verbessern und die Abhängigkeit von zusätzlicher Wasserentnahme reduzieren.

Verbesserung des Bodenwasserhaushalts

Insgesamt wird wiederholt empfohlen, den Wasserrückhalt in der Fläche zu stärken (Landtag Nordrhein-Westfalen 2022, S. 366). Dies kann durch unterschiedliche Ansätze geschehen. Dazu gehören betriebseigene Lösungen, wie Rückhaltebecken, das Stauen von Regenwasser in Teichen, Weihern oder Drainagen, aber auch der Aufbau von Humus durch etwa angepasste Bodenbearbeitung. Eine ausreichende Versorgung des Bodens und der Bodenbiologie mit Organik ist Grundlage für die Erhöhung und Stabilisierung der Humusgehalte. Beides sind zentrale Voraussetzungen für klimaresiliente Böden, welche eine hohe „Regenverdaulichkeit“ sowie Wasserspeicherfähigkeit aufweisen sollten. Bewährt haben sich Zwischenfrüchte, Untersaaten und eine reduzierte Bodenbearbeitung, um Wasser – insbesondere bei starken Niederschlägen – im Boden zu halten und die Nährstoffbindung zu verbessern: Zwischenfrüchte nehmen Nährstoffe aus Ernteresten der Vorkultur auf, während

eine reduzierte Bodenbearbeitung die Mineralisation und damit die Freisetzung von Nährstoffen vermindert (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025af, S. 7).

Ziel kann es sein, dass bereits im Winter der Wasserhaushalt und die Grundwasserneubildung für das Frühjahr und den Sommer gestärkt werden (Buttschardt 2025, S. 3f.; Landtag Nordrhein-Westfalen 2022, S. 290; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ab, S. 3f.). Um eine flexible Steuerung insbesondere von Drainagen zu ermöglichen, die bei Wasserüberschuss Wasser abführen können, bedarf es aber noch Praxiserfahrung (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ab, S. 4).

Diversifizierte und standortangepasste Anbausysteme

Auch weitere ackerbaulichen Maßnahmen können einen Beitrag leisten. In der Enquetekommission „Landwirtschaft" der 17. Wahlperiode wurden hierzu schon Maßnahmen genannt, wie etwa die Veränderung von Fruchtfolgen hin zu tiefwurzelnde Kulturen oder Kulturen mit einer langen und hohen Bodenbedeckung (Landtag Nordrhein-Westfalen 2022, S. 290). Ebenso sollte die Entwicklung europäischer zugelassener Züchtungstechnologien und deren Risikobewertung beobachtet und ggf. nach umfassender Prüfung angepasst werden. Diese Ackerpflanzen könnten sich besser an die Umstände anpassen und sind resilienter gegenüber den Folgen des Klimawandels (Leopoldina o.J.).

Technische Maßnahmen als ergänzendes Instrument

Der Einsatz von optimierten Bewässerungsmethoden wird in der Fachwelt schon lange diskutiert, mit Forschung begleitet und auch schon durch die Betriebe eingesetzt. Im Fokus stehen immer die Umsetzbarkeit und Potenziale – diese hängen von vielen individuellen Faktoren ab (UBA 2020a). Die populärsten Ansätze sollen hier kurz mit ihren Chancen und Herausforderungen dargelegt werden.

Tröpfchenbewässerung ist eine Bewässerungsform, bei der lange Kunststoffschläuche mit kleinen Löchern oder Düsen mit geringerem Druck direkt an der Kultur ausgelegt werden. Diese Methode ist deutlich verlustärmer und energiesparender, da maximal 20 Prozent des eingesetzten Wassers verloren geht. Nachteile hierbei sind aber die hohen Investitionskosten, der hohe Arbeitsaufwand und die eingeschränkte Eignung. Die Tröpfchenbewässerung ist für Ackerbaukulturen wie Mais oder Getreide nicht geeignet, sondern viel mehr für Dauer- oder Hochpreiskulturen (etwa Obst, besonders Erdbeeren) (Bundesinformationszentrum Landwirtschaft 2025). Zudem ist sie, auch aufgrund der beschriebenen Zeit- und Kosteninvestitionen, weniger für Pachtflächen und bei wechselnden Anbaukulturen geeignet (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025af, S. 9). Auch Düsenwagen sind ein populärer Ansatz, da sie eine geringere Verlustrate durch Verdunstung haben. Hier sind allerdings sehr hohe Anschaffungskosten und die Größe der Maschinen mögliche Herausforderungen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025af, S. 9f.).

Die alternativen Bewässerungsmethoden haben, neben den minimierten Verlusten, auch die optimierte Bewässerung im Fokus. Diese kann auch durch den Einsatz von Sensorik verbessert werden, wenn auch mit Herausforderungen. Sensorik kann die punktuelle Bodenfeuchtigkeit ermitteln. Diese stellt einen guten Indikator für den Bewässerungsbedarf dar. Jedoch geht dies mit hohen Investitionskosten und einer technischen Störungsanfälligkeit einher. Eine Berechnung des Bewässerungsbedarfs kann nach Ansicht des Rheinischen Landwirtschaftsverbands aber eine geeignete Methode sein (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ab, S. 3). Nach Ansicht der Landwirtschaftskammer ist der theoretisch bestmöglichste Bewässerungseinsatz in Umsetzung und Planung höchst personalintensiv und stößt auch durch räumlich verteilte Bewirtschaftungsflächen und geringe Brunnenkapazitäten an seine natürlichen Grenzen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025af, S. 10). Zur Umsetzung einer möglichst idealen lokalen Lösung gibt es bereits bei verschiedenen Institutionen angesiedelte Bewässerungsberatungen, etwa bei der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen (Landwirtschaftskammer NRW o.J.b). Das Land Nordrhein-Westfalen fördert hier zum Beispiel eine angepasste Bewässerungstechnologie mit bis zu 70 Prozent der Kosten über die Landwirtschaftskammer mit einhergehender Beratung (Landwirtschaftskammer NRW o.J.a).

Neben der Bewässerungsart kann die Erschließung alternativer Wasserquellen eine Maßnahme zur Begegnung der Problematik des sinkenden Wasserdargebots sein. Gemäß der bereits erwähnten EU-Verordnung 2020/741 soll es möglich sein, aufbereitetes Brauchwasser zur Bewässerung von landwirtschaftlichen Flächen einzusetzen. Die Umsetzung in deutsches Recht mit notwendigen Anpassungen im WHG steht allerdings noch aus. Laut Verordnung kann aufbereitetes Wasser, nach Güteklassen sortiert, für die Bewässerung eingesetzt werden. Hierzu bedarf es aber einer Erstellung von Risikomanagementplänen, um zu verhindern, dass trotz Aufbereitung des Wassers Schadstoffe und Fremdstoffe in Boden und Grundwasser gelangen. Dies soll die EU-Verordnung 2020/741 regeln (UBA 2024b). Der Einsatz von aufbereitetem Wasser, beispielsweise aus Lebensmittelproduktionen, kann lokal die Entnahme von Grundwasser reduzieren (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025af, S. 8). Versuche hierzu laufen beispielsweise bereits in Euskirchen, wo aufbereitetes Prozesswasser aus einer Molkerei für die landwirtschaftliche Bewässerung eingesetzt wird (Landkreistag NRW 2022). Herausforderungen sind neben der Notwendigkeit der Güte- und Gesamtsystematik Betrachtung auch die lokale Verfügbarkeit (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025af, 4; 8). In Spanien, Italien, Griechenland und zahlreichen nicht-EU-Mitgliedsstaaten wird diese Praxis bereits in großem Umfang eingesetzt (UBA 2024b). Prof. Buttschardt vom Institut für Landschaftsökologie Münster weist allerdings darauf hin, dass WaterReUse nur ein Baustein sein kann (Buttschardt 2025, S. 4).

Um eine dauerhafte Versorgungssicherheit insbesondere bei regional verringertem Wasserdargebot zu gewährleisten, könnten Wassertransportleitungen als ergänzendes Instrument diskutiert werden, wenn lokale und regionale Maßnahmen zur Stabilisierung des Wasserhaushalts nicht ausreichen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025af, S. 4). Vorrangig sind dabei wassersparende Bewirtschaf-

tungsformen, Maßnahmen zum Wasserrückhalt in der Fläche sowie regionale Kooperationslösungen zu berücksichtigen. Hierfür sollten die Planungs- und Genehmigungsverfahren vereinfacht und beschleunigt werden, damit entsprechende Maßnahmen schnell umgesetzt werden können (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ac, S. 2).

Wie eingangs beschrieben, werden die Wasserentnahmen von Landwirtschaftsbetrieben nicht systematisch erhoben, da die Landwirtschaft vom Wasserentnahmeentgelt (WEE) nach § 1 Abs 2 Nr. 10 WasEG befreit ist. Je nach Entnahmemenge besteht hingegen eine Anzeige- bzw. Genehmigungspflicht für die Entnahme aus Oberflächengewässern oder dem Grundwasser, um eine Bewilligung bzw. Erlaubnis durch die untere oder obere Wasserbehörde zu erhalten. Für diesen Vorgang müssen zahlreiche und auch ortsspezifische Unterlagen vorgelegt werden. Zudem muss nachgewiesen werden, dass ausreichend Wasserdargebot für die geplanten Entnahmen vorliegt. In Einzelfällen können Umweltverträglichkeitsprüfungen notwendig sein (Bezirksregierung Köln o.J.a; Kreis Gütersloh o.J.). In Zeiten von verringertem Wasserdargebot und folgenden Nutzungskonkurrenzen kann es sogar zu einer Einschränkung der bewilligten bzw. erlaubten Entnahme durch behördliche Anordnung kommen. Verschiedene Akteure vertreten den Standpunkt, dass die Entnahmemengen aller über 33.000 landwirtschaftlichen Betriebe systematisch amtlich erhoben werden sollten, um eine möglichst umfassende Datenbasis zur Bilanzierung zur Verfügung zu haben (z.B. BUND NRW o.J.). Gleichzeitig zeigt sich im Bereich der Genehmigungsverfahren für die Entnahme, insbesondere in Dürre- und Hitzephasen, dass der Zugang zu wasserrechtlichen Genehmigungen mit hohem bürokratischem Aufwand verbunden ist. Durch die Enquetekommission „Landwirtschaft" wurde jedoch dargelegt, dass der Zugang in Notfällen vereinfacht werden sollte, allerdings nur unter Berücksichtigung von Nutzungskonkurrenzen und verfügbarem Dargebot (Landtag Nordrhein-Westfalen 2022, S. 297).

Unter den genannten Auswirkungen des Klimawandels wird sich auch die landwirtschaftliche Nutzung von Dünger und Pflanzenschutzmitteln sowie deren möglichen Folgen verändern. Die Auswirkungen des Klimawandels machen das Düngen komplizierter. Es stellt sich eine Ertragsunsicherheit mit höherem Risiko von Nährstoffverlusten und einem erhöhtem Bedarf an standort- und witterungsangepasster Düngestrategie ein (Verband der Landwirtschaftskammern 2019, S. 8ff.). Die Belastung mit Fremdstoffen, durch Auswaschungen, hat Folgen für Ökosysteme und auch für die Rohwasserqualität, also folglich auch für die spätere Trinkwasseraufbereitung.

Durch Verzicht auf chemisch-synthetische Dünger und den deutlich niedrigeren Tierbesatz weist die ökologische Landwirtschaft eine wesentlich geringere Düngerintensität auf, was zu positiven Effekten auf die Grundwasserqualität führt (Sanders und Heß 2019, S. 32). Auch können Modellbetriebe neue Techniken und Maßnahmen für einen besseren Grundwasserschutz erproben (Landwirtschaftskammer NRW o.J.b). Dazu zählen bereits das Splitten von Düngeabgaben, Dünger in den direkten Wurzelraum zu geben, immergrüne Flächen anzustreben oder eine reduzierte Bodenbear-

beitung zu nutzen. Eine Anpassung an die sich ändernden Witterungsbestände ist bereits jetzt ein wichtiger Aspekt in der bedarfsgerechten Düngung. Dies wird durch die zu erwartenden verschobenen Vegetationsperioden weiter an Relevanz gewinnen, bei der Anpassung können insbesondere Messungen und digitale Tools unterstützen nur die notwendige Menge Dünger auszubringen, ohne das Pflanzenwachstum zu behindern (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025af, S. 6).

Kooperationen und regionale Abstimmung

Zur weiteren Begegnung von Herausforderung haben sich Wasserkooperationen bewährt. Wie schon in Kapitel 3.2 „Trinkwasser" beschrieben, kooperieren hier Wasserversorgungsunternehmen mit Landwirten und Gärtnern in Wasserschutzgebieten zur Erreichung des übergeordneten Ziels des Gewässerschutzes unter Berücksichtigung betrieblicher Anforderungen der landwirtschaftlichen Betriebe. Dabei sind rund 11.700 Landwirte und Gärtner sowie 160 Wasserversorgungsunternehmen beteiligt. Hierfür wurde 2021 das 1989 etablierte 12-Punkte Programm fortgeschrieben und novelliert. Dieses Programm vereinbart konkrete Rahmenbedingungen für eine freiwillige Zusammenarbeit von Landwirtschaft und Wasserwirtschaft (DVGW o.J.a; Landwirtschaftskammer NRW o.J.b). Bei diesen multi-stakeholder Formaten ist eine Beteiligung von allen betroffenen Gruppen (z.B. Landwirtschaft, Kommunen, Naturschutz und Wasserwirtschaft) zielführend, um Nutzungs- und Schutzbedarfe zusammen mit intermediären Organisationen und Zivilgesellschaft frühzeitig zu adressieren.

Forstwirtschaft

Neben den Maßnahmen, die unter Kapitel 3.1 „Ökosysteme" genannt wurden, welche die Waldökosysteme stärken sollen, werden hier weitere Maßnahmen besprochen.

Lösungsansätze ergeben sich insbesondere in der Gestaltung des Waldes sowie in der Stärkung des Landschaftswasserhaushalts mit den oben beschriebenen Maßnahmen. Dabei steht nicht nur die Art der Waldbewirtschaftung und die Anpassung der Baumartenwahl im Mittelpunkt, sondern insbesondere auch der Schutz und die Entwicklung der Waldböden. Die Wasseraufnahme-, Speicher- und Filterfunktionen des Waldes werden maßgeblich durch die Bodenstruktur und den Bodenzustand bestimmt. Auch wenn unter den verschiedenen Klimaprojektionen bis zum Jahr 2100 weiterhin Unsicherheiten hinsichtlich der langfristigen Eignung einzelner Baumarten bestehen, werden diese Fragen im Rahmen laufender forstlicher Forschungs- und Monitoringprogramme systematisch untersucht. Zusätzlich werden diese bis dahin auch dem jetzigen Klimawandel unterliegen (Ammer 2025, S. 2). Grundsätzlich empfiehlt es sich, Baumarten nicht im Reinbestand anzupflanzen, sondern auf eine Mischung und Naturverjüngung zu setzen (Ammer 2025, S. 2). Es bedarf immer einer Betrachtung des Systems, des Bestands und des Standorts (Buttschardt 2025, S. 6). Eine langfristige waldbauliche Planung von 30 bis zu 100 Jahren hat den größten Effekt, empfiehlt Kommunalwald

NRW, wenn die verschiedenen Klimawandelszenarien beachtet und daraufhin fundierte Entscheidungen getroffen werden. Dabei hilft ein enges Monitoring (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025aj, S. 5). Es wurde auch empfohlen, klimaresistente Sorten aus anderen europäischen Regionen einzumischen, die sowohl Hitze als auch Frost ertragen können (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ac, S. 4).

Der Waldumbau, die Wiederbewaldung und die Wiederaufforstung hin zu Mischbeständen sollte hohe Priorität genießen – und gleichzeitig ist es wichtig, auch Geduld zu haben. Waldentwicklung ist ein langfristiger Prozess, der sich unter wandelnden klimatischen Bedingungen vollzieht und auch Rückschläge wird verkraften müssen. Zudem sollte versucht werden, die Wasserqualität unter landwirtschaftlicher Flächennutzung zu erhöhen (Ammer 2025, S. 4).

3.5 Siedlungsstrukturen

Dieses Kapitel betrachtet Siedlungsstrukturen aus einer planerischen und räumlich-strukturellen Perspektive. Im Mittelpunkt stehen die Gestaltung, Organisation und Steuerung von Siedlungsräumen unter den Bedingungen des Klimawandels sowie ihre Bedeutung für einen nachhaltigen Umgang mit Wasser. Im Speziellen wird auf die Auswirkungen zunehmender Starkregenereignisse eingegangen.

Die gesellschaftlichen Auswirkungen wasserbezogener Risiken, einschließlich sozialer Verwundbarkeiten, gesundheitlicher Belastungen und Fragen der Akzeptanz und Legitimation politischer Entscheidungen, werden im Kapitel 2.1 „Wasser und Gesellschaft“ angesprochen und eingeordnet. Gesundheitliche Aspekte werden speziell im Kapitel 3.6 „Gesundheit“ behandelt. Das Kapitel 3.3 „Schutz vor Wasser“ behandelt Hochwassergefahren und -risiken. Für die Siedlungsentwicklung ist entscheidend, dass Hitze- und Trockenheitsrisiken sowie Risiken durch Starkregenereignisse räumlich mitgedacht und wasserbezogene Anpassungsmaßnahmen systematisch in Planung und Gestaltung integriert werden.

Technische Fragen der Wasserver- und Abwasserentsorgung, der Auslegung von Netzen, Anlagen und Gebührenstrukturen sowie spezifische Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung werden im Kapitel 3.12 „Abwasser“ vertieft behandelt.

Wassersensible Siedlungsentwicklung trägt zur Verbesserung des Stadtklimas, zur Förderung der Biodiversität, zur Stärkung der Daseinsvorsorge und zur Erhöhung der Lebensqualität bei. Die hier dargestellten planerischen Handlungsansätze bilden damit eine wichtige Schnittstelle zwischen technischen, ökologischen und gesellschaftlichen Perspektiven und unterstreichen die Notwendigkeit eines integrierten Gesamtansatzes im Umgang mit Wasser in Zeiten der Klimakrise.

3.5.1 Einordnung und Bedeutung von Siedlungsstrukturen für den Wasserhaushalt

Die Siedlungsstrukturen beeinflussen den Wasserhaushalt in Nordrhein-Westfalen in besonderer Weise. Städte, Gemeinden und Regionen sind nicht nur Orte des Wasserverbrauchs, sondern sie wirken mit der technischen Abwasserinfrastruktur einerseits und dem versickerungsfähigen Freiraum und natürlichen Flussläufen andererseits zugleich als Speicher und Ableiter im Wasserhaushalt. Die Art und Weise, wie Siedlungen geplant, gebaut und weiterentwickelt werden, entscheidet maßgeblich in Wechselwirkung mit standörtlichen Rahmenbedingungen darüber, ob Wasser zurückgehalten, genutzt, versickert oder schnell abgeführt wird (Siekmann 2025, S. 2, 12; Henrichs 2025, S. 3, 9).

Diese Festlegungen in der Planung und Umsetzung sind von hoher Dauerhaftigkeit. Gebäude, Straßen, Plätze und leitungsgebundene Infrastrukturen bestehen häufig über Jahrzehnte und bestimmen langfristig den Umgang mit Wasser. Fehlentwicklungen wirken über lange Zeiträume fort und lassen sich nur mit erheblichem planerischem, finanziellem und organisatorischem Aufwand korrigieren. Siedlungsstrukturen sind damit zugleich ein zentraler Hebel und ein strukturelles Risiko für die Anpassung an den Klimawandel (Wiechmann 2025, S. 4; Kaiser 2025, S. 4, 7, 9).

Historisch haben sich viele Städte und Siedlungen entlang von Gewässern entwickelt, die als Verkehrswege, Energiequelle, Wasserversorger oder Entsorgungsraum dienten. Diese wassergeprägte Entwicklung hat bis heute sichtbare Spuren in der Raumstruktur und in den wasserwirtschaftlichen Systemen hinterlassen. Unter den Bedingungen der Klimakrise stoßen diese historisch gewachsenen Strukturen jedoch zunehmend an ihre Grenzen (Wiechmann 2025, S. 2–3; Henrichs 2025, S. 2–4; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025e, S. 12–13).

Mit dem Klimawandel verändern sich Niederschlagsmuster, Abflussregime und Wasserverfügbarkeiten. Häufigere Starkregenereignisse, Hochwasser, Hitzeperioden und längere Trockenphasen wirken direkt auf Siedlungsräume und ihre Infrastrukturen. Ob diese Belastungen zu Schäden, Nutzungskonflikten und Sicherheitsrisiken führen oder durch vorausschauende Planung abgefedert werden können, hängt wesentlich von der Ausgestaltung der Siedlungsstrukturen ab (Siekmann 2025, S. 2–3; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025p, S. 2; Henrichs 2025, S. 3–4; Nickel 2025, S. 1–2; Wiechmann 2025, S. 4–5; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025e, S. 11–13).

Siedlungsentwicklung ist damit ein zentraler Ansatzpunkt für eine klimaresiliente Wasserpolitik. Sie verbindet wasserwirtschaftliche, planerische, ökologische sowie soziale Fragen und bildet eine Schnittstelle zwischen technischer Infrastruktur, Flächennutzung und Lebensqualität. Die gesellschaftlichen Auswirkungen wasserbezogener Risiken sowie Fragen der Verwundbarkeit, Akzeptanz und sozialen Betroffenheit werden in Kapitel 2.1 „Wasser und Gesellschaft“ vertieft behandelt. Dieses Kapitel fokussiert demgegenüber die räumlich-strukturelle und planerische Perspektive (Wiech-

mann 2025, S. 2, 5f.; Henrichs 2025, S. 2–4; Nickel 2025, S. 1–2; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025e, S. 16–17).

3.5.2 Ausgangslage der Siedlungsstrukturen in Nordrhein-Westfalen

Im Folgenden soll zunächst die Ausgangssituation unserer Siedlungsstrukturen im Klimawandel dargelegt werden.

3.5.2.1 Typen von Siedlungsstrukturen und ihre wasserwirtschaftliche Prägung

Die wasserwirtschaftlichen Herausforderungen unterscheiden sich erheblich je nach Typ und Struktur der Siedlungsräume. In Nordrhein-Westfalen treffen historisch gewachsene Stadtquartiere, suburbane Entwicklungsräume und ländliche Siedlungen auf jeweils spezifische Ausgangslagen, Risiken und Handlungsspielräume. Für eine wirksame Anpassung an die Folgen des Klimawandels ist diese Differenzierung zentral (Henrichs 2025, S. 2–4; Kaiser 2025, S. 3–6; Wiechmann 2025, S. 3–4; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025e, S. 11–12).

Urbane, dicht bebaute Räume, wie z.B. der Großraum Köln oder Großteile des Ruhrgebiets, sind typischerweise durch einen hohen Versiegelungsgrad, geringe Retentionsflächen und eine starke Abhängigkeit von leitungsgebundener Entwässerungsinfrastruktur geprägt. Regenwasser wird überwiegend schnell abgeleitet, während Versickerung und Rückhalt nur eingeschränkt möglich sind. Die Nähe zu Gewässern, historisch häufig ein Standortvorteil, stellt unter veränderten Abflussregimen zunehmend ein Risiko dar (insbesondere durch Hochwassergefahren, siehe dazu Kapitel 3.3 „Schutz vor Wasser“). Gleichzeitig bestehen hier ausgeprägte Konkurrenzen zwischen der Nutzung von Räumen für Wohnen, Verkehrsinfrastruktur, Freizeit und Grünflächen sowie für wasserbezogene Anpassungsmaßnahmen (Henrichs 2025, S. 3–4; Wiechmann 2025, S. 2–4; Siekmann 2025, S. 2–3; Dickhaut 2025, S. 7–8; Nickel 2025, S. 2).

Suburbane Räume (Vorstädte) und periurbane Räume (Umland) weisen häufig eine heterogene Struktur auf, in der ältere Ortskerne, Einfamilienhausgebiete und neuere Gewerbe- oder Wohnentwicklungen nebeneinander bestehen. Diese Räume sind oftmals durch zunehmende Flächeninanspruchnahme, fragmentierte Zuständigkeiten und eine schrittweise Ausweitung versiegelter Flächen gekennzeichnet. Wasserwirtschaftlich entstehen hier besondere Herausforderungen durch oberflächigen Abfluss, fehlende Retentionsräume und die räumliche Trennung von Entstehungs- und Schadensorten bei Starkregenereignissen (Wiechmann 2025, S. 3–4; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025p, S. 2; Nickel 2025, S. 1; Henrichs 2025, S. 3f., 8; Siekmann 2025, S. 2f., 11f.; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025e, S. 11–12).

Ländliche Siedlungsräume, wie z.B. in Ostwestfalen oder dem Münsterland, sind zwar insgesamt geringer versiegelt, jedoch häufig eng mit landwirtschaftlicher Nutzung, Gewässerunterhaltung und großräumigen Einzugsgebieten verknüpft. Hier treten wasserbezogene Risiken insbesondere in Form von Hochwasser, Erosion und Einträgen aus der Fläche auf. Gleichzeitig sind Planungskapazitäten, personelle Ressourcen und finanzielle Spielräume oft begrenzt, was die Umsetzung integrierter Anpassungsstrategien erschwert (Siekmann 2025, S. 2f., 11f.; Wiechmann 2025, S. 3–4; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025p, S. 2, 2025q, S. 2–3, 2025e, S. 7–8; Henrichs 2025, S. 4).

Unabhängig vom Raumtyp unterscheiden sich **historisch gewachsene Stadtquartiere** und **Neubaugebiete** in ihren Handlungsmöglichkeiten. Während Neubaugebiete grundsätzlich alle Voraussetzungen für eine wassersensible Gestaltung bieten, sind bereits bebaute Quartiere durch bestehende Bebauung, vorhandene Infrastrukturen und Eigentumsverhältnisse stark vorgeprägt. Anpassungsmaßnahmen müssen hier unter beengten räumlichen und rechtlichen Bedingungen umgesetzt werden und erfordern besonders integrierte und langfristige Ansätze (Henrichs 2025, S. 2-4, 8; Wiechmann 2025, S. 4; Dickhaut 2025, S. 7–8; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025q, S. 2–3; Siekmann 2025, S. 11–12; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025e, S. 11–12).

3.5.2.2 Planung, Zuständigkeiten und rechtlicher Rahmen

Die Ausgestaltung von Siedlungsstrukturen und dem damit verbundenen Umgang mit Wasser wird durch ein komplexes Zusammenspiel aus planerischen Instrumenten, fachrechtlichen Vorgaben und institutionellen Zuständigkeiten bestimmt. Zentrale Steuerungsebene ist die kommunale Bauleitplanung, bei der die Abwägung fachlicher Anforderungen aus Wasserwirtschaft, Verkehrs-, Grün- und Freiraumplanung mit zum Teil konträren Interessen beeinflusst wird (Siekmann 2025, S. 11–12; Wiechmann 2025, S. 5–6; Henrichs 2025, S. 3–4; Dickhaut 2025, S. 7–8; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025q, S. 6–7, 2025e, S. 7–8).

Wasserbezogene Aspekte werden in der Praxis häufig über Fachplanungen, wasserrechtliche Genehmigungen oder technische Regelwerke berücksichtigt, ohne systematisch in die räumliche Gesamtplanung integriert zu sein. Die wassersensible Siedlungsentwicklung ist rechtlich möglich. Die Expertinnen und Experten stimmten in ihren Stellungnahmen darin überein, dass in den Abwägungsprozessen jedoch die wasserwirtschaftlichen Belange oft zu wenig berücksichtigt werden. Dies betrifft den Wunsch nach einer höheren Bebauungsdichte oder maximalen baulichen Ausnutzung von Grundstücksflächen, insbesondere im Wohnungsbau und in der Flächenentwicklung (Siekmann 2025, S. 11–12; Henrichs 2025, S. 3–4; Wiechmann 2025, S. 4–5; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025q, S. 2–3, 2025e, S. 10f., 15).

Die wassersensible Stadtplanung wird durch eine Vielzahl von Gesetzen und Zuständigkeiten geprägt, die auf verschiedenen Ebenen liegen. Den Rahmen der Siedlungsentwicklung gibt die

Raumordnung mit der Landesentwicklungsplanung sowie der Regionalplanung vor. Hier werden Maßnahmen zur Klimaanpassung durch die der Abwägung unterliegenden Grundsätze der Landesplanung gesteuert. Die Kommunen sind im Rahmen des Baugesetzbuches mit dem Flächennutzungsplan und dem Bebauungsplan für die vorbereitende und verbindliche Bauleitplanung und die städtebauliche Entwicklung verantwortlich. Die wesentlichen Kompetenzen im Bereich der Wasserwirtschaft liegen wiederum bei Wasserverbänden, kommunalen Unternehmen oder Fachbehörden (Wiechmann 2025, S. 5–6; Siekmann 2025, S. 11–12; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025q, S. 2–3; Henrichs 2025, S. 3f., 8; Dickhaut 2025, S. 7–8; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025e, S. 7f., 11f.). Diese komplexe rechtliche und organisatorische Ausgangslage erschwert eine bereichsübergreifende Zusammenarbeit innerhalb der kommunalen Verwaltung, beispielsweise zwischen Tiefbau, Stadtplanung, Wasserwirtschaft und Grünflächenamt. In der Folge dauern Veränderungsprozesse, bedingt durch langwierige Abstimmungs- und Umsetzungsprozesse innerhalb der Verwaltung und im Zusammenspiel mit politischen Vertretern, oftmals erheblich länger als erforderlich (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025p, S. 5f.).

In der Regel unterliegen die Anforderungen zu den wasserwirtschaftlichen Belangen in der Raumordnung und bei der Bauleitplanung der Abwägung und der fachlichen Expertise der oberen und unteren Wasserbehörden. Detaillierte wasserrechtliche Anforderungen werden häufig erst im Genehmigungsverfahren konkretisiert, wenn grundlegende räumliche Entscheidungen bereits getroffen sind. Deutlich wird, dass in den gesetzlichen Grundlagen des Planungsrechts verbindliche Vorgaben weitgehend fehlen und eine frühzeitige, verbindliche Berücksichtigung wasserbezogener Belange in der Bauleitplanung bislang nicht ausreichend gesichert ist (Siekmann 2025, S. 11–12; Henrichs 2025, S. 3–4; Wiechmann 2025, S. 5; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025e, S. 10–11). In Neubaugebieten werden zunehmend wassersensible Siedlungsstrukturen umgesetzt, im Bestand ist häufig das Gegenteil der Fall. Dies ist insbesondere auf die erheblichen technischen, planerischen und wirtschaftlichen Herausforderungen zurückzuführen, die mit einem nachträglichen Umbau bestehender Quartiere verbunden sind. Freiwillige Instrumente, Empfehlungen und Modellprojekte haben wichtige Impulse gesetzt, reichen aus Sicht der Sachverständigen jedoch nicht aus, um den Anpassungsbedarf flächendeckend zu adressieren. Für eine klimaresiliente Entwicklung der Siedlungsstrukturen bedürfe es daher stärkerer Verbindlichkeit, klarerer Zuständigkeiten und einer besseren Verzahnung von räumlicher Planung und Wasserwirtschaft (Wiechmann 2025, S. 4–6; Henrichs 2025, S. 3f., 8; Dickhaut 2025, S. 7–8; Siekmann 2025, S. 12–13; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025q, S. 6–7, 2025e, S. 7f., 11f.).

3.5.3 Klimawandel als Verstärker bestehender Strukturprobleme

Der Klimawandel wirkt in Siedlungsräumen nicht als isolierter neuer Faktor, sondern verstärkt bestehende strukturelle Schwächen der Siedlungsentwicklung. Historisch gewachsene Raumstrukturen, hohe Versiegelungsgrade, eine starke Ausrichtung auf technische Ableitungssysteme sowie

konkurrierende Flächennutzungen führen dazu, dass wasserbezogene Extremwetterereignisse zunehmend Schäden verursachen und Nutzungskonflikte auslösen. Die Auswirkungen unterscheiden sich je nach Raumtyp, treten jedoch flächendeckend in Nordrhein-Westfalen auf (Wiechmann 2025, S. 2–4; Henrichs 2025, S. 2–4; Siekmann 2025, S. 2–3; Dickhaut 2025, S. 7–8; Nickel 2025, S. 1–2; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025e, S. 11–13).

3.5.3.1 Starkregen, Hochwasser und Überflutung

Zunehmende Starkregenereignisse stellen alle Siedlungsstrukturen dabei vor erhebliche Herausforderungen. Während in ländlichen Räumen der Schutz vor Hochwasser und Erosion im Vordergrund steht, besteht in urbanen und periurbanen Gebieten zusätzlich die Aufgabe, Starkregenabflüsse zu beherrschen sowie kritische Infrastrukturen, Gebäude und Menschen vor Überflutung zu schützen (Kaiser 2025, S. 2–3). Zur Abgrenzung zwischen Hochwasser und Starkregen siehe Kapitel 3.3 „Schutz vor Wasser".

Öffentliche Entwässerungssysteme sind auf statistisch definierte Regenereignisse („Jährlichkeiten" bzw. Wiederkehrzeiten[18]) mit akzeptierter Überstauhäufigkeit ausgelegt. Die zugrunde gelegten Wiederkehrzeiten liegen zwischen einem 10- bis 50-jährigem Ereignis (DWA-A 118). Da viele Systeme auf historischen Niederschlagsannahmen beruhen, können sie klimawandelbedingt steigende Intensitäten zunehmend nicht schadlos bewältigen. Kanalisationen, Rückhalteanlagen und Vorfluter erreichen ihre hydraulischen Grenzen; es kommt zu Rückstau, Überflutungen und unkontrolliertem Oberflächenabfluss (Bosseler 2025, S. 3; Siekmann 2025, S. 2–3; Henrichs 2025, S. 2–4; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025e, S. 11–13).

Starkregen wird nach dem Starkregenindex (SRI)[19] in zwölf Stufen (von 1 = niedrig, bis 12 = extrem) eingeteilt. Starkregenereignisse werden künftig häufiger erwartet und begünstigen urbane Sturzfluten (Siekmann 2025, S. 2).

[18] Die Wiederkehrzeit ist der statistische Erwartungswert des Zeitabstands, in dem ein Niederschlagsereignis einer bestimmten Stärke im Mittel einmal erreicht oder überschritten wird. Die Jährlichkeit ist die im deutschsprachigen wasserwirtschaftlichen Kontext gebräuchliche Bezeichnung für die Wiederkehrzeit eines Ereignisses in Jahren.

[19] SRI 1–2 muss von der Kanalisation aufgenommen werden können (Überstaunachweis). Für SRI 3–5 (bzw. SRI 6 bei kritischen Infrastrukturen) ist ein Überflutungsschutz sicherzustellen, das heißt, Wasser darf sich auf der Oberfläche verteilen, aber ohne Schaden oder Funktionsausfall. Ab SRI ≥ 6 setzt das kommunale Starkregenrisikomanagement mit Fokus auf Vermeidung außergewöhnlicher Schäden ein (u. a. Objektschutz, Verkehrslenkung, Krisenmanagement) (Quirmbach 2025, S. 3–4).

Langanhaltende advektive Starkregenereignisse[20] führen insbesondere dann zu Hochwasser, wenn Grundwasser hoch ansteht oder die Böden bereits gesättigt sind, sodass sie keinen Niederschlag mehr aufnehmen können. So kam es beim Weihnachtshochwasser von 2023/2024 dazu, dass Keller nass oder überflutet waren und es zu Rückstauereignissen in die Entwässerungsinfrastruktur von Siedlungsgebieten in flacheren Gegenden kam. In Überschwemmungsgebieten können solche Ereignisse länger andauern und alle Siedlungstypen betreffen (Siekmann 2025, S. 2–3).

Besonders verwundbar sind dicht bebaute Bestandsquartiere mit hohen Versiegelungsgraden. In Ballungsräumen Nordrhein-Westfalens liegen diese bei über 50 Prozent, teils über 70 Prozent, was bei Starkregen zu massivem Oberflächenabfluss führt, der von der Kanalisation nicht mehr aufgenommen werden kann (UBA 2011, S. 21). Dieser Zusammenhang zeigte sich z.B. eindrücklich 2014 in Münster oder auch 2025 in Mönchengladbach (GDV 2021; Kessen 2026). Abflussprozesse verlagern sich an die Oberfläche; Straßen und Plätze werden temporär zu Fließwegen. So können Schäden auch fernab von Gewässern auftreten. Diese sind für Betroffene schwer vorhersehbar (Siekmann 2025, S. 2–3; Henrichs 2025, S. 3–4; Wiechmann 2025, S. 2–3; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025e, S. 11–13).

Durch Starkregen verursachte lokale Überflutungen gelten nicht als Hochwasser, sondern als Niederschlagswasser nach § 54 WHG und fallen damit unter die Abwasserbeseitigungspflicht als Teil der kommunalen Daseinsvorsorge (Pennekamp et al. 2024, S. 12; Greiving 2021, S. 12). Bis SRI 5 liegt die Verantwortung primär beim Kanalnetzbetreiber (Quirmbach 2025, S. 3); der bestehende Modernisierungsstau erschwert die Aufgabenerfüllung (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025p, S. 2). Bei höheren Intensitäten (ab SRI 6) muss das kommunale Starkregenmanagement greifen, um außergewöhnliche Schäden zu begrenzen (Quirmbach 2025, S. 3–4; Henrichs 2025, S. 2). Extremereignisse können zudem Wasserverschmutzungen verursachen (Wiechmann 2025, S. 2–3) oder landwirtschaftlichen Oberboden in Siedlungsgebiete verlagern (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025q, S. 1).

Die Ereignisse der letzten Jahre verdeutlichen die Grenzen einer rein technischen Entwässerungslogik. Ableitung allein reicht nicht aus; erforderlich sind integrierte, räumliche Ansätze, die Wasser zurückhalten, verteilen und schadlos durch den Siedlungsraum führen (Siekmann 2025, S. 2–3; Henrichs 2025, S. 2–4; Wiechmann 2025, S. 4–5; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025q, S. 2–3; Dickhaut 2025, S. 7–8; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025e, S. 11–13).

[20] Niederschlagssumme über 100 l/m², Wiederkehrzeit > 100 Jahre. Konvektive Starkregen sind kurzzeitig, kleinräumig und sehr intensiv und führen typischerweise zu Herausforderungen im urbanen Raum. Advektive Starkregen sind großräumiger und dauern länger, sind aber weniger intensiv und führen durch große Volumina zu erhöhten fluvialen Abflüssen (Quirmbach 2025, S. 1).

Starkregengefahrenkarten geben erste Hinweise auf mögliche Überflutungshöhen, Strömungsgeschwindigkeiten und Eindringwege von Wasser in Gebäude. Sie sollen notwendige Vorsorgemaßnahmen zum Eigenschutz erkennbar machen und fördern (Schüttrumpf 2025, S. 8). Allerdings ist die Datenlage flächendeckender Starkregengefahren- bzw. risikokarten unvollständig. Zwar gibt es Starkregengefahrenkarten vom Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG), doch diese ersetzen nicht die detaillierteren kommunalen Starkregengefahrenkarten (SRGK). Die Zuständigkeit für Vorsorge, Bewältigung und Wiederaufbau im Starkregenrisikomanagement liegt grundsätzlich bei den Kommunen. Darüber hinaus können Hochwasser und Starkregen auch gleichzeitig auftreten und kumulative Effekte haben. Fachlich wird ein einheitlicher Standard gefordert, der Schutzgüter und vulnerable Infrastrukturen systematisch einbezieht (Birkmann 2022, S. 2; LAWA 2023a, S. 8).

Mit dem Arbeitsblatt DWA-A 118 (2024) wurde die Schutzbedürftigkeit unterschiedlicher Infrastrukturen systematisiert. In Neubaugebieten können Entwässerungsanlagen entsprechend angepasst werden (z. B. Verzicht auf Keller) (Siekmann 2025, S. 4). In Bestandsgebieten ist Klimaanpassung komplexer und erfolgt im Zuge baulicher Maßnahmen oder durch zusätzliche wassersensible Lösungen wie Muldenversickerung oder Rigolen (Siekmann 2025, S. 5, 12; Kaiser 2025, S. 2–3). Im Bestand ist es wichtig, die Menschen vor Ort aktiv mitzunehmen und durch Leuchtturmprojekte positive Impulse für die Entwicklung der Siedlungsstrukturen zu setzen. Die Einbindung der Bürger erfolgt dabei gezielt, unter anderem durch Förderanreize, die zur Mitgestaltung und Akzeptanz beitragen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025p, S. 3f., 7). Die Eigentümer müssen dabei auch selbst aktiv werden, handeln und Eigenverantwortung übernehmen (Siekmann 2025, S. 10).

Etablierte Speicherkonzepte (Rückhalte- und Überlaufbecken, Stauraumkanäle) können ein wichtiger Bestandteil für resiliente Siedlungsstrukturen im Umgang mit Starkregenereignissen sein (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025p, S. 3f.). Diese ergänzen bestehende technische Maßnahmen (Siekmann 2025, S. 3). Neben diesen klassischen Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung gewinnen integrierte Konzepte der wassersensiblen Stadtentwicklung an Bedeutung. Dazu zählen Versickerungsanlagen, Zisternen zur Speicherung von Niederschlägen, multifunktionale Flächennutzungen[21], Dachbegrünungen, natürliche Retentionsräume, Schwammstadtansätze, blau-grüne Infrastruktur und Notwasserwege, die Wasser gezielt über geeignete Flächen ableiten. Diese Ansätze können die Auswirkungen bis mittlerer SRI-Stufen deutlich mindern, aber ab SRI ≥ 6 greift dann zunehmend das kommunale Starkregenrisikomanagement, um Schäden zu verringern (EGLV 2022, S. 3; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025e, S. 6, 2025p, S. 3; Quirmbach 2025, S. 3–4).

[21] Multifunktionale Flächen sind städtische Räume mit einer regulären Hauptnutzung (z. B. Verkehr, Aufenthalt, Grün), die bei Starkregenereignissen temporär zur Rückhaltung, Überflutung, Ableitung oder Versickerung von Niederschlagswasser genutzt werden und damit eine wasserwirtschaftliche Zusatzfunktion übernehmen (DWA 2025).

Eine zentrale Rolle spielt die Begrenzung der Neuversiegelung und die Entsiegelung bestehender Flächen, da sie Versickerung fördern und Überflutungsrisiken mindern (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025p, S. 5). Auch ist es zielführend, die Abflüsse befestigter Flächen dezentral zu bewirtschaften, damit die unterirdische Entwässerungsinfrastruktur auch bei größeren Regenmengen aufnahmefähig bleibt (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025e, S. 6, 2025p, S. 3). Herausforderungen bestehen bei Regenwasserabkopplung, -nutzung und hygienischen Anforderungen (Henrichs 2025, S. 7; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025p, S. 6).

Während großräumiger Hochwasserschutz außerhalb von Siedlungen häufig planerisch berücksichtigt wird, bedürfen kleinräumige Ansätze der Starkregenvorsorge stärkerer Integration in die Siedlungsplanung, etwa durch die gezielte Qualifizierung von Freiflächen für schadlosen Abfluss (Birkmann 2022, S. 5).

3.5.3.2 Trockenheit, Hitze und Wasserverfügbarkeit

Neben Starkregen und Hochwasser wirken sich häufigere Trockenperioden und intensivere Hitzeereignisse zunehmend auf die Siedlungsstrukturen aus. Physikalisch benötigt der Phasenwechsel von Wasser zu Wasserdampf (Verdunstung) hohe Energiemengen (latente Wärme), wodurch viel Wärme abgeführt werden kann (Kühlungseffekt). Insbesondere in dicht bebauten urbanen Räumen mit hohen Versiegelungsgraden, fehlender Durchgrünung und geringen Verdunstungsflächen bleibt dieser Kühlungseffekt weitgehend aus. In der Folge kommt es zu einer deutlichen Überhitzung. Hitze wird damit zu einem zentralen stadtstrukturellen Risiko, das eng mit dem Wasserhaushalt verknüpft ist (Wiechmann 2025, S. 2–4; Henrichs 2025, S. 2–4; Nickel 2025, S. 1–2; Dickhaut 2025, S. 7–8; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025e, S. 16–17).

Trockenphasen beeinträchtigen zugleich die natürliche Wasserversorgung von Stadtgrün, Bäumen und Freiflächen. Sinkende Bodenfeuchte, begrenzte Versickerung und fehlende Speicherstrukturen erschweren eine ausreichende Versorgung der Vegetation. Dies schwächt nicht nur die ökologischen Funktionen, sondern reduziert auch die kühlende Wirkung von Grünflächen und verstärkt Hitzeeffekte im Stadtraum (Wiechmann 2025, S. 3–4; Henrichs 2025, S. 2–3; Nickel 2025, S. 1–2; Dickhaut 2025, S. 7–8; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025e, S. 16–17). Städtische Hitzeexposition wird durch den Wärmeinseleffekt, zusätzliche Belastungen wie Luftschadstoffe und Lärm sowie mangelnde Kühl- und Erholungsmöglichkeiten besonders für vulnerable Gruppen verstärkt, denn häufig haben sie weniger Ressourcen für eine Anpassung (Mertes et al. 2020, S. 35).

Darüber hinaus verschärfen Trockenperioden Nutzungskonkurrenzen um verfügbare Wasserressourcen. Wasser wird gleichzeitig für Trinkwasserversorgung, Bewässerung von Grün- und Freiflächen, landwirtschaftliche Nutzung sowie industrielle Prozesse benötigt. In Siedlungsräumen treten diese konkurrierenden Ansprüche besonders konzentriert auf und stellen bestehende Verteilungs-

und Priorisierungsmechanismen zunehmend in Frage (Wiechmann 2025, S. 3–5; Henrichs 2025, S. 2–4; Nickel 2025, S. 1–2; Siekmann 2025, S. 2–3; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025e, S. 15–16).

3.5.4 Zielkonflikte und strukturelle Hemmnisse

Die Anpassung von Siedlungsstrukturen an die Folgen des Klimawandels ist nicht nur eine fachliche oder technische Aufgabe, sondern in besonderem Maße von Zielkonflikten und strukturellen Hemmnissen geprägt. Diese ergeben sich aus konkurrierenden Flächennutzungen, bestehenden rechtlichen Rahmenbedingungen sowie begrenzten planerischen und administrativen Ressourcen. Sie bestimmen maßgeblich, in welchem Umfang und mit welcher Geschwindigkeit wassersensible Siedlungsentwicklung umgesetzt werden kann (Wiechmann 2025, S. 5–6; Henrichs 2025, S. 3f., 8; Nickel 2025, S. 2; Dickhaut 2025, S. 7–8; Siekmann 2025, S. 11–12; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025q, S. 2–3, 2025e, S. 7–8).

3.5.4.1 Flächenkonkurrenzen und Nachverdichtung

In vielen Städten und Gemeinden werden wasserbezogene Anpassungsmaßnahmen in einem strukturellen Spannungsverhältnis zu anderen gesellschaftlichen Zielen, insbesondere zur Schaffung von Wohnraum und zur Nachverdichtung bestehender Quartiere, gesehen. Durch den anhaltenden Wohnungsdruck werden verfügbare Flächen oft vorrangig für bauliche Nutzungen in Anspruch genommen, dadurch können Retentionsräume, unversiegelte Flächen und Grünstrukturen unter Druck geraten (Wiechmann 2025, S. 4–5; Henrichs 2025, S. 3–4; Nickel 2025, S. 2; Dickhaut 2025, S. 7–8; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025q, S. 2–3, 2025e, S. 10–11).

Nachverdichtung wird vielfach als zentrales Instrument einer flächensparenden Siedlungsentwicklung verstanden. Hierdurch können die ohnehin begrenzten Freiräume in Bestandsquartieren, die für Regenwasserrückhalt, Versickerung, Verdunstung und Kühlung benötigt würden, überplant werden. Insbesondere in dicht bebauten urbanen Räumen verschärft sich damit der Zielkonflikt zwischen Wohnraumbedarf, Klimaanpassung und Aufenthaltsqualität (Wiechmann 2025, S. 4; Henrichs 2025, S. 2–4; Nickel 2025, S. 2; Dickhaut 2025, S. 7–8; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025q, S. 2–3, 2025e, S. 16–17).

Diese Nutzungskonflikte treten nicht nur bei Neubau- und Entwicklungsprojekten auf, sondern vor allem im Bestand. Hier sind Flächen bereits weitgehend vergeben, Eigentumsverhältnisse komplex und Anpassungsspielräume begrenzt. Maßnahmen zur Entsiegelung oder Umgestaltung konkurrieren mit bestehenden Nutzungen von Verkehr, Parken, Gewerbe oder privatem Wohnen. Eine einfache Auflösung dieser Zielkonflikte ist in der Regel nicht möglich; in der Praxis sind transparente Abwägungen und priorisierte Schritte erforderlich, um tragfähige Lösungen zu entwickeln (Henrichs 2025, S. 2–4; Wiechmann 2025, S. 4–6; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025q, S. 2–3; Dickhaut 2025,

S. 7–8; Nickel 2025, S. 2; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025e, S. 7f., 10f.). Ziel ist es, die Nachverdichtung wassersensibel zu gestalten. Wichtig ist eine weitgehende Entkoppelung der Regenwasserbehandlung von den Abwasserkanälen durch technische Lösungen, die zu Rückhalt, Speicherung, Verdunstung und Versickerung führen. Hierbei können die Wasserverbände mit ihren fachlichen Kompetenzen eine zentrale Hilfestellung geben.

3.5.4.2 Rechtliche, administrative und finanzielle Hemmnisse

Neben den Flächenkonkurrenzen erschweren rechtliche und institutionelle Rahmenbedingungen die Umsetzung wassersensibler Siedlungsentwicklung. Zwar bestehen zahlreiche fachliche Empfehlungen, Leitfäden und Modellprojekte, in der Praxis werden jedoch klare Orientierungen, abgestimmte Verfahren benötigt und ggf. verbindliche Vorgaben, um wasserbezogene Belange systematisch in der Siedlungsplanung zu berücksichtigen (Henrichs 2025, S. 3–4; Wiechmann 2025, S. 5–6; Dickhaut 2025, S. 7–8; Siekmann 2025, S. 11–12; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025e, S. 10–11).

Die derzeitige Förderlandschaft bietet mit Förderquoten von bis zu 90 Prozent für öffentliche und private Träger finanzielle Anreize, doch zeigt die Erfahrung, dass eine hohe Förderquote allein nicht automatisch zu einer erhöhten Umsetzungsbereitschaft oder einer tatsächlichen Umsetzung führt. Die bestehenden Förderstrukturen sind vielfach projektbezogen, kurzfristig angelegt und auf einzelne Maßnahmen ausgerichtet. Integrierte, langfristige Ansätze zur klimaangepassten Umgestaltung ganzer Quartiere oder Siedlungsräume lassen sich unter diesen Bedingungen nur schwer realisieren. Die räumliche Bündelung in sogenannten KRIS-Betrachtungsräumen verfolgt zwar das Ziel, Synergien und sichtbare Ergebnisse zu erzielen, doch gelingt es bislang nur schwer, Akteure für Investitionen systematisch zu gewinnen. Zudem sind Förderverfahren häufig komplex und mit erheblichem administrativem Aufwand verbunden, was insbesondere kleinere und finanzschwächere Kommunen vor Herausforderungen stellt (Henrichs 2025, S. 3f., 8; Wiechmann 2025, S. 5–6; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025q, S. 2f., 6f.; Dickhaut 2025, S. 7–8; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025e, S. 7–8). Für eine nachhaltige und erfolgreiche Implementierung ist daher eine stärkere Verknüpfung von Instandsetzung und Modernisierung mit wassersensiblen Maßnahmen im Gesamtbestand erforderlich, sodass die Förderung als Standardvorgehen etabliert und langfristig optimiert werden kann (Kaiser 2025, S. 10).

Ein weiteres zentrales Hemmnis ist der zunehmende Mangel an personellen und fachlichen Ressourcen in den Kommunen. Stadtplanungsamt, Bauplanungsamt oder Amt für Stadtentwicklung, Wasserwirtschaftsverwaltung, Grünflächenämter und Umweltverwaltungen stehen unter erheblichem Arbeitsdruck. Zusätzliche Anforderungen durch Klimaanpassungsmaßgaben, Fördermittelmanagement sowie Beteiligungsverfahren treffen auf begrenzte Kapazitäten und erschweren eine vorausschauende, integrierte Planung, sodass praxisnahe Unterstützung, standardisierte Abläufe und schlanke Verfahren besonders wirksam sein können (Henrichs 2025, 3-4,8; Wiechmann 2025,

S. 5–6; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025q, S. 2–3; Siekmann 2025, S. 11–12; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025e, S. 7–9). Um den Herausforderungen der wassersensiblen Stadtplanung und den komplexen Verwaltungsstrukturen wirksam zu begegnen, empfiehlt sich die Einführung der sogenannten Planungsphase 0. Dieses Konzept sieht vor, bereits vor Beginn der eigentlichen Planung alle beteiligten Institutionen frühzeitig einzubinden, wie es auch die Forschung nahelegt. Durch einen offenen Austausch auf Augenhöhe, etwa in Form von Runden Tischen und Workshops, können gemeinsame Ziele definiert und die Zusammenarbeit gestärkt werden. Gerade angesichts des zunehmenden Fachkräftemangels und des damit verbundenen Termindrucks bieten solche Formate die Möglichkeit, effizient und lösungsorientiert zu arbeiten. Dabei ist es wichtig, klare Regeln und Erwartungen festzulegen sowie eine externe Moderation einzusetzen, um den Prozess strukturiert und zielführend zu gestalten. Die Planungsphase 0 schafft somit die Grundlage für erfolgreiche und nachhaltige Projekte im Bereich der wassersensiblen Stadtentwicklung (Henrichs 2025, S. 4; Siekmann 2025, S. 5f.).

Freiwillige Ansätze haben vielerorts wichtige Impulse gesetzt. Damit diese Maßnahmen breiter wirksam werden, benötigen sie eine rechtliche Verbindlichkeit, vereinfachte Verfahren und auskömmliche kommunale Kapazitäten für die Umsetzung. So werden aus Einzelprojekten schrittweise integrierte Vorgehensweisen (Henrichs 2025, S. 3–4; Wiechmann 2025, S. 5–6; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025q, S. 2f., 6f.; Dickhaut 2025, S. 7–8; Siekmann 2025, S. 11–12; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025e, S. 7–9).

3.5.5 Handlungsansätze für klimaresiliente Siedlungsstrukturen

Die vorangegangenen Ausführungen haben verdeutlicht, dass die Entwicklung klimaresilienter Siedlungsstrukturen durch ein abgestimmtes Zusammenspiel von Leitbildern, planerischen Instrumenten und Kooperationen unterstützt werden kann. Ziel ist es, Siedlungsentwicklung langfristig wasserbewusst und klimaangepasst auszurichten und dabei vorhandene kommunale und regionale Strukturen zu nutzen und weiterzuentwickeln (Wiechmann 2025, S. 4–6; Henrichs 2025, 2-4,8; Siekmann 2025, S. 11–12; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025e, S. 11–13).

3.5.5.1 Leitbild: Wassersensible und klimaangepasste Siedlungsentwicklung

Dieses Leitbild erfordert eine stärkere Ausrichtung auf integrierte Konzepte der Regenwasserbewirtschaftung. Wasser wird dabei nicht primär als Risiko oder Entsorgungsproblem verstanden, sondern als gestaltendes und bereicherndes Element des Stadtraums und als Ressource, die gezielt zurückgehalten, genutzt, und möglichst in den natürlichen Wasserkreislauf eingebettet wird. Blaugrüne Infrastruktur kann dazu beitragen, technische Entwässerung, Grünstrukturen und städtebauliche Gestaltung zu verzahnen. Regenwasser soll möglichst vor Ort zurückgehalten oder genutzt werden, um gleichzeitig Aufenthaltsqualität und ökologische Funktionen zu stärken (Wiechmann

2025, S. 3–4; Henrichs 2025, S. 2–4; Siekmann 2025, S. 2–3; Dickhaut 2025, S. 7–8; Nickel 2025, S. 2; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025e, S. 11–12).

Die Umsetzung benötigt einen Perspektivwechsel in der Planung: Weg von einer einseitig auf Ableitung ausgerichteten Entwässerungslogik, hin zu einem integrierten Umgang mit Niederschlagswasser. Blau-grüne Infrastruktur verbindet technische Entwässerung, Grünstrukturen und stadträumliche Gestaltung funktional miteinander. Ziel ist es, Regenwasser möglichst dort zurückzuhalten, zu versickern oder zu verdunsten, wo es anfällt, und zugleich Aufenthaltsqualität, Kühlung und ökologische Funktionen zu verbessern. Multifunktionale Flächen – etwa Straßenräume, Plätze, Grün- und Freiflächen – übernehmen dabei gleichzeitig Funktionen der Wasserbewirtschaftung, Klimaanpassung und Stadtgestaltung (Henrichs 2025, S. 2–4; Siekmann 2025, S. 2–3; Dickhaut 2025, S. 7–8; Nickel 2025, S. 2; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025e, S. 12f., 16f.; Wiechmann 2025, S. 2–3).

Im Neubau kann dies frühzeitig berücksichtigt werden, indem planerische Anforderungen unmittelbar integriert werden. Demgegenüber steht der Bestand, bei dem sich insbesondere Maßnahmen anbieten, die ohnehin bei anstehenden Sanierungs- und Umbauschritten anknüpfen können und somit Synergien schaffen. Dabei bedarf es einer guten Verwaltungsabsprache. So können wasserbezogene Aspekte dann schrittweise zu einem orientierenden Bestandteil der kommunalen Planung werden (Wiechmann 2025, S. 2–6; Henrichs 2025, S. 2-4, 8; Dickhaut 2025, S. 7–8; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025q, S. 2–3, 2025e, S. 11–13).

3.5.5.2 Planerische Instrumente und Verbindlichkeit

Damit diese Ansätze breiter wirksam werden, sollten bestehende planerische Instrumente gezielt genutzt und weiterentwickelt werden. Neben der Bauleitplanung bieten auch städtebauliche Verträge, kommunale Satzungen sowie regionale Abstimmungsprozesse Ansatzpunkte für eine frühzeitige Einbindung wasserbezogener Aspekte (Wiechmann 2025, S. 4–6; Henrichs 2025, S. 3–4; Siekmann 2025, S. 11–12; Dickhaut 2025, S. 7–8; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025e, S. 10–11, 2025q, S. 2–3).

Wasserbezogene Belange sollten frühzeitig und systematisch in Planungsprozesse eingebunden werden, um Retentionsräume, Freiflächen und dezentrale Regenwasserbewirtschaftung von Beginn an mitzudenken. Städtebauliche Verträge, kommunale Satzungen und landesrechtliche Vorgaben bieten hierfür konkrete Ansatzpunkte. Die Entwässerung als kommunale Aufgabe wird regelmäßig über die Niederschlagswassergebühr finanziert. Gebührenpflichtig sind alle Grundstücke, die nach der Kommunalabgabenordnung (KAG) und den örtlichen Satzungen in die Gebührenerhebung einbezogen werden (Siekmann 2025, S. 11–12; Henrichs 2025, S. 3–4; Wiechmann 2025, S. 5–6; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025e, S. 10–11, 2025q, S. 2–3; Kaiser 2025, S. 2; Nickel 2025, S. 1).

Die bisherigen Erfahrungen zeigen, dass freiwillige Instrumente in vielen Kommunen wertvolle Impulse gesetzt haben. Ergänzend dazu erscheint eine stärkere planerische Berücksichtigung von Klimaanpassungsaspekten als hilfreich, um sicherzustellen, dass Maßnahmen im Rahmen der kommunalen Zuständigkeit langfristig verlässlich umgesetzt werden. Klarere Orientierungsrahmen, eindeutige Zuständigkeiten sowie eine engere Verzahnung von Raumplanung und Wasserwirtschaft können dazu beitragen, Planungs- und Umsetzungsprozesse nachhaltig zu unterstützen. Ebenso trägt eine abgestimmte Zusammenarbeit zwischen benachbarten Kommunen und den regional zuständigen Wasserverbänden dazu bei, wasserbezogene Herausforderungen entlang von Einzugsgebieten kohärenter zu bearbeiten, ohne dabei in bestehende Planungshoheiten einzugreifen (Siekmann 2025, S. 11–12; Henrichs 2025, S. 3f., 8; Wiechmann 2025, S. 2f., 5f.; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025q, S. 1–3, 2025e, S. 10f., 18-20; Kaiser 2025, S. 2; Dickhaut 2025, S. 7–8).

3.5.5.3 Rolle der Wasserverbände und interkommunale Kooperation

Nordrhein-Westfalen verfügt mit seinen Wasserverbänden über eine leistungsfähige Struktur, die für die Umsetzung klimaresilienter Siedlungsentwicklung genutzt werden sollte. Wasserverbände bringen fachliche Expertise, regionale Steuerungskompetenz und praktische Umsetzungserfahrung in der Bewirtschaftung von Gewässern und Einzugsgebieten ein und können damit eine integrierte, raumübergreifende Siedlungsentwicklung unterstützen (Siekmann 2025, S. 2–3; Henrichs 2025, S. 3–4; Wiechmann 2025, S. 5–6; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025q, S. 1–2, 2025e, S. 9–10).

Wasserverbände allein können die Herausforderungen der Klimawandelanpassung jedoch nicht umfassend lösen, da die Umsetzung entsprechender Maßnahmen in erster Linie auf kommunaler Ebene erfolgen muss. Die Rolle der sondergesetzlichen Wasserverbände liegt vielmehr in der unterstützenden Beratung, während die Verantwortung und Wirksamkeit maßgeblich bei den lokalen Akteuren liegen. Eine Verlagerung der Kompetenzen führt nicht zu einer Lösung (Henrichs 2025, S. 3–4; Wiechmann 2025, S. 5–6; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025q, S. 1–2, 2025e, S. 9–12; Siekmann 2025, S. 2–3, 9).

Die Stellungnahmen verdeutlichen, dass der Klimawandel in Siedlungsräumen erhebliche Anpassungsbedarfe erzeugt, zugleich aber die Chance eröffnet, Städte und Gemeinden langfristig klimaresilienter und lebenswerter zu gestalten. Voraussetzung hierfür sind ein konsequenter politischer Umsetzungswille, eine verlässliche finanzielle Ausstattung sowie eine enge Zusammenarbeit von Kommunen, Wasserwirtschaft, Landesplanung und weiteren Akteuren.

3.6 Gesundheit

3.6.1 Einordnung und Bedeutung des Themenfeldes Gesundheit im Kontext von Wasser und Klimakrise

Die Gesundheit von Menschen, Tieren, Pflanzen und ihrer Umwelt – inklusive der Ökosysteme und des Klimas – stehen in enger Wechselwirkung. Wasser kommt dabei eine herausragende Bedeutung zu, da es sowohl als lebensnotwendige Ressource für den menschlichen Organismus als auch als zentrale Grundlage für Hygiene, Ernährung, medizinische Versorgung und gesellschaftliche Teilhabe fungiert, als auch enorme Auswirkungen auf das globale Klima hat. Veränderungen der Wasserverfügbarkeit, der Wasserqualität und der wasserwirtschaftlichen Infrastruktur wirken sich daher unmittelbar und mittelbar auf die Gesundheit der Bevölkerung aus. Im Kontext des Klimawandel intensivieren sich diese Zusammenhänge und gewinnen für die öffentliche Daseinsvorsorge erheblich an Relevanz (Moebus 2025, S. 5; Exner 2025, S. 14f.).

Die gesundheitlichen Auswirkungen des Klimawandels entstehen dabei nicht isoliert, sondern können komplexe Wechselwirkungen entfalten. Neben direkten Effekten wie Hitzebelastung oder Extremwetterereignissen spielen insbesondere indirekte Effekte eine zentrale Rolle. Diese betreffen unter anderem die Trinkwasser- und Abwasserinfrastruktur, hygienische Standards, ökologische Systeme, Auswirkungen auf die mentale Gesundheit sowie soziale und räumliche Verwundbarkeiten.

Die in den fachlichen Stellungnahmen vertretene Perspektive betont Gesundheit ausdrücklich als Querschnittsthema. Gesundheitliche Risiken seien weniger als singuläre medizinische Probleme zu verstehen, sondern vielmehr als Ergebnis struktureller, sozialer und ökologischer Rahmenbedingungen. Der Klimawandel wirke dabei als Verstärker bereits bestehender Belastungen und Ungleichheiten. Aus dieser Sicht ist Gesundheitspolitik im Kontext von Wasser und Klimawandel nicht allein Aufgabe des Gesundheitssektors, sondern erfordert ein koordiniertes Zusammenwirken von Wasserwirtschaft, Stadt- und Raumplanung, Umweltpolitik, Sozialpolitik, Bevölkerungs- und Katastrophenschutz (Moebus 2025, S. 3f.).

Vor diesem Hintergrund gewinnt der One-Health-Ansatz zunehmend an Bedeutung. Dieser Ansatz versteht Gesundheit als Ergebnis eines Zusammenspiels von menschlicher Gesundheit, Tiergesundheit und die Gesundheit von Umwelt- und Ökosystemen. Sie sind untrennbar miteinander verbunden und müssten deshalb gemeinsam, interdisziplinär und ressortübergreifend geschützt werden (One Health Platform o.J.). Ziel ist es dabei, Gesundheitsrisiken frühzeitig zu erkennen und durch eine sektorübergreifende Zusammenarbeit von Humanmedizin, Veterinärmedizin und Umweltwissenschaften (u.a. Wasserwirtschaft) zu reduzieren. Das Konzept geht davon aus, dass viele gesundheitliche Risiken an den Schnittstellen zwischen Umwelt, Tierhaltung und menschlichen Lebensbedingungen entstehen. Entsprechend setzt der One-Health-Ansatz auf eine interdiszipli-

näre Zusammenarbeit verschiedener Fachbereiche, um Krankheitsrisiken – etwa durch Zoonosen oder Antibiotikaresistenzen – gemeinsam zu verhindern. Vor diesem Hintergrund fordert der One-Health-Ansatz eine stärkere Integration von Umwelt-, Wasser- und Gesundheitspolitik (Deutsche Allianz Klimawandel und Gesundheit; Winkler et al. 2025; BUKO Pharma-Kampagne 2015; Stiftung Umwelt und Entwicklung NRW 2013, S. 14).

Für die Wasserpolitik bedeutet dies insbesondere eine engere Verknüpfung von Wasserressourcenmanagement, Umweltüberwachung und öffentlicher Gesundheitsvorsorge. Eine solche integrierte Perspektive kann dazu beitragen, gesundheitliche Risiken frühzeitig zu erkennen, Präventionsstrategien zu stärken und die Resilienz von Gesellschaften gegenüber den gesundheitlichen Folgen des Klimawandel zu erhöhen (Stiftung Umwelt und Entwicklung NRW 2013).

Diese Perspektive liegt auch dem Health-in-All-Policies-Ansatz zugrunde: Gesundheit soll systematisch in allen Politikfeldern mitgedacht werden, sodass alle Ressorts ihre Entscheidungen, Zuständigkeiten und Präventionsmaßnahmen von Beginn an so abstimmen, dass sie gemeinsam zur Stärkung von Gesundheit und Krisenresilienz beitragen. Konsequent umgesetzt, bedeutet dies, Gesundheitsaspekte in politischen Entscheidungsprozessen ressortübergreifend zu mitzudenken, um sektorübergreifende Lösungen entwickeln zu können (Winkler et al. 2025, S. 541; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025a, S. 52).

Für Nordrhein-Westfalen ergibt sich eine besondere Relevanz aus der Kombination von hoher Bevölkerungsdichte, ausgeprägter Urbanisierung, industrieller Prägung sowie der Abhängigkeit von komplexen Wasserinfrastrukturen. Gesundheitliche Folgen klimabedingter Veränderungen des Wasserhaushalts stellen damit eine zentrale Herausforderung für die langfristige Sicherung gleichwertiger Lebensverhältnisse dar (Exner 2025, S. 5f.).

3.6.2 Ausgangslage der gesundheitlichen Versorgung und wasserbezogener Gesundheitsrisiken in Nordrhein-Westfalen

Nordrhein-Westfalen verfügt über ein leistungsfähiges, differenziertes Gesundheitssystem, das sich aus stationären und ambulanten Versorgungsstrukturen, Pflegeeinrichtungen, Rettungsdiensten sowie dem öffentlichen Gesundheitsdienst zusammensetzt. Diese Strukturen sind in hohem Maße auf eine kontinuierliche und qualitativ hochwertige Trinkwasserversorgung sowie auf funktionierende Abwasser- und Entsorgungssysteme angewiesen. Wasser ist damit eine unverzichtbare Voraussetzung für die Aufrechterhaltung der medizinischen Versorgung und für den Schutz der öffentlichen Gesundheit (Exner 2025, S. 14f.).

Aus Sicht der Wasserhygiene wird der Trinkwasserqualität in Nordrhein-Westfalen derzeit ein sehr hohes Niveau attestiert. Die gesetzlichen Anforderungen der Trinkwasserverordnung werden über-

wiegend eingehalten, Grenzwertüberschreitungen treten nur vereinzelt auf (LANUK 2025a; UBA 2025c, S. 1). Klimabedingte Veränderungen des Wasserhaushalts können die Vulnerabilität der Rohwasserressourcen und der leitungsgebundenen Wasserversorgung erhöhen und verändern die Anforderungen an Überwachung, Aufbereitung und Vorsorge (Moebus 2025, S. 5f.).

Neben der direkten Trinkwassernutzung bestehen vielfältige weitere wasserbezogene Gesundheitsrisiken. Diese betreffen unter anderem Badegewässer, urbane Wasserflächen (bspw. Mückenprobleme), Kühlwassersysteme, Trinkwasserinstallationen in Gebäuden (bspw. Legionellen) sowie den Kontakt mit kontaminiertem Wasser infolge von Starkregen- und Hochwasserereignissen (bspw. Krankheitserreger) (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025k, S. 3f., 9, 12). Diese Risiken sind räumlich ungleich verteilt und betreffen insbesondere dicht besiedelte urbane Räume sowie hochwassergefährdete Regionen. In den Stellungnahmen wird hervorgehoben, dass gesundheitliche Risiken häufig dort kumulieren, wo infrastrukturelle Defizite, soziale Benachteiligung und klimatische Belastungen zusammenkommen (Moebus 2025, S. 4; Exner 2025, S. 11).

3.6.3 Klimakrise als Verstärker gesundheitlicher Risiken

Die Klimakrise wirkt als Verstärker gesundheitlicher Risiken. Deshalb behandelt dieser Abschnitt zunächst den Zusammenhang zwischen Hitze, Wasserverfügbarkeit und gesundheitlichen Belastungen. Daraufhin folgt eine Einordung gesundheitlicher Folgen durch Starkregen und Hochwasser.

3.6.3.1 Hitze, Wasserverfügbarkeit und gesundheitliche Belastungen

Zunehmende Hitzeperioden zählen zu den gravierendsten klimabedingten Gesundheitsrisiken. Nach Analysen des Robert-Koch-Instituts ist starke Hitzebelastung in Deutschland regelmäßig mit einer erhöhten Mortalität und Morbidität assoziiert, insbesondere bei älteren Menschen, Vorerkrankten, Schwangeren, Säuglingen und Kleinkindern, Menschen, die im Freien schwer arbeiten oder intensiv Sport treiben, Menschen mit körperlichen und geistigen Beeinträchtigungen, sozial schlechter gestellten Personen und Obdachlosen (Winklmayer et al. 2023, S. 8f., 14). Ergänzend weisen internationale Studien darauf hin, dass Hitzeereignisse in urbanen Räumen mit hoher Bebauungsdichte und geringer Durchgrünung erhebliche gesundheitliche Folgen nach sich ziehen (Moebus 2025, S. 4f., 10, 13).

Ergänzend zeigen epidemiologische Studien, dass Hitzebelastung nicht nur akute Effekte verursacht, sondern auch zu einer Verschärfung von Herz-Kreislauf-, Atemwegs- und Nierenerkrankungen führen kann. Langfristig können wiederholte Hitzeexpositionen, insbesondere wenn diese langanhaltend sind, die Vulnerabilität ganzer Bevölkerungsgruppen erhöhen (Hajat und Kosatky 2010; Gasparrini et al. 2015). Unter Vulnerabilität wird dabei die Anfälligkeit von Individuen, Bevölkerungsgruppen, Institutionen und Räumen gegenüber gesundheitlichen Belastungen verstanden, die sich

aus der Exposition gegenüber klimabedingten Veränderungen, der Sensitivität gegenüber diesen Veränderungen sowie der Fähigkeit zur Anpassung und Bewältigung ergeben (UBA 2017a, S. 8ff.).

Wasser spielt in diesem Zusammenhang eine doppelte Rolle. Einerseits ist eine ausreichende Trinkwasseraufnahme eine grundlegende Voraussetzung für die Thermoregulation des menschlichen Körpers. Andererseits tragen Wasserflächen, Vegetation und blau-grüne Infrastrukturen wesentlich zur lokalen Abkühlung und zur Minderung des urbanen Hitzeinseleffekts bei. Studien zur gesundheitswirksamen Stadtgestaltung zeigen, dass wassersensible Stadtentwicklung einen messbaren Beitrag zur Reduktion hitzebedingter Gesundheitsbelastungen leisten kann (Winklmayer et al. 2023, S. 18f.; WHO 2022, S. 7; UBA 2022a).

Durch die Klimakrise verändern sich Lebensräume sowie saisonale Aktivitäts- und Entwicklungsbedingungen für Organismen, die Infektionskrankheiten übertragen können, sogenannte Vektoren. Extremwetter- und Überflutungslagen können Infektionsrisiken beeinflussen; mückenassoziierte Infektionen sind als Teil von Risikokaskaden mitzudenken (Butsch et al. 2023). Zudem sollten wasserwirtschaftliche und stadtplanerische Maßnahmen der blau-grünen Infrastruktur oder dem sogenannten „Schwammstadtkonzept“ (z.B. Retentionsflächen/stehende Gewässer) mit dem öffentlichen Gesundheitsdienst abgestimmt werden, um Vektorbrutplätze zu minimieren und Präventionsmaßnahmen zu steuern. Gleichzeitig wird betont, dass die erwartete Entwicklung vektorassoziierter Erkrankungen regional stark variiert und Maßnahmen vor allem auf Überwachung, zielgerichtete Information sowie persönliche Schutzmaßnahmen fokussieren sollten (Moebus 2025, S. 7f.). Für wasserbürtige Infektionen wird eine Zunahme der Vermehrungsrate von Erregern durch steigende Wassertemperaturen beschrieben; Überflutungen können wasserbürtige Keime verbreiten (Moebus 2025, S. 3, 6). Für sensible Bereiche (z.B. Kliniken) werden Wasser- und Abwasserhygiene, klare Zuständigkeiten und der strukturierte Austausch mit Wasserversorgern als Bestandteil von Versorgungs- und Hygieneplänen hervorgehoben. Darüber hinaus wurde in der Anhörung zudem auf Legionellen als klimarelevantes Risiko hingewiesen: Erhöhte Temperaturen in Rohrinfrastruktur zwischen 25 und 50 Grad können das Wachstum von Krankheitserregern (bspw. Legionellen) begünstigen und somit die Wahrscheinlichkeit für Ausbruchsereignisse steigern. Deshalb wird empfohlen, dass die Überwachung und Aufarbeitung von solchen Störfällen diagnostisch, organisatorisch sowie präventiv stärker berücksichtigt werden (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025k, S. 14).

3.6.3.2 Starkregen, Hochwasser und gesundheitliche Folgen

Starkregenereignisse und Hochwasser führen zu akuten Gesundheitsgefahren durch Verletzungen, Ertrinken, Infektionen und hygienische Belastungen. Darüber hinaus zeigen Auswertungen nach Extremereignissen, dass auch mittel- und langfristige gesundheitliche Folgen von hoher Relevanz sind. Neben somatischen Erkrankungen treten häufig psychische Belastungen wie Angststörungen,

Depressionen und posttraumatische Belastungssymptome auf (Moebus 2025, S. 1ff.; WHO 2017, S. 69).

Für Nordrhein-Westfalen verdeutlichen insbesondere die Erfahrungen der Flutereignisse 2021, dass gesundheitliche Risiken eng mit infrastrukturellen Schäden, der Vulnerabilität von Gruppen und der Dauer der Wiederherstellung verbunden sind (Exner 2025, S. 15f.; Butsch et al. 2023, S. 41ff.).

3.6.3.3 Wasserqualität, Krankheitserreger und chemische Belastungen

Veränderte Abflussregime, steigende Temperaturen und längere Standzeiten wirken sich auch auf die mikrobiologische und chemische Beschaffenheit von Wasser aus. Nationale und internationale Fachbehörden weisen darauf hin, dass höhere Wassertemperaturen das Wachstum bestimmter Mikroorganismen begünstigen und die Stabilität hygienischer Barrieren herausfordern können (Ma et al. 2022, S. 259ff.).

Darüber hinaus rücken chemische Belastungen wie Arzneimittelrückstände, PFAS und weitere persistente Stoffe stärker in den Fokus der Gesundheitsbewertung. Auch wenn akute gesundheitliche Wirkungen selten sind, wird in der Literatur auf mögliche langfristige Effekte und kumulative Belastungen hingewiesen, was den präventiven Schutz von Gewässern auch gesundheitspolitisch bedeutsam macht (UBA 2025a; European Environment Agency 2024a; Moebus 2025, S. 7).

3.6.3.4 Vulnerabilität und soziale Ungleichheit

Die Analyse der Vulnerabilität bildet einen zentralen Bestandteil der Bewertung gesundheitlicher Risiken der Klimakrise im Kontext von Wasser. Nationale und internationale Studien zeigen übereinstimmend, dass gesundheitliche Risiken im Zusammenhang mit Wasser und Klimakrise nicht zufällig verteilt sind, sondern systematisch mit sozialen, räumlichen und institutionellen Faktoren zusammenhängen (Moebus 2025, S. 4; WHO 2021, S. 12).

Aus Sicht der Fachwelt hat die soziale Lage einen entscheidenden Einfluss auf das Ausmaß gesundheitlicher Belastungen. Personen mit niedrigem Einkommen, geringer Bildung oder unsicheren Wohnverhältnissen sind häufiger Umweltbelastungen ausgesetzt und verfügen zugleich über geringere Ressourcen zur Anpassung. Dies zeigt sich insbesondere bei Hitzeperioden, eingeschränkter Wasserverfügbarkeit und bei Extremereignissen wie Starkregen oder Hochwasser. Studien zur Umweltgerechtigkeit belegen, dass sozial benachteiligte Bevölkerungsgruppen überproportional in dicht bebauten Quartieren mit hoher Versiegelung, geringer Durchgrünung und eingeschränktem Zugang zu Wasser- und Erholungsflächen leben. Diese strukturellen Bedingungen verstärken die gesundheitlichen Effekte klimatischer Belastungen erheblich (Moebus 2025, S. 4; Landtag Nord-

rhein-Westfalen 2025k, S. 5, 16; Tong et al. 2021; Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung und RKI 2024, S. 10-13, 18-21; UBA 2022a, S. 11-15, 23-27, 30-33; Exner 2025, S. 9f.).

Aufgrund sozioökonomischer Faktoren sind hitze- und wasserbezogene Belastungen kontextabhängig. Diese unterschiedlichen Gegebenheiten treffen bei älteren Menschen, Kindern, Schwangeren sowie Personen mit chronischen Erkrankungen oder Behinderungen zusätzlich auf eine erhöhte Sensitivität gegenüber diesen Belastungen. Epidemiologische Auswertungen zeigen, dass insbesondere ältere Menschen ein deutlich erhöhtes Risiko für hitzebedingte Morbidität und Mortalität tragen. Viele ältere Menschen sind häufig auf institutionelle Versorgung, pflegerische Unterstützung oder betreute Wohnformen angewiesen, wodurch ihre Abhängigkeit von funktionierenden Wasser-, Energie- und Gesundheitsinfrastrukturen steigt (Winklmayer et al. 2023, S. 16ff.; Exner 2025, S. 9f.).

Institutionelle Kontexte stellen einen weiteren zentralen Vulnerabilitätsfaktor dar. Einrichtungen wie Krankenhäuser, Pflegeheime für kranke, alte oder behinderte Menschen, Einrichtungen der Eingliederungshilfe, des Maßregelvollzugs oder der Wohnungslosenhilfe konzentrieren besonders vulnerable Personengruppen. Gleichzeitig sind diese Einrichtungen in hohem Maße auf stabile technische und organisatorische Rahmenbedingungen angewiesen. Empirische Auswertungen nach Extremereignissen zeigen, dass bereits kurzfristige Beeinträchtigungen und Ausfälle der Trinkwasserversorgung, der Abwasserentsorgung oder der Energieversorgung in solchen Einrichtungen zu erheblichen gesundheitlichen Risiken führen können. Die Abhängigkeit von kontinuierlicher Hygiene, medizinischer Versorgung und Kühlung macht institutionelle Einrichtungen besonders anfällig für klimabedingte Störungen (Winklmayer et al. 2023, S. 11f.). Die Klimaveränderungen wirken als Systemstressoren. In Nordrhein-Westfalen können robuste, bereits bewährte wasserwirtschaftliche und hygienische Strukturen über technische Modernisierungen (z. B. Membran-/Ultrafiltration, Redundanzen) gezielt ertüchtigt werden, um Risiken frühzeitig zu erkennen, zu begrenzen und zu managen (Exner 2025, S. 6f., 14ff.; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025k, S. 3ff., 9f.).

Auch räumliche Faktoren prägen die Vulnerabilität maßgeblich. In Nordrhein-Westfalen zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen urbanen und ländlichen Räumen sowie zwischen unterschiedlichen Siedlungstypen. Urbane Hitzeinseln mit hoher baulicher Dichte und geringer Durchlüftung sind besonders stark von Hitzebelastungen betroffen. Gleichzeitig kumulieren hier häufig soziale Benachteiligung, hohe Bevölkerungsdichte und eine hohe Abhängigkeit von öffentlicher Infrastruktur. In hochwassergefährdeten Fluss- und Tallagen stehen demgegenüber akute Gefahren durch Überflutungen sowie langfristige psychosoziale Belastungen im Vordergrund. Ländliche Räume weisen wiederum spezifische Verwundbarkeiten auf, etwa durch größere Entfernungen zur medizinischen Versorgung, geringere personelle Ausstattung des öffentlichen Gesundheitsdienstes und längere Wiederherstellungszeiten nach Extremereignissen (Exner 2025, S. 11ff., 15f.; Moebus 2025, S. 3ff.; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025k, S. 12f.).

Ein weiterer Aspekt der Vulnerabilität betrifft die institutionelle und organisatorische Anpassungsfähigkeit. Studien zeigen, dass Regionen und Kommunen mit klaren Zuständigkeiten, etablierten Kooperationsstrukturen und ausreichenden Ressourcen gesundheitliche Folgen der Klimakrise deutlich besser bewältigen können als solche mit fragmentierten Verantwortlichkeiten. Insbesondere die Schnittstellen zwischen Wasserwirtschaft, Gesundheitswesen, Katastrophenschutz und Sozialdiensten erweisen sich als entscheidend für die Wirksamkeit präventiver und reaktiver Maßnahmen. Fehlende Abstimmung oder unklare Zuständigkeiten erhöhen das Risiko, dass gesundheitliche Belastungen eskalieren oder vulnerable Gruppen nicht erreicht werden (WHO 2021, S. 61f.; European Environment Agency 2024b, 95ff.).

Psychosoziale Aspekte stellen eine weitere Dimension der Vulnerabilität dar. Extremereignisse wie Hochwasser oder längere Hitzeperioden können erhebliche psychische Belastungen verursachen, die sich in Angststörungen, Depressionen oder posttraumatischen Belastungssymptomen äußern. Langfristige Studien zeigen, dass diese Effekte insbesondere dann auftreten, wenn Ereignisse mit Verlusten von Wohnraum, sozialer Sicherheit oder Lebensgrundlagen verbunden sind. Auch hier sind sozial benachteiligte Gruppen überproportional betroffen, da sie häufig über geringere soziale und finanzielle Ressourcen zur Bewältigung verfügen (WHO 2017, S. 7ff., 18ff.; Moebus 2025, S. 1f.).

Aus der Zusammenschau dieser Befunde ergibt sich, dass Vulnerabilität nicht als statische Eigenschaft einzelner Gruppen verstanden werden kann, sondern als dynamisches Ergebnis sozialer, räumlicher und institutioneller Rahmenbedingungen. Klimabedingte Veränderungen des Wasserhaushalts wirken dabei als Verstärker bestehender Ungleichheiten. Ohne gezielte Berücksichtigung vulnerabler Gruppen besteht die Gefahr, dass Anpassungsmaßnahmen ungleich wirken oder bestehende Disparitäten weiter vertiefen. Die Auswertung internationaler Erfahrungen zeigt zugleich, dass gezielte sozialräumliche und institutionelle Strategien geeignet sind, gesundheitliche Risiken deutlich zu reduzieren. Voraussetzung hierfür ist jedoch, dass Vulnerabilität systematisch analysiert und als zentrales Kriterium in Planungs- und Entscheidungsprozesse integriert wird (WHO 2021, S. 5ff., 18ff., 34ff; European Environment Agency 2024b, S. 27ff., 46ff.).

3.6.4 Handlungsansätze und Anpassungsoptionen

Die Auswertung der vorliegenden Sachverständigenstellungnahmen sowie ergänzender nationaler und internationaler Fachliteratur zeigt, dass gesundheitlicher Schutz im Kontext von Wasser und Klimawandel nur dann wirksam erreicht werden kann, wenn Prävention, Vorsorge und Anpassung systematisch miteinander verknüpft werden. Dabei wird übereinstimmend deutlich, dass sich gesundheitliche Risiken nicht allein aus einzelnen Extremereignissen ergeben, sondern aus der langfristigen Veränderung von Umweltbedingungen, Infrastrukturen und sozialen Rahmenbedingungen.

Aus gesundheitswissenschaftlicher Perspektive lässt sich festhalten, dass Hitze, veränderte Wasserverfügbarkeit und wasserbezogene hygienische Risiken zunehmend als Dauerbelastungen wirken können. Epidemiologische Langzeitstudien zeigen, dass wiederholte Exposition gegenüber Hitzeperioden zu einer schleichenden Verschlechterung des Gesundheitszustandes führen kann, insbesondere bei älteren Menschen und Personen mit Vorerkrankungen sowie Schwangeren und Säuglingen. Diese Effekte kumulieren über Jahre hinweg und sind in der öffentlichen Wahrnehmung häufig weniger präsent als akute Extremereignisse, entfalten jedoch eine erhebliche gesamtgesellschaftliche Wirkung (Winklmayer et al. 2023, S. 5ff.; WHO 2022, S. 6ff.).

Die Stellungnahmen aus dem Bereich der Wasserhygiene verdeutlichen ergänzend, dass die Sicherstellung der Trinkwasserqualität unter Klimakrisenbedingungen eine dauerhaft erhöhte Aufmerksamkeit erfordert. Steigende Temperaturen und veränderte Niederschlagsmuster erhöhen die Anforderungen an Überwachung, Wartung und Risikomanagement. Fachlich wird darauf hingewiesen, dass bestehende Systeme grundsätzlich leistungsfähig sind, ihre Funktionsfähigkeit jedoch nur bei konsequenter Einhaltung technischer Regeln, regelmäßiger Kontrolle und klarer Verantwortungszuordnung gewährleistet bleibt.

Internationale Studien zur Hochwasserprävention zeigen, dass gesundheitliche Folgen von Überflutungsereignissen maßgeblich davon abhängen, wie gut Gesundheits-, Wasser- und Katastrophenschutzstrukturen miteinander verzahnt sind. Regionen mit etablierten Kooperationsstrukturen, regelmäßigen Übungen und klaren Kommunikationswegen weisen geringere langfristige gesundheitliche Belastungen auf als Regionen, in denen Zuständigkeiten fragmentiert oder unklar sind (WHO 2021, S. 61f.; European Environment Agency 2024b, 95ff.). Diese Befunde unterstreichen die Bedeutung einer institutionell verankerten Zusammenarbeit zwischen Wasserwirtschaft, Gesundheitswesen und Katastrophenschutz.

So kommen die Mitglieder der Enquetekommission II „Krisen und Notfallmanagement“ des Landtags Nordrhein-Westfalens zu dem Ergebnis, dass Klimarisiken verpflichtend in alle Katastrophenschutzplanungen integriert werden sollten – darunter Hitze, Dürre, Starkregen und Sturm. Dies umfasst regionale Risikoanalysen, spezialisierte Frühwarnsysteme, abgestimmte Maßnahmenkataloge sowie ein regelmäßiges Testen, Fortschreiben und Üben der Pläne. Um Fortschritte sichtbar und überprüfbar zu machen, soll das Krisenmanagement zudem messbar werden, etwa über einen „Governance Resilience Index“, der Verwaltungen und Kommunen systematisch bewertet und Verbesserungspotenziale aufzeigt (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025a, S. 78, 84).

So sei Klimaresilienz eine dauerhafte staatliche Aufgabe, die verbindlich in Verwaltungsabläufen, Haushalten und klaren Zuständigkeiten verankert werden müsse. Angesichts zunehmender Extremwetterlagen empfiehlt sie, Finanzierungs- und Förderstrukturen zu entbürokratisieren, Verfahren zu beschleunigen und mehrjährige Planungssicherheit für Kommunen zu schaffen. Entbüro-

kratisierung wird ausdrücklich selbst als Resilienzfaktor verstanden – gerade vor dem Hintergrund realer Personal- und Ressourcenknappheiten (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025a, S. 67f., 85).

Besondere Bedeutung kommt in diesem Zusammenhang dem öffentlichen Gesundheitsdienst zu. Gesundheitsämter sind mitverantwortlich bei der Überwachung wasserbezogener Risiken, der Bewertung hygienischer Gefahrenlagen und der Information der Bevölkerung. In Nordrhein-Westfalen haben die landeseigenen Institutionen nicht die Ressourcen, um selbst Klärungen herbeizuführen. Die Leistungsfähigkeit des öffentlichen Gesundheitsdienstes hängt von personellen, finanziellen und organisatorischen Ressourcen ab. Unter Klimakrisenbedingungen nehmen Aufgaben und Komplexität deutlich zu, was langfristige Strategien zur Stärkung dieser Strukturen erforderlich macht (UBA 2022a, S. 50f.).

In diesem Zusammenhang ist die „resiliente Daseinsvorsorge" als landesweites Programm in Nordrhein-Westfalen zentral. Sie umfasst die Wasserinfrastruktur und denkt sie konsequent krisenlogistisch mit. Dazu gehören Trinkwasserbevorratung, Notstromversorgung, Treibstoff- und Kühlkapazitäten, digital vernetzte Lager- und Verteilsysteme sowie die Stärkung von Redundanzen. Diese Strukturen sollen durch eine zentrale Beschaffung und Lagerhaltung von Schutz- und Einsatzmitteln ergänzt werden, um im Krisenfall schnell und verbindlich handlungsfähig zu sein. Deshalb sollte Wasser-Resilienz systematisch in diese übergeordnete Daseinsvorsorgelogik eingebettet werden – inklusive der operativen Logistik zur Trinkwassersicherung (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025a, S. 70f.).

Ein weiterer zentraler Befund betrifft die soziale Dimension gesundheitlicher Klimarisiken. Studien zur Umweltgerechtigkeit zeigen übereinstimmend, dass sozial benachteiligte Bevölkerungsgruppen überproportional von hitze- und wasserbezogenen Gesundheitsrisiken betroffen sind. Dies ist nicht allein auf individuelle Faktoren zurückzuführen, sondern vor allem auf strukturelle Bedingungen wie Wohnqualität, Zugang zu Grün- und Wasserflächen, infrastrukturelle Ausstattung und soziale Unterstützungssysteme. Deshalb ist es wichtig, diese Faktoren systematisch zu berücksichtigen, damit Klimaanpassungsmaßnahmen bestehende Ungleichheiten nicht unbeabsichtigt verstärken (WHO 2021, S. 12; Moebus 2025, S. 4). Dies findet in der Raumplanung bereits Berücksichtigung.

Auswertungen kommunaler Anpassungsstrategien zeigen, dass Maßnahmen dann besonders wirksam sind, wenn sie gesundheitsbezogene Ziele explizit berücksichtigen. Dies betrifft etwa die Integration von Hitzevorsorge in Stadtentwicklungsprogramme, die Berücksichtigung wasserbezogener Risiken bei der Planung sozialer Einrichtungen oder die gezielte Unterstützung vulnerabler Quartiere. Internationale Beispiele verdeutlichen, dass eine solche integrierte Herangehensweise nicht nur gesundheitliche Vorteile bietet, sondern auch zur Steigerung der gesellschaftlichen Resilienz insgesamt beiträgt (WHO 2022, S. 12f.; UBA 2022a).

Im Bereich der Wasserqualität wird in der Fachliteratur darauf hingewiesen, dass der präventive Schutz von Wasserressourcen langfristig kosteneffizienter ist als eine zunehmende technische Aufbereitung. Studien zeigen, dass steigende Belastungen durch Spurenstoffe, Arzneimittelrückstände oder mikrobiologische Veränderungen eine technische Herausforderung darstellen, daneben gibt es noch Fragen der Akzeptanz, der Kostenverteilung und der Risikokommunikation zu betrachten. Aus gesundheitlicher Sicht wird daher eine Stärkung vorsorgender Instrumente wie Gewässerschutz, Flächenvorsorge und Verursacherprinzip empfohlen (Moebus 2025, S. 11; European Environment Agency 2024b, S. 7, 12).

Zusammenfassend ergibt sich aus der erweiterten Auswertung, dass gesundheitliche Klimaanpassung im Bereich Wasser als langfristiger Transformationsprozess zu verstehen ist. Dieser Prozess erfordert kontinuierliche wissenschaftliche Begleitung, die systematische Auswertung neuer Erkenntnisse sowie eine enge Verzahnung von Umwelt-, Gesundheits-, Sozial- und Infrastrukturpolitik. Die vorliegenden Ergebnisse verdeutlichen, dass Nordrhein-Westfalen über zahlreiche leistungsfähige Strukturen verfügt, deren Wirksamkeit jedoch maßgeblich davon abhängt, wie konsequent gesundheitliche Aspekte als Querschnittsthema verankert werden.

3.7 Industrie, Gewerbe und Handwerk

Das folgende Kapitel befasst sich mit Wassergebrauch, Wasserabhängigkeit und dem Zusammenhang von Wasser mit Industrie, Gewerbe und Handwerk. Die Enquetekommission hat zu diesem Thema eine Anhörung durchgeführt. Das Kapitel 3.7 soll die Ergebnisse darstellen. Abschnitt 3.7.1 diskutiert den aktuellen Zustand und die Verbräuche und schafft somit die Grundlage für den Unterabschnitt 3.7.2, der die Auswirkungen des Klimawandels auf die Herausforderungen mit Wasser für den Sektor darlegt. Abschließend werden in Unterkapitel 3.7.3 Lösungsansätze und Anpassungsmaßnahmen diskutiert.

3.7.1 Grundlage

Nordrhein-Westfalen ist ein führendes Zentrum für Industrie, Dienstleistung und Innovation in Europa. Wasser ist für Industrie, Gewerbe und Handwerk ein essenzielles Gut. Für die Industrie ist es u.a. als Produktionsmittel (Papier- und Chemieindustrie) oder Kühlmittel (Stahl- und Metallindustrie) ein zentraler Standortfaktor, dessen Bedeutung als Grundlage für Wertschöpfungsketten im Klimawandel weiter zunehmen wird (vgl. Landtag Nordrhein-Westfalen 2025r, S. 7, 2025f, S. 4). Im Gewerbe dient Wasser als Produktions- und Verfahrensmittel.

IT.NRW unterscheidet in der Erhebung zu der Wasserversorgung 2022 (veröffentlicht 2025) neben der öffentlichen Wasserversorgung (Trinkwasser) auch die nicht-öffentlichen Wasserversorgungen

(IT.NRW 2025c). Bei nicht-öffentlicher Wasserversorgung kommt es zu einer Untergliederung in produzierendes Gewerbe (Verwendung als Verfahrensmittel und zur Kühlung in der Industrie), der Energiewirtschaft (hauptsächliche Nutzung von Flusswasser zur Kühlung von Kraftwerken mit anschließender Rückführung) und anderen Wirtschaftsbereichen (hierzu zählen alle weiteren kommerziellen Nutzungen, einschließlich der Nutzung in der Landwirtschaft). Die untenstehende Übersicht (Tabelle 4) zeigt, dass im Jahr 2022 die nicht-öffentliche Wasserversorgung (also sämtliche Verwendungszwecke neben der Nutzung als Trinkwasser) bei 2510 Millionen Kubikmetern lag. Im Jahr 2010 wurden im Vergleich mit 4739 Millionen Kubikmeter noch deutlich höhere Mengen verwendet. Zwischen 2007 und 2022 hat sich die nicht-öffentliche Wasserentnahme in Nordrhein-Westfalen nahezu halbiert, was vor allem auf den stark gesunkenen Kühlwasserbedarf in der Energiewirtschaft zurückzuführen ist (Haberkamp 2025, S. 2).

Öffentliche und nichtöffentliche Wasserversorgung in Nordrhein-Westfalen in den Jahren 2010 bis 2022 (in Millionen Kubikmeter)

Jahr	Insgesamt	öffentliche Wasservers.		Nicht-öffentliche Wasserversorgung					
				Produzierendes Gewerbe		Energiewirtschaft		Andere Wirtschaftsbereiche	
		Absolute Zahlen	In %	Absolute Zahlen	In %	Absolute Zahlen	In %	Absolute Zahlen	In %
2010	5924	1185	20,00 %	2197	37,09 %	2528	42,67 %	14	0,24 %
2013	5049	1178	23,33 %	1800	35,65 %	2022	40,05 %	49	0,97 %
2016	4848	1207	24,90 %	1563	32,24 %	2041	42,10 %	38	0,78 %
2019	4038	1202	29,77 %	1342	33,23 %	1403	34,74 %	92	2,28 %
2022	3728	1217	32,64 %	1295	34,74 %	1172	31,44 %	43	1,15 %

Tabelle 4: Eigene Darstellung mit Prozentzahlen der Nutzer öffentlicher Wasserversorgung in Nordrhein-Westfalen (Datengrundlage und Quelle: IT.NRW 2025c)

Es gilt jedoch zu differenzieren: Ein Großteil der entnommenen Menge der nicht-öffentlichen Wasserversorgung geht auf die Energiewirtschaft zurück. Im Jahr 2022 lag diese bei 1172 Millionen Kubikmetern – das entspricht einem Anteil von rund 31 Prozent der Gesamtmenge. Diese ist jedoch bereits seit 2010 um über 2900 Millionen Kubikmeter zurückgegangen. Der Anteil der Energiewirtschaft sinkt insbesondere durch den Ausstieg aus fossilen Energieträgern. Mit einem verstärkten Einstieg in die energetische Nutzung von Wasserstoff ist absehbar ein deutlicher Wiederanstieg des Wasserbedarfs der Energiewirtschaft zu erwarten.

Für das Jahr 2022 wurde durch das produzierende Gewerbe und andere Wirtschaftsbereiche ca. 36 Prozent der Gesamtwassermenge genutzt. Hervorzuheben ist, dass die absolute Menge dabei um über 873 Million Kubikmeter in den letzten 12 Jahren zurückging (2010: 2211 Millionen Kubikmeter; 2022: 1338 Millionen Kubikmeter). Dies ist zum einen auf technologischen Fortschritt (z.B. Effizienzsteigerung durch Kreislaufschließung), zum anderen auf die Abwanderung von produzierendem Gewerbe aus Nordrhein-Westfalen (z.B. in der Chemiebranche) zurückzuführen (vgl. Landtag Nordrhein-Westfalen 2025f, S. 14).

Für die Industrie fällt, neben den normalen Wasserkosten durch leitungsgebundene Versorgung, für Eigenentnahmen ein Wasserentnahmeentgelt an. In Nordrhein-Westfalen wird dies durch das Gesetz über die Erhebung eines Entgelts für die Entnahme von Wasser aus Gewässern – Wasserentnahmeentgeltgesetz des Landes Nordrhein-Westfalen (WasEG) – geregelt. Für Mengen über 3000 Kubikmetern gilt eine Meldepflicht und es muss eine Gebühr entrichtet werden. Für Trink- und Brauchwasser müssen 0,05 € pro m^3 gezahlt werden, für Kühlwasserentnahmen 0,035 €/m^3 und für Durchlaufkühlung 0,0035 €/m^3. Aus diesem Aufkommen werden vorrangig die Maßnahmen der WRRL finanziert und die entstehenden Kosten der Verwaltung des WasEG gedeckt. Für das Jahr 2025 wurden im Landeshaushalt Nordrhein-Westfalen Einnahmen von rund 79 Millionen Euro durch das WasEG angesetzt (Kapitel 10 050 Titel 099 11). Der Trend der Einnahmenhöhe ist hierbei, analog zur Entnahmemenge, rückläufig. In der Anhörung wurde seitens Unternehmer NRW zum Ausdruck gebracht, dass aus ihrer Sicht eine differenzierte Betrachtung des WasEG geboten sei. Das WasEG verstärke den unternehmerischen Anreiz, Wasserkosten zu sparen, Unternehmen seien aufgrund der allgemeinen Wasserkosten jedoch ohnehin bereits bestrebt, ihren Wasserverbrauch möglichst gering zu halten. Wege, Effizienzsteigerungen zu erreichen, seien von den Unternehmen bereits beschritten worden und würden auch weiterhin beschritten werden (vgl. Landtag Nordrhein-Westfalen 2025f, S. 26). Der Sachverständige Prof. Haberkamp hingegen vertrat die Ansicht, dass für eine weitere Effizienzsteigerung ökonomisch tragfähige aber dennoch merkliche Wasserkosten zielführend seien (Haberkamp 2025, S. 5). Damit einhergehend empfiehlt auch das von der Enquetekommission beauftragte finanzwissenschaftliche Gutachten eine Reform des WasEG, um dessen Lenkungswirkung zu stärken (siehe Kapitel 5 „Ökonomische und fiskalische Aspekte“).

Aber nicht nur für Verfahren und Produktion ist die Verfügbarkeit von Wasser für die Industrie in Nordrhein-Westfalen wichtig. Für den Transport von Rohstoffen und Gütern sind Unternehmen auch auf funktionierende Lieferketten angewiesen. Hierfür ist auch die uneingeschränkte Schiffbarkeit des Rheins als wichtige Wasserstraße von großer Bedeutung. Durch den fortschreitenden Klimawandel sind Flüsse zunehmend von Niedrig- und Hochwasser betroffen. Hierdurch kann es, wie bspw. im Falle von Niedrigwasser des Rheins im Jahr 2018, dazu kommen, dass die Schiffbarkeit – potenziell bis hin zu einer gänzlichen Nicht-Schiffbarkeit – und Produktionsketten gefährdet sind. Dies kann Nutzungskonflikte verschärfen (vgl. Schiesser 2025, S. 3; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025r, S. 17). Diese Herausforderungen werden intensiver in Kapitel 3.10 „Wasser als Transportweg“ betrachtet.

Betriebe des produzierenden Gewerbes und des (Lebensmittel-)Handwerks, wie beispielsweise auch Bäcker oder Textilreiniger, sind oftmals systemrelevant. Sofern kein Wasser in notwendiger Menge und Qualität als Zutat oder Ressource für den Arbeitsprozess verfügbar ist, kann es zu Einschränkungen in der Lebensmittelproduktion oder der Bereitstellung von für die kritische Infrastruktur notwendigen Gütern führen (etwa Reinigung für medizinische Arbeitskleidung) (vgl. Hennecke 2025, S. 1). Eine dauerhafte Versorgung ist daher von großer Bedeutung.

3.7.2 Klimawandel und die Auswirkungen auf die Sektoren Industrie, Gewerbe und Handwerk

Im folgenden Abschnitt werden die Auswirkungen des Klimawandels auf die Sektoren Industrie, Gewerbe und Handwerk beschrieben. Dabei werden insbesondere ein verringertes Wasserdargebot und die Auswirkungen von Extremwetter in den Fokus gerückt.

Eingangs wurde beschrieben, dass die Industrie auf eine dauerhafte Wasserversorgung angewiesen ist. Ohne diese kann nicht produziert werden und es kann keine Wertschöpfung stattfinden. Der Klimawandel wird zahlreiche Folgen für die verschiedenen Branchen haben. Trotz rückläufiger Wasserentnahmemengen durch Einsparungen können lange und heiße Trockenperioden zu einer Herausforderung für bestehende Industrieanlagen werden (vgl. Mahammadzadeh und Biebeler 2009, S. 43). Industriesektoren, die Wasser zur Produktion benötigen, werden je nach Standort und Wasserdargebot Anpassungen vornehmen müssen. Durch den Bedarf an Energie sind fast alle Sektoren indirekt betroffen, da durch ein verringertes Wasserdargebot die Energieproduktion eingeschränkt oder verteuert sein kann. Wassermangel in der Energiegewinnung ist dementsprechend ein großes Risiko für die heimische Wirtschaft. Darüber hinaus muss die Entnahme aus Oberflächengewässern unter Umständen aufgrund ökologischer Erfordernisse während einer Hitzeperiode gedrosselt werden. Dies begründet sich etwa durch einen sinkenden Sauerstoffgehalt bei steigender Wassertemperatur (vgl. Haberkamp 2025, S. 3). In der Anhörung wurde zudem darauf hingewiesen, dass industrielle Wiedereinleitungen von Kühlwässern insbesondere in kleinen und mittelgroßen Gewässern zu Temperaturerhöhungen führen können. Dies verschärft bei Hitzeperioden die ökologische Belastung erheblich (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025f, S. 5). Wiedereinleitungen unterliegen daher strengen Grenzwerten, die möglicherweise nicht mehr eingehalten werden können. Darüber hinaus kann eine verringerte Wasserführung aufgrund des dann fehlenden Verdünnungseffekts die Konzentration von Fremdstoffen erhöhen. Dies hat Auswirkungen auf die Qualität des Wassers (Klimadiskurs.NRW 2025, S. 8). In der Zukunft kann es aufgrund des Klimawandels gleichzeitig auch zu erhöhten Wasserbedarfen für einige Sektoren kommen. Dies lässt sich unter anderem mit einem erhöhten Kühlbedarf begründen (Bertling 2025, S. 3).

Weitere Herausforderungen, die durch ein zu geringes Wasserdargebot entstehen, betreffen die Schifffahrbarkeit der Flüsse, für Nordrhein-Westfalen insbesondere des Rheins. Der Rhein stellt eine wichtige Transportroute sowohl für in unmittelbarer Flussnähe ansässige Unternehmen als auch für den Industriestandort Nordrhein-Westfalen in Gänze dar. Allein auf dem Rhein ersetzt die Binnenschifffahrt jährlich rund 12 bis 15 Millionen Lkw-Fahrten – ein moderner Frachttransport per Schiff kann dabei die Ladung von bis zu 150 Lkw übernehmen (BDB 2024b). Wie bereits zuvor beschrieben, bestehen heute bereits Herausforderungen während Trockenphasen, diese können durch den Klimawandel häufiger auftreten. Durch anhaltende Niedrigwasserphasen kann es zu erheblichen Störungen der Lieferketten für Betriebe kommen. Eine detailreichere Betrachtung dieser Thematik erfolgt im Kapitel 3.10 „Wasser als Transportweg“.

Ein geringeres Wasserdargebot kann zu Nutzungskonflikten führen oder bestehende verschärfen. Für diese lokalen und regionalen Herausforderungen sollten auch immer regionale und lokale Lösungen entwickelt werden, weil der Klimawandel sich in den verschiedenen Regionen Nordrhein-Westfalens unterschiedlich auswirkt (siehe Kapitel 2.3) (vgl. Landtag Nordrhein-Westfalen 2025r, S. 4, 17; vgl. Schiesser 2025, S. 3, 5). Ansätze zur Abhilfe und Prävention werden unter Abschnitt 3.7.3 diskutiert.

Auch die Qualität des Wassers in Gewässern kann unter den Folgen des Klimawandels leiden. Hierbei müssen Industrieunternehmen, exemplarisch etwa die Chemie- und die Papierindustrie, auf eine geringere Wasserqualität für die Produktion reagieren. Gegebenenfalls werden zusätzliche Aufbereitungen zur Sicherung der Wasserqualität notwendig (Mahammadzadeh und Biebeler 2009, S. 44). Dies geht mit Kosten und erhöhtem Energiebedarf einher. Daneben stehen die Unternehmen selbst präventiv für die Wasserqualität in der Verantwortung. Insbesondere in den Rhein werden nach behördlicher Genehmigung und Aufbereitung sowie Reinigung industrielle (Produktions-) Abwässer eingeleitet (Direkteinleitung). Auch wenn der Trend der hierbei in die Gewässer gelangenden Stofffrachten bspw. bei TOC, Stickstoff, Phosphor, AOX und Schwermetallen in den letzten 30 Jahren rückläufig ist, sind diese, neben weiteren auf Industrieproduktion zurückzuführende Stressoren, eine ökologische Belastung. Dies kann bei zunehmenden Niedrigwasserständen zu einer Verstärkung der Konzentration führen. Weitere Ausführungen hierzu in den Kapiteln 3.12 und 5.

Neben den Herausforderungen durch ein zu geringes Wasserdargebot entstehen auch Herausforderungen durch vermehrt auftretende Extremwetterereignisse. Starkregen und Hochwasser bedrohen Standorte, Produktions- und Logistikketten und damit auch die Versorgungssicherheit. Handwerksbetriebe und Industrieanlagen liegen historisch bedingt häufig an Gewässern und sind damit besonders exponiert (siehe Kapitel 3.3 „Schutz vor Wasser“). Bei Starkregenereignissen kann es zu einer Überlastung von innerbetrieblichen Entwässerungsanlagen kommen (vgl. Risse 2025, S. 4).

Trockenphasen und Mangellagen sind insgesamt eine extreme Herausforderung für die Industrie, das Gewerbe und das Handwerk mit all ihren verschiedenen Sparten (vgl. Landtag Nordrhein-Westfalen 2025f, S. 23). Der Klimawandel mit seinen Auswirkungen bedroht somit auch die nordrhein-westfälische Wirtschaft.

3.7.3 Lösungsansätze

Im Folgenden werden nach der Problembetrachtung nun die Lösungsansätze diskutiert. Dabei soll zwischen technischen und politisch-administrativen Aspekten unterschieden werden. In einem abschließenden Abschnitt werden weiterhin verschiedene Lösungsansätze beachtet. Hierzu zählen Informationskampagnen oder auch Bildungs- und Forschungsunterfangen.

Während der Anhörung ist deutlich geworden, dass das oberste Ziel die Vermeidung von Engpässen, möglichen Eingriffen in die Nutzung und damit einhergehenden Produktionsstillständen für alle betroffenen Sektoren sein sollte (vgl. Landtag Nordrhein-Westfalen 2025f, S. 20ff.). Bedarfe werden trotz Rückgang der insgesamt genutzten Menge von Wasser weiterhin für Industrie, Gewerbe und Handwerk bestehen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025r, S. 2). Unter dem aktuell fortschreitenden Klimawandel werden die Nutzungskonflikte um Wasser zunehmen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025r, S. 7). Notwendig sind daher eine ganzheitliche Betrachtung und ein frühzeitiger Austausch. Dabei ist die Bilanzierung – in relativen und absoluten Mengen – besonders wichtig (Bertling 2025, S. 3).

Technische Aspekte

Der Trend der rückgängigen Wasserentnahme von Industrie und Gewerbe hat sich, wie zu Anfang dieses Abschnitts beschrieben, fortgesetzt. Neben den eingangs benannten Gründen, wie etwa der Abwanderung von Industrie und der Energietransformation, sind Einsparungen auch auf technische Entwicklungen zurückzuführen. Die Verbesserung der Wassereffizienz gewinnt weiterhin an Bedeutung. Dies begründet sich sowohl durch abnehmende Verfügbarkeit, als auch durch Kosteneinsparungen (vgl. Landtag Nordrhein-Westfalen 2025r, S. 3). Zusätzliche Einsparpotenziale können durch weiteren technischen Fortschritt und Forschung eröffnet werden. Beispielsweise laufen in der wasserintensiven Papierindustrie zurzeit weitere Versuchsanlagen zur wasserlosen Papierproduktion. Zur Frage, wie umweltökonomische Instrumente wie bspw. das obig angesprochene WasEG bzw. seine Anpassung zur Eröffnung weiterer technischer Anpassungsmöglichkeiten beitragen können, siehe Kapitel 5. In der Stahlproduktion wiederum ist laut Branchenauskunft ein großer Teil der heute möglichen Einsparpotenziale weitgehend ausgeschöpft (vgl. Landtag Nordrhein-Westfalen 2025f, S. 6f.; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025r, S. 7).

Auch die Wasserwiederverwendung und geschlossene Kühlkreisläufe sind Aspekte, die örtliche Wasservorkommen schonen können. Hierdurch kann ein Beitrag zur Klimaresilienz geleistet werden (vgl. Landtag Nordrhein-Westfalen 2025f, S. 13f.). Dadurch werden Grundwasserressourcen geschont und Industriestandorte gesichert (vgl. Jansen und Mantoba 2024, S. 99). Technisch muss dabei zwischen geschlossenen Kühlkreisläufen und dem Einsatz von aufbereitetem Abwasser unterschieden werden.

Weitgehend geschlossene Kühlkreisläufe in der Produktion gehen mit minimalen Verlusten einher (ebd.). Diese Teilschließung wird in Deutschland in der Industrie und im Gewerbe zunehmend eingesetzt. Dadurch sind Wasserentnahmen gesunken und Betriebe damit in der Regel weniger von Trockenperioden betroffen. Die Vorteile geschlossener Wasserkreisläufe sind die Reduzierung von Frischwasserbedarfen von bis zu 90 Prozent, eine Verringerung der Abwassermenge und langfristige Energie- und Kosteneinsparungen. Als Hürden gelten dabei die hohen Investitionskosten, behördli-

che Vorschriften, technische Herausforderungen und gegebenenfalls weitere Umweltkonflikte (z.B. Einsatz von Chemikalien zur Reinigung) (vgl. Landtag Nordrhein-Westfalen 2025s, S. 5). Neben der Wassereffizienz gewinnt auch die Rohstoffrückgewinnung aus Prozesswässern an Bedeutung. In der chemischen Industrie wird Wasser zunehmend als Träger wertvoller Inhaltsstoffe genutzt, etwa durch die Rückführung salzhaltiger Prozesswässer in die Chlor-/Alkali-Elektrolyse (Schiesser 2025, S. 2–3). Diese Ansätze verbinden Ressourcenschonung mit Kostenvorteilen und tragen zur Kreislaufwirtschaft bei. So betont Prof. Haberkamp, dass die chemische Industrie Kreislaufwirtschaft nicht nur beim Wasser verfolgt, sondern auch bei Salzrückgewinnung und Energieintegration (Haberkamp 2025, S. 9). Weitergehend kann die Rückgewinnung von Rohstoffen aus industriellen Abwässern neue Wertschöpfungsketten eröffnen und damit die regionale Wirtschaft stärken (Kleffner 2025, S. 4). Neben der Rohstoffrückgewinnung aus Prozesswässern gewinnt auch die Nutzung industrieller Abwärme als Ressource an Bedeutung. Sie eröffnet Effizienzpotenziale für die Energieversorgung und kann durch ihre Integration in kommunale Wärmeplanungen einen wichtigen Beitrag zur Dekarbonisierung leisten. Damit wird die Verzahnung von Industrie und Energieinfrastruktur gestärkt (vgl. Kapitel 3.8 „Energie“). Auf der anderen Seite kann die Reduktion des Wasserverbrauchs den Energiebedarf erheblich steigern und damit den CO_2-Fußabdruck erhöhen. Covestro weist darauf hin, dass Strategien wie „Zero Liquid Discharge“ häufig auf energieintensiven Verfahren basieren und somit zwei Nachhaltigkeitsziele gegeneinander abgewogen werden müssen (Schiesser 2025, S. 5). Eine ganzheitliche Bewertung unter Einbeziehung von Lebenszyklusanalysen (LCA) wird daher als entscheidendes Instrument empfohlen, um Lösungen zu entwickeln, die sowohl Wasserressourcen schonen, als auch den Energieeinsatz minimieren. Zur weiteren Förderung der Implementierung von Kreislaufnutzung empfiehlt Handwerk.NRW steuerliche Anreize sowie Zertifizierungen und Auszeichnungen für besonders wassersparende Unternehmen (Hennecke 2025, S. 7). Darüber hinaus verweist der WWF-Leitfaden auf die Möglichkeit einer Zertifizierung nach dem internationalen Water Stewardship Standard des Alliance for Water Stewardship (AWS), der einen sozial gerechten, ökologisch nachhaltigen und wirtschaftlich vorteilhaften Umgang mit Wasser sicherstellen soll (Deutsches Global Compact Netzwerk und WWF 2020, S. 101). Beispiele aus der Praxis zeigen, dass große Unternehmen bereits entsprechende Standards umsetzen, z.B. wurden BASF und Henkel für ihre nachhaltige Nutzung ausgezeichnet (BASF 03.05.2013; Henkel o.J.).

Bei der Nutzung von aufbereitetem Abwasser (aus öffentlichen oder industrieeigenen Kläranlagen) für die Produktion müssen Qualitätsanforderungen beachtet werden. Für einige Industrieprozesse ist Wasser nicht zwingend in Trinkwasserqualität erforderlich. Dies wird in der Fachwelt unter dem Begriff „Water fit for purpose“ subsumiert (vgl. Jansen und Matoba 2024, S. 100). Die EU hat dafür 2023 mit einer Verordnung (2020/741) den notwendigen Rechtsrahmen gesetzt. Hier läuft die nationale Umsetzung durch die Bundesebene, die die aktuelle Praxis vereinfachen würde. Es wurde im Rahmen der Anhörung von einer teilweise zögerlichen behördenseitigen Umsetzung berichtet (vgl. Landtag Nordrhein-Westfalen 2025f, S. 15). Bei „Water fit for purpose“ sind unterschiedliche

Qualitätsanforderungen zu beachten. Während die Papierindustrie mit geringerer Qualität zurechtkommt, wäre eine Verwendung in der Lebensmittelindustrie mit hohem Aufwand verbunden. Dies wurde auch in der Anhörung deutlich (vgl. Landtag Nordrhein-Westfalen 2025r, S. 10). Es bedarf einer einzelfallbezogenen Beurteilung, ob die Wasserwiedernutzung eine Alternative darstellen kann (Hennecke 2025, S. 8). Herausforderungen sind bei der Wiederverwendung insbesondere die örtlichen Bedarfe sowie die Versorgung mit der benötigten Menge. So sollten Dargebot und Abnahme räumlich nah beieinander liegen (beispielsweise: Kläranlagen in einem Industriegebiet mit anliegender Produktionsindustrie oder industrieeigene Kläranlagen – häufig bei chemischer Industrie), da auch der Aufbau von notwendiger Infrastruktur kostenintensiv ist. Es besteht daher ein Bedarf an lokalen Lösungen (vgl. Landtag Nordrhein-Westfalen 2025f, S. 34). Es wurde außerdem empfohlen, grundsätzlich alternative Wasserquellen systematisch zu erheben. Dafür bedarf es laut Sachverständigen auch weiterer Forschung (vgl. Landtag Nordrhein-Westfalen 2025f, S. 16f.). Für alternative Wasserquellen, wie aufbereitetes Abwasser, braucht es allgemein intelligente Bewertungs- und Steuerungssysteme. Sofern es dazu politische Strategien gibt, kann die Handwerksbranche Know-how und Kapazitäten für die Umsetzung liefern (vgl. Hennecke 2025, S. 6).

Für die Optimierung des Wassergebrauchs kann auch neue Technik in Form von KI und maschinellem Lernen eine wichtige Ergänzung sein. Eine automatisierte digitale Erfassung von Wasserströmen in Form von Wasserdargebot und Wassernachfrage und eine damit einhergehende Analyse können eine intelligente Wassersteuerung für die Industrie ermöglichen. Auch eine Vorhersage von Wartungsarbeiten, eine automatisierte Leckageerkennung und eine smarte Warmwasseraufbereitung können ermöglicht werden (Hennecke 2025, S. 8; Schiesser 2025, S. 14; Seemann 2025, S. 3). Neben KI-gestützten Prognosesystemen sind intelligente Monitoringtechnologien entscheidend, um komplexe industrielle Wasserkreisläufe sicher und effizient zu steuern (Kleffner 2025, S. 3).

Damit dauerhaft die Wasserbedarfe für Industrie, Gewerbe und Handwerk gedeckt werden können, auch wenn die zuvor genannten Maßnahmen zur präventiven Abwendung von Wasserknappheiten nicht ausreichen sollten, müssen entsprechende Pläne und Maßnahmen zur Sicherstellung der Versorgung gefasst werden. Dabei geht es insbesondere um temporäre Einschränkungen durch Spitzenlasten und Auswirkungen von Trockenphasen. Hierbei können die genannten Maßnahmen in Kapitel 3.2 „Trink- und Brauchwasserinfrastruktur“ auch diesen Bereich flankieren. Insbesondere die Vermaschung von Netzen und die Bevorratung von Wasser (möglicherweise in Eigenverantwortung auf Betriebsgeländen) können unter Abwägung der genannten Chancen und Risiken einen substanziellen Beitrag zur Sicherung der Wasserversorgung für die Sektoren leisten.

Der Schutz von Industrieanlagen ist ein weiterer wichtiger Aspekt. Wie bereits beschrieben, liegen viele Industrieanlagen historisch bedingt nah an Flüssen. Hierdurch sind diese aber auch besonders exponiert für die Folgen von Extremwettern, die sich durch Starkregen und durch Hochwasser in Flüssen äußern können. Es bedarf daher einer Planung und gegebenenfalls in diesem Rahmen ei-

ner Anpassung und fortlaufenden Entwicklung von Schutzkonzepten. Diese werden ausführlich in Kapitel 3.3 „Schutz vor Wasser“ betrachtet, lassen sich aber auch auf den hier diskutierten Sektor übertragen. Die besonderen Herausforderungen sind die Folgeschäden für Industriestandorte. Bei ausbleibender Sicherung, welche teils nur schwer vorgenommen werden kann – etwa bei sensiblen Produktionsanlagen, sind die Folgeschäden häufig immens. Daher bedarf es einer besonderen Aufmerksamkeit für diesen Bereich, damit der Wirtschaftsstandort Nordrhein-Westfalen nicht nachhaltig gefährdet wird. Während der Anhörung wurde deutlich, dass sich viele Betriebe bereits intensiv mit dieser Thematik beschäftigen. Gleichwohl gebe es nach Ansicht des Netzwerks Klimaanpassung und Unternehmen.NRW bei einigen Unternehmen weiterhin ein zu geringes Problembewusstsein, sodass zusätzliche Aufklärung und Beratung erforderlich sei (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025f, S. 5–6). Sofern eine Auseinandersetzung erfolgt, ist hierfür oft das Datenmaterial des LANUK die Grundlage (vgl. Hennecke 2025, S. 3f.; vgl. Schiesser 2025, S. 3; vgl. Landtag Nordrhein-Westfalen 2025r, S. 4f.). Neben den in Kapitel 3.3 „Schutz vor Wasser“ und 3.5 „Siedlungsstrukturen“ diskutierten Ansätzen wurde die Entsiegelung von Flächen und grün-blaue Infrastruktur auf Grundstücken in Industrienutzung vorgeschlagen (vgl. Bertling 2025, S. 2). Um Maßnahmen zielführend umsetzen zu können, müssen sie an die lokalen und regionalen Gegebenheiten angepasst werden (vgl. Risse 2025, S. 4). Dabei wurde auch empfohlen, dass Förderprogramme zur Beratung und Antragstellung für diesen Zweck bereitgestellt werden sollten (vgl. Seemann 2025, S. 3). Als erste Maßnahme können Pilotprojekte und Reallabore, die reale Bedingungen und Verfahren testen sowie regulatorische Akzeptanz schaffen können, dienen (Kleffner 2025, S. 3f.).

Bei allen diskutierten Maßnahmen wurde empfohlen, Nachhaltigkeit nicht isoliert mit Blick nur auf das Medium Wasser zu betrachten, sondern stets umweltkompartimentübergreifend zu bewerten. Hierzu gehören z.B. auch Energieeffizienz und der Ressourcenaufwand (vgl. Schiesser 2025, S. 3).

Politisch-administrative Aspekte

Für den Fall von Wasserknappheit oder Dürrephasen fordern Unternehmer NRW sowie weitere Akteure die Erstellung einer Priorisierungsliste für einzelne Sektoren, um notwendige Abschaltungen oder Wassersparmaßnahmen geordnet und transparent durchführen zu können (vgl. Landtag Nordrhein-Westfalen 2025f, S. 26). Die Forderung wird auch durch das Klimanetzwerk.NRW in seinem Stakeholder Bericht unterstrichen (vgl. Klimadiskurs.NRW 2025, S. 17f.). Einschränkungen können beispielsweise in Phasen niedriger Wasserstände des Rheins auftreten, wenn die Entnahme von Flusswasser zu Kühlzwecken eingeschränkt werden muss. Der Branchenverband weist aber darauf hin, dass eine solche Priorisierung eine politische Entscheidung ist und diese auch von Politik und Verwaltung, bestenfalls im Voraus, getroffen werden muss. Die Branche selbst könnte fachliche Detaileinschätzungen zur Verfügung stellen, aber die Priorisierung für den Extremfall nicht selbst vornehmen (vgl. Landtag Nordrhein-Westfalen 2025f, S. 26).

Für eine erhöhte Resilienz sind in der Industrie und im produzierenden Gewerbe verstärkt dezentrale Strukturen erforderlich. Mehrere kleinere Standorte können dazu beitragen, die Abhängigkeit von einzelnen Häfen, Schienenanbindungen oder Flüssen deutlich zu reduzieren. Dies erfordert Flexibilität und auch eine langfristige Planung (vgl. Landtag Nordrhein-Westfalen 2025f, S. 30). Sicherlich lässt sich dies im Bestand nur schwerlich umsetzen, kann aber für eine zukünftige Planung ein wichtiger Grundsatz sein.

Für den Bereich Bürokratieabbau und Genehmigungsverfahren wurden verschiedene Aspekte zur Beschleunigung und Vereinfachung von Planungs- und Zulassungsverfahren erörtert. Es gilt, Verfahren und Genehmigungen zu vereinfachen, damit eine zügige Anpassung ermöglicht, eine Überlastung von Verfahrensbeteiligten vermieden wird und weitere Investitionen getätigt werden. Gleichzeitig müssen bestehende rechtliche Vorgaben weiterhin eingehalten werden. Hierbei wurden insbesondere die Vereinfachung und Beschleunigung bei wasserrechtlichen Antragsverfahren und die Verlängerung von Genehmigungszeiträumen für Wasserentnahmen genannt. Insbesondere wurde bemängelt, dass die Fortführung von Entnahmen bei auslaufenden Genehmigungen als Neuanträge gewertet werden. Ziel ist es, die Planbarkeit von Investitionen zu verbessern (vgl. Landtag Nordrhein-Westfalen 2025s, S. 2). Erforderlich ist eine ausgewogene Balance zwischen wirksamem Umweltschutz und einer Entlastung von bürokratischen Anforderungen. Zur Beschleunigung wurde auch eine zentrale Ansprechstelle für wasserbezogene Projekte vorgeschlagen. Hier schlägt der BDEW beispielsweise das once-only Prinzip vor (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ao, S. 9). Damit würde für die Industrie eine landesweite Stelle bei Herausforderungen in Verfahren(sfragen) zur Verfügung stehen (vgl. Hennecke 2025, S. 9). Zudem wurde genannt, dass die Berichtspflichten für Wassernutzer vereinfacht werden sollten (vgl. Hennecke 2025, S. 8). Für die Genehmigungsverfahren bedarf es transparenter und effizienter Wege. Auch standardisierte Verfahren für bereits etablierte Anlagentypen können Entlastung schaffen und Genehmigungsprozesse beschleunigen (vgl. Landtag Nordrhein-Westfalen 2025r, S. 12). Zu den vom Handwerk genannten Problemen zählen insbesondere umfangreiche Nachweispflichten und anspruchsvolle Genehmigungsverfahren bei baulichen Anpassungen. Als Lösung wurde die Einführung einer Bagatellgrenze für Kleinbetriebe und eine digitale Plattform für eine vereinfachte Berichterstattung vorgeschlagen (Hennecke 2025, S. 9). Denkbar wäre auch, dies auf andere Bereiche zu übertragen.

Zu den genannten Ansätzen gibt es weitere Vorschläge aus dem Bereich Fortbildung, Wissenstransfer und Kommunikation. So hob die Handwerkskammer in der Stellungnahme und der Anhörung besonders die Umweltakademien in Düsseldorf und Essen hervor. Diese bieten Weiterbildungen und Beratungen zu ressourcen- und umweltschonenden Techniken für Unternehmen an. Dies kann einen Mehrwert schaffen, da dadurch Fachkräfte weiterqualifiziert werden, die anschließend verstärkt nachhaltige Produkte empfehlen und installieren (vgl. Landtag Nordrhein-Westfalen 2025f, S. 8). Der Aufbau eines wassertechnischen Beraternetzwerks für kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) wurde dabei als zu etablierendes Element in Unternehmernetzwerken empfohlen.

Durch Beratungsangebote könnten KMUs Verbesserungspotenziale identifizieren und diese in das Alltagsgeschäft implementieren, vor Ort und individuell an die Bedarfe angepasst (vgl. Hennecke 2025, S. 7). Dies steht in Einklang mit einer zuvor genannten Empfehlung unter dem Abschnitt „Technische Aspekte". Der Unternehmerverband empfahl in der Anhörung, zur Vermeidung von Nutzungskonflikten verstärkt auf den Einsatz von Best-Practice-Lösungen und einen konstruktiven Austausch zwischen allen Beteiligten zu setzen. Zur Vermeidung von Produktionsausfällen gelte es Engpässe frühzeitig zu adressieren (vgl. Landtag Nordrhein-Westfalen 2025f, S. 21).

3.8 Energie

Das folgende Kapitel befasst sich mit Wasser im Zusammenhang von Energieerzeugung und -versorgung in Nordrhein-Westfalen.

3.8.1 Status Quo und Entwicklungen

Der folgende Abschnitt gibt einen umfassenden Überblick über die aktuellen Strukturen und Entwicklungen im Zusammenspiel von Energie und Wasser in Nordrhein-Westfalen. In den sieben Unterkapiteln werden zentrale Aspekte wie der Wasserbedarf der Energieversorgung, der Wandel der Energieträger, rechtliche Rahmenbedingungen, neue technologische Entwicklungen, Speicherpotenziale, Flächenkonkurrenzen sowie der Energiebedarf der Wasserwirtschaft beleuchtet. Dabei wird deutlich, wie eng die Verfügbarkeit und Nutzung von Wasserressourcen mit der Transformation des Energiesektors verknüpft ist. In Summe ist davon auszugehen, dass die Wasserbedarfe der Energiewirtschaft zurückgehen. Die Analyse zeigt, dass sich nicht nur die Nachfrage nach Wasser und Energie verändert, sondern auch neue Akteure und Nutzungsformen entstehen, wie etwa durch den Ausbau erneuerbarer Energien, die zunehmende Elektrifizierung (z.B. Wärmepumpen und E-Mobilität) und die Digitalisierung. Gleichzeitig rücken rechtliche Vorgaben und Flächenkonkurrenzen stärker in den Fokus. Diese Entwicklungen stellen die Weichen für eine zukunftsfähige Versorgung und bilden die Grundlage für die Darstellung von Chancen und Herausforderungen im weiteren Verlauf des Berichts.

3.8.1.1 Wasserbedarf der Energieversorgung in Nordrhein-Westfalen

Der Wasserbedarf der Energieversorgung ist von 1991 bis 2024 um etwa 75 Prozent gesunken, insbesondere durch den Rückgang und die Modernisierung von thermischen Kraftwerken (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025v, S. 2). Die Gesamtentnahmen der einzelnen Sektoren kann der untenstehenden Tabelle entnommen werden.

Öffentliche und nichtöffentliche Wasserversorgung in Nordrhein-Westfalen in den Jahren 2010 bis 2022 (in Millionen Kubikmeter)									
Jahr	Insgesamt	öffentliche Wasservers.		Nicht-öffentliche Wasserversorgung					
				Produzierendes Gewerbe		Energiewirtschaft		Andere Wirtschaftsbereiche	
		Absolute Zahlen	In %	Absolute Zahlen	In %	Absolute Zahlen	In %	Absolute Zahlen	In %
2010	5924	1185	20,00 %	2197	37,09 %	2528	42,67 %	14	0,24 %
2013	5049	1178	23,33 %	1800	35,65 %	2022	40,05 %	49	0,97 %
2016	4848	1207	24,90 %	1563	32,24 %	2041	42,10 %	38	0,78 %
2019	4038	1202	29,77 %	1342	33,23 %	1403	34,74 %	92	2,28 %
2022	3728	1217	32,64 %	1295	34,74 %	1172	31,44 %	43	1,15 %

Tabelle 5: Eigene Darstellung mit Prozentzahlen der Nutzer öffentlicher Wasserversorgung in Nordrhein-Westfalen (Quelle: IT.NRW 2025c)

Hierbei wird deutlich, dass die Energiewirtschaft seit 2010 ihren Gesamtanteil an der Wasserversorgung von rund 42,7 Prozent auf 31,4 Prozent reduziert hat. Dabei hat sie die Entnahmemenge in absoluten Zahlen um 53,6 Prozent reduziert, von 2,5 Mrd. m^3 auf rund 1,2 Mrd. m^3 pro Jahr.

Die Wasserentnahmen stammen zu ca. 25 Prozent aus Grund- und Quellwasser inklusive Uferfiltrat, zu 53 Prozent aus Oberflächengewässern und rund 21 Prozent aus Fremdbezug, d.h. es wird von einem Wasserversorgungsunternehmen bereitgestellt (IWW et al. 2019, S. 9). Von den entnommenen Wassermengen entfallen rund 95 Prozent auf die Durchlaufkühlung von thermischen Kraftwerken (LANUK o.J.g). Bei Kraftwerken mit Durchlaufkühlung wird dem Fließgewässer die zur Kühlung des Kraftwerks erforderliche Wassermenge entnommen. Dieses Wasser wird direkt wieder zugeführt. Mengenmäßig entsteht hier bezogen auf den Abfluss kein Verlust (UBA 2025e, S. 2). Zusammengenommen ergibt dies rund 1 Mrd. m^3 Wasser und entspricht damit in etwa dem gleichen Wert wie bei der öffentlichen Trink- und Brauchwasserentnahme in NRW von rund 1,1 Mrd. m^3 pro Jahr (LANUK o.J.g) (siehe dazu untenstehende Grafik).

Insgesamt lässt sich daraus der klare Trend ableiten, dass der Wassergebrauch in der Energiewirtschaft infolge des seit Jahren anhaltenden Rückgangs und der weiteren Stilllegung thermischer Kraftwerke deutlich gesunken ist. Mit einem verstärkten Einstieg in die energetische Nutzung von Wasserstoff ist jedoch absehbar ein deutlicher Wiederanstieg des Wasserbedarfs der Energiewirtschaft zu erwarten.

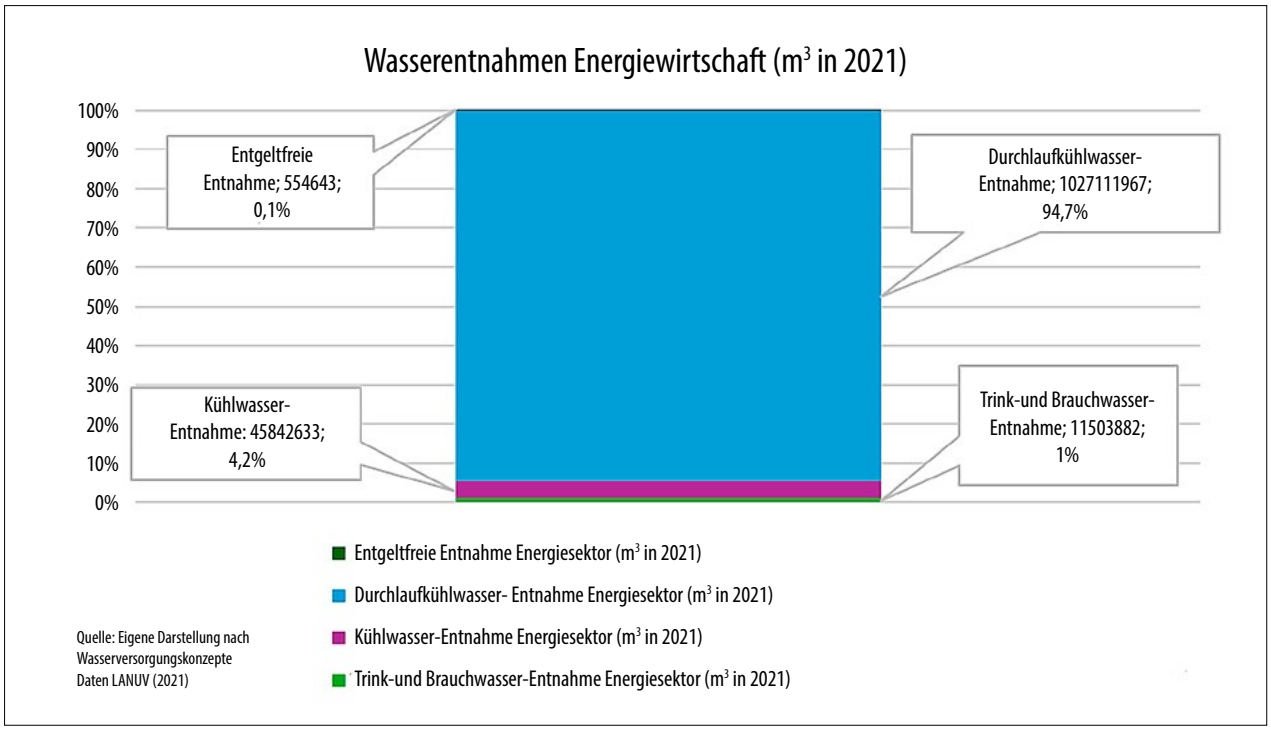


Abbildung 13: Wasserentnahmen der Energiewirtschaft (2021) (LANUK o.J.g)

3.8.1.2 Strukturwandel der Energieträger

Des Weiteren zeigt die Analyse des Marktstammdatenregisters der Bundesnetzagentur (Bundesnetzagentur o.J.), dass sich die Zuwächse der unterschiedlichen Energieerzeugungskapazitäten in Nordrhein-Westfalen seit dem Jahr 2000 unterschiedlich stark entwickelt haben. Während zwischen 2000 und 2007 noch Zuwächse an fossilen Kraftwerken zu verzeichnen waren, ist seit 2010 zu beobachten, dass die Bedeutung der erneuerbaren Energien zugenommen hat. Seit 2020 ist zu verzeichnen, dass die sonstigen Energieträger, allen voran Energiespeicher, einen enormen Ausbau erfahren konnten. Für eine genaue Datenanalyse wird auf die untenstehende Abbildung verwiesen.

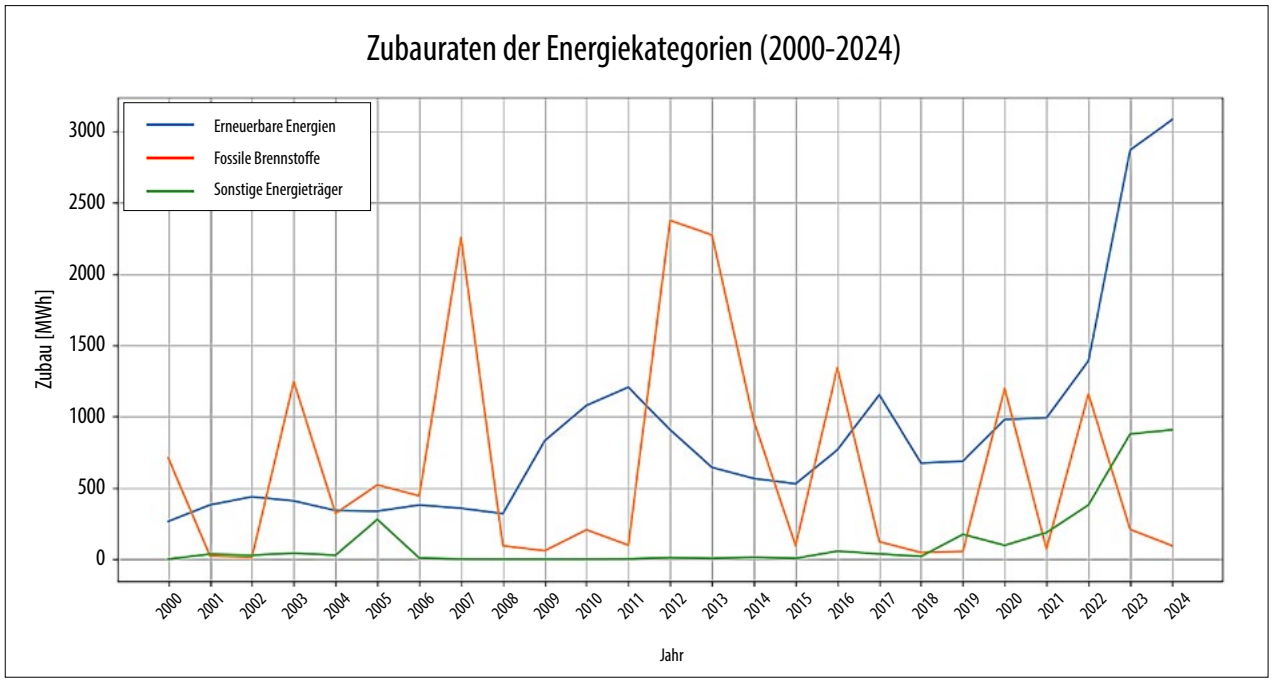


Abbildung 14: Zubauraten der Energieträgerkategorien in NRW (2000-2024) (Bundesnetzagentur o.J.)

In der Grafik wurde aus Verständnisgründen eine Clusterung von Energieträgern vorgenommen. In den erneuerbaren Energien wurden Biomasse, Klärschlamm, nicht biogener Abfall, solare Strahlungsenergie (Photovoltaik-Anlagen), Wasser, Wasserstoff (in der Annahme, dass dies zukünftig in Form von Grünem Wasserstoff weitergenutzt wird) und Windkraft aufgenommen. Die fossilen Energieträger sind Braunkohle, Steinkohle, Erdgas, andere Gase und Mineralölprodukte. Unter sonstige Energieträger wurden folgende Energieträger und erweiterte Energieformen notiert: Druck aus Gasleitungen, Druck aus Wasserleitungen, Grubengas, Speicher und Wärme. Diese Energieformen stammen aus dem Marktstammdatenregister der BNetzA (Bundesnetzagentur o.J.).

Die Analyse der im Energieatlas NRW enthaltenen Daten zur Bruttostromerzeugung verdeutlicht diesen Trend. Die Grafik zeigt im analysierten Zeitraum einen Rückgang der gesamten Bruttostromerzeugung um 34 Prozent, von rund 163.041 GWh/a im Jahr 2000 auf rund 107.075 GWh/a im Jahr 2024, aufgrund effizienterer Energienutzung und Produktionsstilllegung. Während im Jahr 2000 noch 88 Prozent der Bruttostromerzeugung durch Stein- und Braunkohle gedeckt wurden, betrug der Anteil im Jahre 2024 nur noch 42 Prozent. Konkret lässt sich beim Energieträger Steinkohle ein Rückgang an der Bruttostromerzeugung von 86 Prozent, bei der Braunkohle von 53 Prozent verzeichnen. Der Anteil des Energieträgers Erdgas an der Bruttostromerzeugung ist im betrachteten Zeitraum hingegen um fast 300 Prozent gestiegen, von knapp 9.500 GWh/a auf rund 28.241 GWh/a.

Ein noch stärkeres Wachstum verzeichnen die erneuerbaren Energien. Im Jahr 2000 wurde nur rund ein Prozent der Bruttostromerzeugung durch erneuerbare Energien gedeckt. 2024 waren es bereits 23 Prozent. Dies bedeutet eine Verdreizehnfachung der bestehenden erneuerbaren Energiesysteme.

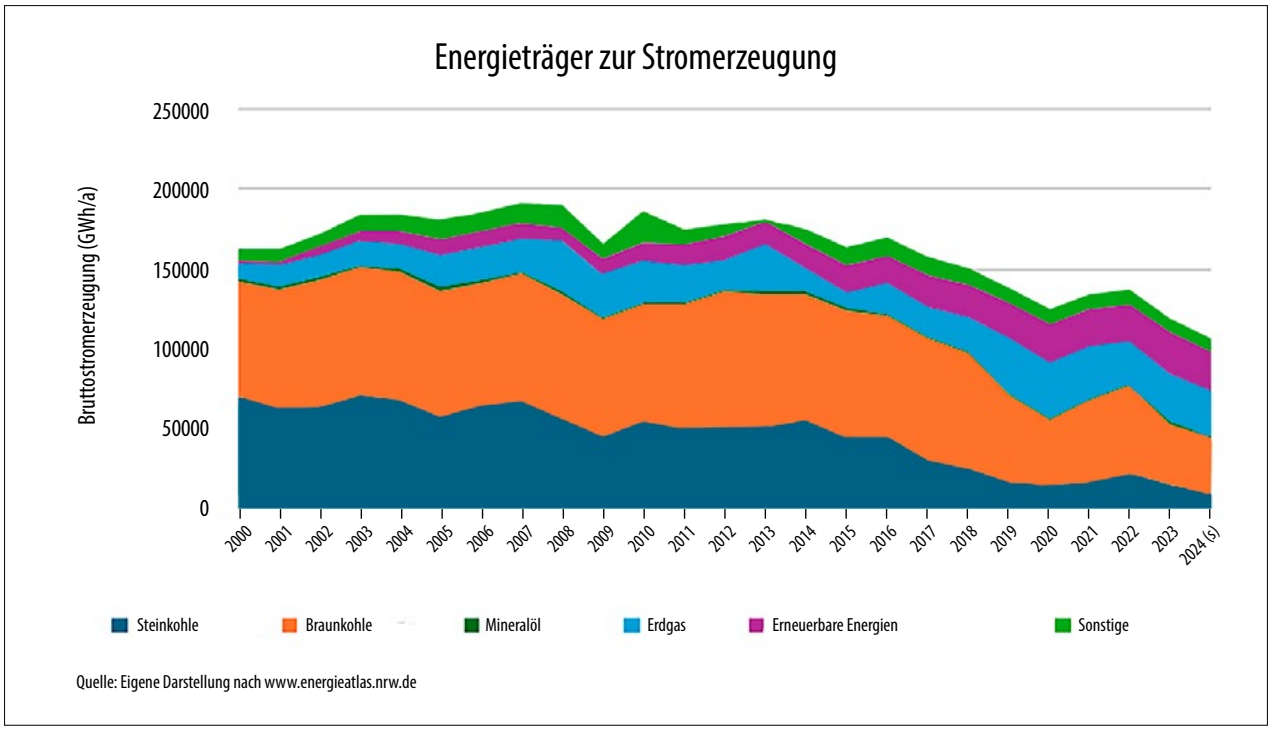


Abbildung 15: Energieträger zur Bruttostromerzeugung in NRW (2000-2024) (LANUK o.J.a)

Die Entwicklung der erneuerbaren Energien ist vorwiegend auf politische Fördermaßnahmen seit 2000 zurückzuführen, wodurch die Bereitstellungskosten gesenkt werden konnten. Heute liegen die Stromgestehungskosten (exklusive Netzkosten und Reservekapazitäten) von Photovoltaik- und Windkraftanlagen mit 4 bis 9 ct/kWh deutlich unter denen konventioneller Kraftwerke (Fraunhofer ISE 2024, S. 20–21). Damit sind erneuerbare Energieanlagen zunehmend wettbewerbsfähig und können sich im freien Markt ohne Förderprogramme realisieren (Fraunhofer ISE 2024, S. 22). Der Zubau der erneuerbaren Energien, allen voran Photovoltaik und Wind, machte seit 2000 insgesamt rund die Hälfte des Energiezubaus aus. An dritter Stelle, mit rund 19 Prozent, folgt der Zuwachs von Erdgaskraftwerken, welche durch ihre Flexibilität nach dem Atomausstieg und dem Kohleausstieg als Brückentechnologie und damit als wichtiger Baustein der Dekarbonisierung des Energiesektors angesehen wurden. Des Weiteren werden Gaskraftwerke seit 2022 mit den technischen Voraussetzungen für die Nutzung von Wasserstoff gebaut, um so auch in Zukunft eine sichere und flexible Energieversorgung gewährleisten zu können (Agora Think Tanks 2024, S. 26–29). In den vergangenen Jahren hat auch die Bedeutung von Energiespeichern zugenommen. Seit 2018 ist ein Anstieg der Kapazitäten auf niedrigem Niveau zu verzeichnen. Die Bedeutung von Wasserstoff im Energiemix und sein Zubau seit 2000 liegt bislang mit unter ein Prozent auf einem vernachlässigbaren Niveau, wird sich jedoch durch den Wandel in der Energiewirtschaft deutlich verändern (Bundesnetzagentur o.J.).

Der Wasserbedarf für die Errichtung von Energieerzeugungsanlagen, sei es thermischer oder erneuerbarer Energieanlagen, kann an dieser Stelle nicht behandelt werden, weil die Datenlage rudimentär ist und keine validen Aussagen für Nordrhein-Westfalen getroffen werden können.

3.8.1.3 Juristischer Rahmen des Kohleausstiegs

Der Rückbau thermischer Kraftwerke in Deutschland erfolgt nicht nur aus ökologischen Gründen, sondern ist auch rechtlich klar geregelt. Auf Bundesebene bildet das Kohleverstromungsbeendigungsgesetz (KVBG) die zentrale gesetzliche Grundlage, das mit dem Kohleausstiegsgesetz (KohleAusG) vom 8. August 2020 in Kraft gesetzt wurde. Es sieht die schrittweise Beendigung der Kohleverstromung bis spätestens 2038 vor und regelt unter anderem Stilllegungsfristen, Entschädigungen sowie Ausschreibungsverfahren für Steinkohleanlagen. In Nordrhein-Westfalen wurde der Braunkohleausstieg im Rheinischen Revier durch eine Novelle des KVBG auf das Jahr 2030 deutlich vorgezogen. Mit der Leitentscheidung 2023 wurde das KVBG räumlich konkretisiert. Damit werden die bundesrechtlichen Vorgaben in landesplanerische Festlegungen umgesetzt und neue Abbaugrenzen, Rekultivierungsziele sowie wasserwirtschaftliche Anforderungen für die Nachnutzung der Tagebauregionen definiert. Im August 2026 wird geprüft, ob und in welchem Umfang der Tagebau Garzweiler und Kraftwerke bis 2033 in Form einer Reserve verfügbar gehalten werden. Damit ist die Stilllegung thermischer Kraftwerke nicht nur energiepolitisch gewollt, sondern auch rechtlich verbindlich verankert.

3.8.1.4 Neue Technologien und Wasserbedarf

Im Zuge der Energiewende verändert sich auch die Nutzung von Wasserressourcen in der Energieerzeugung und -verwendung. Während der Wasserbedarf für konventionelle Kraftwerke durch den Rückbau fossiler Anlagen sinkt, entstehen neue, aktuell überschaubare Energie- und Wasserbedarfe durch Technologien wie Wärmepumpen, Elektrolyseure und Rechenzentren (BMWi 2021, S. 131, 172, 303). Laut den energiewirtschaftlichen Projektionen des BMWi wird der Wasserbedarf für Bioenergie und Wasserstoffproduktion bis 2050 deutlich steigen, insbesondere im Ausland, aber auch mit regionalen Auswirkungen in Deutschland. Die zunehmende Nutzung von Aquathermie und wasserbasierten Wärmelösungen macht eine integrierte Planung von Wasser- und Energieinfrastruktur erforderlich (BMWi 2021, S. 112, 408). Die Bedeutung von Elektrolyseuren zur dezentralen Produktion von grünem Wasserstoff wird ansteigen, was sich auf den Wasserbedarf der Energiewirtschaft in Nordrhein-Westfalen auswirken wird. Dazu wird aber bisher von einem nicht signifikanten Anstieg des Wasserbedarfs für die regionale Wasserstoffproduktion von etwa 4,6 bis 6,9 Millionen m^3 Wasser, was rund 0,5 Prozent des Trinkwasserbedarfs in NRW entspricht, ausgegangen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025v, S. 12; vgl. Agora Think Tanks 2024, 60ff.). Lokal kann der Bedarf durchaus signifikant sein (Baer 2025, S. 8; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025x, S. 2). Des Weiteren werden die Bedarfe an Energie auch durch die Anpassung an neue Wärmeproduzenten, etwa in Form von Wärmepumpen, steigen (vgl. Baer 2025, 1f.). Wärmepumpen können Wärmequellen wie Umgebungsluft, Erdwärme (Geothermie) und andere regenerative Wärmequellen (bspw. Abwasserwärme) nutzen. Nordrhein-Westfalen plant den Ausbau der Geothermienutzung als nachhaltige Wärmequelle zur Erreichung der Wärmeziele im Rahmen der Energiewende (MWIKE 2024a,

S. 11). Vor diesem Hintergrund legte das Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie (MWIKE) im Jahr 2024 einen Masterplan Geothermie vor. Darin wird erläutert, dass das Wärmepotenzial bislang vor allem aus der oberflächennahen Geothermie geschöpft wird und die Möglichkeiten der Tiefengeothermie künftig eingehend analysiert werden sollen (MWIKE 2024b, S. 16). Nach aktuellem Stand ist bei der Verwendung von Geothermie mit keinem nennenswerten Wasserverbrauch zu rechnen (UBA 2025b, S. 74). Die Analysen zeigen, dass bei voller Ausschöpfung der theoretischen Potentiale bis zu 74 Prozent des zukünftigen Wärmebedarfs für Gebäude in Nordrhein-Westfalen durch oberflächennahe Geothermie abgedeckt werden könnten. Deshalb fokussiert sich das LANUV Arbeitsblatt 39 auf die oberflächennahe Geothermie, die bis 400m Tiefe geht und legt den Fokus auf den Wasserschutz. Die geothermischen Anlagen der oberflächennahen Geothermie müssen so geplant, gebaut und betrieben werden, dass Beeinträchtigungen des Grundwassers weitgehend vermieden werden, da in diesen Tiefen auch für die Trinkwassergewinnung (hier stehen insbesondere Trinkwasserschutzzonen I und II in der Diskussion) relevante Aquifere, also wasserführende Bodenschichten, verlaufen (vgl. LANUV 2024b, S. 5, 10f.; Hahn und Spengler 2018, S. 521ff.).

Während die Geothermie insbesondere im Untergrund stabile und langfristig verfügbare Wärmequellen erschließt, rücken ergänzend auch oberflächennahe, wasserbasierte Wärmenutzungen zunehmend in den Fokus der Wärmeplanung. Neben dem geothermischen Potenzial gewinnen dabei insbesondere Gewässer als Wärmequelle an Bedeutung, da sie großskalige und technisch flexible Lösungen für die klimaneutrale Wärmeversorgung ermöglichen. Die Entwicklung geht hin zu großen Wärmepumpen an Fließgewässern, wie beispielsweise in Köln. Diese Anlagen können einen erheblichen Beitrag dazu leisten, den Energiebedarf für Wärme theoretisch bis 200 °C in Industrie, Gewerbe und bei der Beheizung von Gebäuden zu decken. Gleichzeitig können sie dazu beitragen, die Wassertemperaturen in den Gewässern zu senken und damit die Lebensbedingungen für Organismen zu verbessern. Da das Wasser dabei nicht verbraucht, sondern ausschließlich als Medium für den Wärmetransfer genutzt wird, besteht zudem keine Konkurrenz zu anderen Nutzungen (vgl. Agora Energiewende und Fraunhofer IEG 2023, S. 8, 11, 26f.; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025h, S. 9; MWIKE 2024a, S. 19).

Das Fraunhofer Institut ermittelte 2021, dass sich der Strombedarf Deutschlands bis 2030 zunächst leicht reduziert, aber anschließend durch die Elektrifizierung des Verkehrs und die Installation von Wärmepumpen ansteigen wird (BMWi 2021, S. 22ff.). Gleichzeitig wird durch die Stilllegung von thermischen Kraftwerken und die effizientere Nutzung von Energie durch erneuerbare Energiesysteme im Wärme- und Verkehrssektor eine Reduktion von Umwandlungsverlusten bei Primärenergieträgern wie Öl und Gas erreicht. Durch diese Effizienzsteigerung wird eine Reduktion des Primärenergiebedarfs für Deutschland prognostiziert (vgl. BMWi 2021, S. 108, 132, 264, 286). Diese bundesweite Entwicklung ist auch auf Nordrhein-Westfalen übertragbar.

In den vergangenen Jahren hat die Digitalisierung einschließlich des Einsatzes künstlicher Intelligenz (KI) erheblich an Bedeutung gewonnen. Sie eröffnet im Energie- und Wassersektor vielfältige Chancen zur Steigerung der Effizienz und zur Optimierung betrieblicher Abläufe. Dazu zählen unter anderem Smart Metering, digitale Leitsysteme sowie KI-gestützte Analysen im Netz- und Anlagenbetrieb (vgl. Landtag Nordrhein-Westfalen 2025z, S. 8). Digitale Technologien gelten zudem als zentraler Hebel im Bereich des sog. Demand-Side-Managements, der gezielt genutzt werden kann, um Lastspitzen abzufedern und die Nachfrage an fluktuierende Einspeisung anzupassen (vgl. Landtag Nordrhein-Westfalen 2025u, S. 7).

Für den Einsatz solcher Technologien wird Rechenleistung benötigt, die überwiegend in Rechenzentren bereitgestellt wird. In Nordrhein-Westfalen entstehen insbesondere in urbanen Räumen und im Rheinischen Revier vermehrt entsprechende digitale Infrastrukturen. Diese Entwicklung ist jedoch nicht spezifisch auf die Energie oder Wasserwirtschaft zurückzuführen, sondern Teil eines allgemeinen Digitalisierungstrends. Rechenzentren benötigen für ihren Betrieb relevante Mengen an Strom und Wasser, insbesondere zur Kühlung. Welche gesamtwirtschaftliche Bedeutung dies langfristig für Nordrhein-Westfalen haben wird, lässt sich derzeit noch nicht abschließend beurteilen. Gleichzeitig sollte der Einsatz des Rohstoffs Wasser für die Kühlung möglichst effizient gestaltet werden. Eine effiziente Nutzung kann durch Kreislaufführung und durch die Verwendung der entstehenden Abwärme im Fernwärmenetz erreicht werden (vgl. Hintemann, R., Hinterholzer, S. & Progni, K. 2024, S. 6, 10, 14f., 22, 24).

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung gemäß Landeswärmeplanungsgesetz NRW werden derzeit in allen Kommunen strategische Wärmepläne entwickelt. Diese berücksichtigen zunehmend wasserbasierte Technologien wie Aquathermie, zu denen Großwärmepumpen an Fließgewässern oder Wärmerückgewinnung aus Abwasser zählen. Die Verzahnung von Wasser- und Energieinfrastruktur wird damit zu einem zentralen Planungsgegenstand (vgl. NRW.Energy4Climate 2023, S. 5f., 17ff.). Entsprechend dieser Planung sind alle Kommunen (mit mehr als 100.000 Einwohnern) in Nordrhein-Westfalen verpflichtet, bis spätestens 2026 bzw. 2028 (bei weniger als 100.000 Einwohnern) einen kommunalen Wärmeplan zu erstellen. Ziel ist es, eine langfristig klimaneutrale Wärmeversorgung sicherzustellen. Dabei sollen lokale Nutzungsmöglichkeiten wie Abwärme aus verschiedenen Erzeugeranlagen (siehe dazu Kapitel 3.7 „Industrie, Gewerbe, Handwerk“), Geothermie, Großwärmepumpen an Gewässern oder Aquathermie systematisch berücksichtigt werden. Diese Technologien sind eng mit der Verfügbarkeit und Nutzung von Wasserressourcen verknüpft. Die kommunale Wärmeplanung wird damit zu einem zentralen Instrument, um Wasser- und Energieinfrastruktur strategisch zu verzahnen und CO_2-Emissionen im Wärmesektor zu reduzieren (vgl. NRW.Energy4Climate 2023, S. 4f., 17f.).

Insgesamt zeigt sich, dass Wasser künftig nicht mehr als limitierender Faktor für die Stromerzeugung gelten wird. Durch den Wegfall thermischer Kraftwerkskapazitäten ist der Wasserbedarf im

Energiesektor schon erheblich gesunken. Vielmehr wird es strategisch für Wärmebereitstellung, Kühlung und Speicherprozesse genutzt und das mit deutlich geringerem Verbrauch und höherer Effizienz (Baer 2025, S. 2; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025v, S. 3).

3.8.1.5 Wasserkraft und Speicherpotenziale

Wasser ist im energiewirtschaftlichen Sinne nicht nur Produktionsfaktor zur Kühlung von Kraftwerken oder Rechenzentren, sondern eignet sich auch zur Speicherung von Energie. Grundsätzlich können Talsperren der Speicherung von Energie dienen, etwa indem Wasser gezielt zurückgehalten wird oder als Pumpspeicherkraftwerk. Aus Sicht vieler Betreiberinnen und Betreiber ist das wirtschaftliche und nutzbare Potential bereits weitgehend ausgeschöpft. Zwar besteht in Nordrhein-Westfalen grundsätzlich weiteres technisches Potential, dieses wird jedoch in der Praxis häufig durch konkurrierende Nutzungsansprüche sowie durch fehlende Wirtschaftlichkeit begrenzt (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025z, S. 2). In Nordrhein-Westfalen sind – Stand 2024 – Wasserkraftanlagen mit einer Gesamtleistung von 217 MW in Betrieb, etwa die Hälfte dieser Kapazität entfällt auf Talsperren (beispielsweise wird an lediglich 40 von 81 Talsperren im Sauerland und Eifel zurzeit Wasserkraft genutzt (DPA 2022)). Insgesamt trägt die Wasserkraft in Nordrhein-Westfalen mit rund 1,2 Prozent zur gesamten Stromerzeugung bei (IT.NRW 2026). Die Wasserkraft spielt in NRW trotz ihres vergleichsweise geringen Anteils an der Stromerzeugung regional eine Rolle als grundlastfähige und wetterunabhängige erneuerbare Energiequelle (LANUV 2017, S. 3). Das sogenannte differenzierte Potenzial unter Berücksichtigung ökologischer und rechtlicher Rahmenbedingungen, das noch erschließbar wäre, liegt bei 14,4 bis 24,4 MW. Relevant können Repowering-Maßnahmen größerer Anlagen sein (vgl. LANUV 2017, S. 3, 54, 61; Anderer et al. 2018).

Das Stauanlagenverzeichnis NRW dokumentiert über 100 Talsperren und Staustufen mit teils erheblichem Speichervolumen. Die größten Talsperren haben ein Fassungsvermögen von über 100 Mio. m^3 Wasser. Dazu zählen in Nordrhein-Westfalen die Rurtalsperre (202,6 Mio. m^3), die Biggetalsperre (171,7 Mio. m^3) und die Möhnetalsperre (134,5 Mio. m^3). Diese Stauanlagen stellen zentrale Elemente der Wasserinfrastruktur dar. Viele dieser Anlagen sind bereits mit Wasserkraftwerken ausgestattet oder wurden als potenzielle Standorte für Pumpspeicherkraftwerke identifiziert und könnten unter den genannten Rahmenbedingungen ausgebaut bzw. repowered werden (MULNV 2017).

3.8.1.6 Flächenkonkurrenz und Floating-PV

Im aktuellen Landesentwicklungsplan (LEP) wird die Konkurrenz um Flächen zwischen unterschiedlichen Nutzungsinteressen thematisiert. Eine Neuerung ist die Vorrangstellung von erneuerbaren Energiesystemen in Form eines "*überragenden öffentlichen Interesse*[s]" (MWIKE 2025, S. 7). Das Windenergieflächenbedarfsgesetz (WindBG) verpflichtet die Bundesländer, bis 2032 einen An-

teil ihrer Landesfläche für Windenergie bereitzustellen. Für NRW sind dafür 1,8 Prozent der Landesfläche vorgesehen (BMJV 2022). Die Landesregierung hat diesen Zielkorridor im 2. LEP jedoch bereits für 2025 festgelegt und damit eine deutlich kürzere Umsetzungsfrist gewählt als im WindBG gefordert (MWIKE 2024c). Des Weiteren wurde bereits im LEP-Erlass von Dezember 2022 die Nutzung von Floating-PV als erneuerbare Energiequelle anerkannt.

Die Energiegewinnung durch Floating-PV kann einen Bestandteil multifunktionaler Flächennutzung von Kiesseen, Sandgruben oder anderen künstlichen oder erheblich veränderten Oberflächengewässern darstellen. Im Gegensatz zu Freiflächen-PV entstehen bei der Nutzung von Floating-PV keine Konkurrenzen zu landwirtschaftlicher Nutzfläche, weshalb diese Lösung einen positiven Beitrag zur Entschärfung der Flächen- und Nutzungskonkurrenz leisten kann (MWIKE 2022a, S. 4f.). Gleichzeitig ist von Bedeutung, dass negative Auswirkungen auf die Gewässergüte von Trinkwassergewinnungsgebieten zu vermeiden sind (Baer 2025, S. 2f.) und das Gewässerökosystem nicht signifikant beeinträchtigt wird (Bundesamt für Naturschutz 2024, S. 6).

3.8.1.7 Energiebedarf der Wasserwirtschaft

Auch die Wasserwirtschaft selbst hinterlässt durch Trinkwasserversorgung und Abwasserbehandlung einen signifikanten Energiefußabdruck. Im kommunalen Bereich ist die Kläranlage in der Regel der größte Energieeinzelverbraucher (UBA 2021a, S. 6). Laut UBA liegt der Energiebedarf von Kläranlagen aktuell noch bei rund 32 kWh pro Einwohner und Jahr. Dies entspricht für Deutschland einem Gesamtenergieverbrauch von 3,4 TWh pro Jahr (UBA 2021a, S. 41). Gemäß Statistischem Bundesamt für das Jahr 2021 hat ein durchschnittlicher 1 Personenhaushalt rund 2105 kWh pro Jahr verbraucht (Statistisches Bundesamt 2023). Dies heißt, dass rund zwei Prozent des Energieverbrauchs eines durchschnittlichen Einwohners in Deutschland für die Abwasserreinigung benötigt werden.

Die Einführung einer vierten Reinigungsstufe bei kommunalen Kläranlagen, etwa zur Entfernung von Mikroschadstoffen wie Arzneimittelrückständen, ist in der EU-Kommunalabwasserrichtlinie (EU/2024/3019, KARL), die bis 2027 umgesetzt werden muss, verpflichtend vorgesehen. Diese zusätzliche Reinigungsstufe ist mit einem erheblichen Anstieg des Energiebedarfs verbunden. Laut Umweltbundesamt kann der Stromverbrauch je nach eingesetzter Technologie (z. B. Ozonierung, Aktivkohlefiltration) um 15–45 Prozent steigen (UBA 2021a, S. 42; Niederste-Hollenberg und Zheng 2022). Damit wird die Abwasserbehandlung nicht nur zum größten Energieeinzelverbraucher in der kommunalen Wasserwirtschaft, sondern auch zu einem relevanten Faktor für die Energieinfrastruktur. Die Umsetzung dieser Maßnahme erfordert daher eine vorausschauende Verzahnung von Energie- und Wasserplanung. Die KARL sieht die Energieautarkie für kommunale Kläranlagen vor. Kläranlagen sollen ihren Energiebedarf also künftig durch Eigenstromerzeugung decken, etwa durch Photovoltaik, Faulgasverstromung oder Wärmerückgewinnung aus Abwasser. Damit sollen

kommunale Abwasserbetriebe zu aktiven Teilnehmern der Energiewende werden und sich zu sogenannten „Prosumern“ entwickeln, die nicht nur Energie verbrauchen, sondern auch einspeisen (Europäisches Parlament; Rat der Europäischen Union; Deutscher Bundestag 2024). Diesem Ziel stehen jedoch regulatorische Hürden entgegen. Die Energieerzeugung ist bspw. den sondergesetzlichen Wasserverbände nach Maßgabe ihrer Verbandsgesetze nicht als Aufgabe zugewiesen.

3.8.2 Auswirkungen des Klimawandels

Die Veränderungen der klimatischen Rahmenbedingungen in Nordrhein-Westfalen werden in Kapitel 2.3 dargestellt. Diese Entwicklungen beeinflussen die Verfügbarkeit und Steuerbarkeit von Wasserressourcen, im speziellen für Kühlprozesse, industrielle Anwendungen und die Energieproduktion. Auch die saisonale Verschiebung der Niederschläge rückt die Bedeutung von Speichervolumina, etwa in Talsperren, stärker in den Fokus. Die Fähigkeit, Wasser über längere Zeiträume verfügbar zu halten, gewinnt im Kontext hydrologischer Schwankungen an strategischer Relevanz (UBA 2024a, S. 184).

Die Auswirkungen des Klimawandels führen zu häufigeren Niedrigwasserständen in den Oberflächengewässern, wie beispielsweise dem Rhein und der Ruhr, wenn die Sommermonate heißer und trockener werden (LANUV 2024a, S. 46, 58). Die Veränderungen in der Wasserführung stellen in Kombination mit der zusätzlichen Erwärmung durch thermische Kraftwerke ein Risiko für die Flussgebiete dar. Insbesondere bei Kraftwerken mit Durchlaufkühlungen kann die Rückführung erhitzten Wassers dazu führen, dass kritische Grenzwerte überschritten werden. Treten zudem häufiger Niedrigwasserphasen und hohe Gewässertemperaturen auf, sind Einschränkungen wie die Limitierung der Wasserentnahme oder sogar Abschaltungen thermischer Kraftwerke und teilweise auch von Wasserkraftanlagen zu erwarten (vgl. UBA 2025b, S. 22, 44f.; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025v, S. 7). Durch die Abnahme von thermischen Kraftwerkskapazitäten wird das Problem der Einschränkungen in Hitzesommern und bei Niedrigwasser am Gewässer in Zukunft geringer werden.

Da der Rhein vom Schneeregime der Alpen abhängt, ist bis etwa zum Jahr 2050 mit tendenziell höheren Abflussmengen im Frühjahr zu rechnen. Laut Prognosen wird ab dem Jahr 2070 die Gletscherschmelze jedoch deutlich abnehmen, sodass das Abflussregime des Rheins – insbesondere im hydrologischen Sommer (Mai bis Oktober) – stark zurückgehen wird (Stahl 2022, S. 6; IKSR 2015, S. 11; vgl. LANUV 2024a, S. 35–36, 70). Gleichzeitig beeinflussen die potenziellen Niedrigwasserphasen den Transport von Gütern, wie bspw. fossilen Energieträgern und Grundsubstanzen der chemischen Industrie, welche bisher meist über die Wasserstraßen transportiert werden (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025v, S. 8f.; Baer 2025, S. 5). Die Stoffströme auf den Wasserstraßen werden sich von fossilen Energieträgern hin zu Wasserstoff und anderen großvolumigen Gütern verändern (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ak, S. 2). Aus diesem Grund wird die Bedeutung der Wasser-

straßen für Nordrhein-Westfalen auch in Zukunft eine zentrale logistische Infrastrukturgrundlage bleiben (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ak, S. 1). Ähnliche Tendenzen werden auch im LANUV Fachbericht 157 genannt, in denen die Projektion für die Zukunft nicht eindeutig ist, die Szenarien Abnahmen und Zunahmen der Abflüsse im Verlauf des Jahres ergeben und die damit einhergehende Schiffbarkeit des Rheins nicht eindeutig tendieren lassen (siehe dazu Kapitel 3.10 "Wasser als Transportweg") (vgl. LANUV 2024a, S. 46ff.). Durch die Verschiebung der Jahreszeiten und ihrer Dauer steigt in einigen Oberflächengewässern die Temperatur, was zu höheren Verdunstungsraten führt. Um diese Gewässer zu schützen, müssen Verschattungsmöglichkeiten geschaffen werden, die zugleich mit den Bedürfnissen der Bevölkerung vereinbar sind (LANUV 2024). Eine aus Sicht der Energiewirtschaft positive Lösung kann in Floating-PV-Anlagen liegen: Sie spenden Schatten, können möglicherweise dadurch die Wassertemperatur senken und so die Resilienz von Gewässern erhöhen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025aa, S. 4f.). Ergänzend dazu bieten Großwärmepumpen an Fließgewässern die Möglichkeit, die Temperaturentwicklung gezielt zu beeinflussen. Die Entnahme von Wärme aus den Gewässern zur thermischen Nutzung ermöglicht zugleich positive ökologische Effekte, da sie die durch den Klimawandel induzierte Erwärmung reduziert und damit die Belastungen für die Gewässerökologie abmildert (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025v, S. 10f.).

3.8.3 Lösungen und Anpassungsstrategien

Um den steigenden Anforderungen an eine sichere, klimaneutrale und wirtschaftlich tragfähige Energie- und Wasserversorgung gerecht zu werden, sind Anpassungen der bestehenden Infrastrukturen und politischen Rahmenbedingungen notwendig. Der zunehmende Elektrifizierungsgrad, die Wärmewende sowie die Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserverfügbarkeit und -qualität erfordern gezielte Anpassungen auf technischer, planerischer und institutioneller Ebene. In den folgenden Abschnitten werden konkrete Lösungsansätze vorgestellt; von der Modernisierung wasserbezogener Infrastrukturen über die Integration sektorübergreifender Technologien bis hin zur Vereinfachung von Genehmigungsverfahren. Dabei stehen sowohl Technologien wie Aquathermie, Floating-PV und digitale Steuerungssysteme im Fokus, als auch strategische Maßnahmen zur Governance, Flächennutzung und interkommunalen Kooperation. Ziel ist es, die Resilienz zu stärken, Synergien zu heben und die Transformation systemisch zu gestalten.

3.8.3.1 Strategische Flächennutzung und multifunktionale Gewässer

Künstliche Gewässer können durch strategische Flächennutzung und die Erweiterung um multifunktionale Dienstleistungen einen wertvollen Raum für die Energiewende, Klimaanpassung und die Entschärfung von Flächenkonkurrenzen darstellen. Insbesondere Floating-PV-Anlagen auf Baggerseen, Tagebauseen oder anderen künstliche Gewässern können die Stromproduktion mit ökologischen Vorteilen verbinden. Dazu zählen die Reduktion von Verdunstung, die Stabilisierung der Wassertemperatur und die Erhöhung des Stauvolumens der Talsperren in den Sommermona-

ten, was auch der Wasserkraftnutzung zugutekommt (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025w, S. 4, 2025v, S. 14f.). Die ökologische Bewertung solcher Anlagen erfordert jedoch eine differenzierte Betrachtung. Potenzielle Auswirkungen wie Abschattung, Störung des Vogelverhaltens oder Auswirkungen durch verwendete Materialien, sollten bei der Standortwahl und technischen Ausgestaltung berücksichtigt werden (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025v, S. 14 ff., 2025w, S. 4). Der Leitfaden des Fraunhofer ISE zeigt auf, dass Floating-PV auf Kies- und Sandseen zur Dekarbonisierung und nachhaltigen Nachnutzung industriell geprägter Flächen beitragen kann. Die Technologie kann zudem die lokale erneuerbare Energieversorgung fördern und dazu beitragen, stagnierende Oberflächengewässer vor Überhitzung zu schützen und Evaporationsverluste zu verringern, bei gleichzeitiger Minimierung von Flächenkonflikten (Nagababu et al. 2024, S. 6856).

Die aktuellen rechtlichen Rahmenbedingungen, insbesondere die Flächenbegrenzung im Wasserhaushaltsgesetz (WHG) und der Uferabstand, werden als ein Hemmnis für die Umsetzung solcher Projekte betrachtet. Diese Regelungen sollten aus Sicht einiger Sachverständiger überarbeitet und künstliche Gewässer im Baugesetzbuch privilegiert werden. Die Bundesratsinitiative des Landes Nordrhein-Westfalen zur Anpassung des WHG wurde in diesem Zusammenhang von diesen Sachverständigen als positiv bewertet (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025u, S. 3f., 2025aa, S. 6).

Die ökologische Bewertung solcher Anlagen erfordert jedoch eine differenzierte Betrachtung. Das Bundesamt für Naturschutz weist darauf hin, dass die gewässerökologischen Auswirkungen von Floating-PV-Anlagen bislang kaum erforscht sind. Sichere Erkenntnisse über Auswirkungen auf die Biodiversität bestehen noch nicht (Bundesamt für Naturschutz 2024, S. 6). Potenzielle Auswirkungen wie Abschattung, Störung des Vogelverhaltens oder Auswirkungen durch verwendete Materialien, sollten bei der Standortwahl und technischen Ausgestaltung berücksichtigt werden (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025v, S. 14 ff.; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025w, S. 4). Vor diesem Hintergrund wurde auch in der Sachverständigenanhörung angeraten, mit Blick auf den Gewässerschutz dem Vorsichtsprinzip gegenüber einer Floating-PV-Nutzung Vorzug zu geben (Baer 2025, S. 2). Darüber hinaus wird gefordert, die Auswirkungen von Floating-PV auf die Fischerei und die Lebensgemeinschaften unter Wasser zu berücksichtigen (Fischereiverband Nordrhein-Westfalen e.V. o.J.).

3.8.3.2 Wärme aus Wasser: Aquathermie, Großwärmepumpen und Geothermie

Die Kombination von Aquathermie und Wasserkraft bietet aus Sicht einiger Sachverständigen eine mögliche Lösung zur Nutzung bestehender Infrastruktur. An Wasserkraftstandorten könnten vorhandene Ein- und Ausleitungsstellen für die Installation von Wärmetauschern genutzt werden, was Genehmigungsprozesse vereinfacht und die ökologische Belastung minimiert (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025w, S. 2). Die kommunale Wärmeplanung bietet eine gute Gelegenheit, wasserbasierte Technologien gezielt in die Wärmewende einzubinden. Eine engere Verbindung mit der Planung

in der Wasserwirtschaft, etwa durch gemeinsame Potenzialanalysen oder abgestimmte Genehmigungsverfahren, kann helfen, Synergien zu nutzen und Nutzungskonflikte zu vermeiden (NRW. Energy4Climate 2023, S. 33). Großwärmepumpen können für urbane Räume und Industrieprozesse einen signifikanten Beitrag leisten. Sie stellen relevante Wärmemengen bereit und nutzen Flusswasser als Wärmeträger, ohne es zu verbrauchen. Dadurch können sie die Gewässertemperatur senken und gleichzeitig Wärme bereitstellen (Baer 2025, S. 4; vgl. Agora Energiewende und Fraunhofer IEG 2023, S. 12, 18, 50f.; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025h, S. 9). Auch Wärmetauscher am Ablauf von Kläranlagen oder direkt in den Hauptsammlern der Kläranlagen können einen Beitrag zur Wärmewende leisten (DWA 2020). Um dieses Potenzial zu erschließen, ist es jedoch wichtig, vermeidbare regulative Hürden bspw. im Hinblick auf die Vorgaben der Selbstüberwachungsverordnung für öffentliche und private Abwasseranlagen zu beseitigen. Neben klassischen wasserbasierten Technologien gewinnen auch digitale Infrastrukturen wie Rechenzentren im Wasser-Wärme-Nexus zunehmend an Bedeutung, da sie große Mengen Abwärme erzeugen. Als Voraussetzung müssen Quelle und Abnehmer räumlich nah beieinander liegen. Gleichzeitig entsteht in den Rechenzentren ein Kühlbedarf, bei dem Wasser als Medium eingesetzt werden könnte (Hintemann, R., Hinterholzer, S. & Progni, K. 2024, S. 22–24; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025z, S. 4). Dafür muss die Wasserwirtschaft stärker mit anderen Sektoren vernetzt werden, insbesondere bei der Wärmenutzung aus Abwasser oder der Integration von Rechenzentren (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025h, S. 5f.). Die Unsicherheit im Regulierungsrahmen bleibt hier jedoch ein zentrales Hindernis (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025h, S. 9). Als eine Lösung wird empfohlen, die Kombination von Aquathermie und Wasserkraft systematisch im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung zu prüfen und aktiv zu fördern (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025w, S. 5). Auch die Geothermie spielt eine zunehmend wichtige Rolle. Der Masterplan Geothermie des MWIKE zeigt, dass bis zu 74 Prozent des Wärmebedarfs für Gebäude in Nordrhein-Westfalen durch geothermische Potenziale gedeckt werden könnte. Während die oberflächennahe Geothermie bis 400 m Tiefe bereits genutzt wird, soll die Tiefengeothermie künftig stärker erschlossen werden (LANUV 2024b; MWIKE 2024b).

3.8.3.3 Digitalisierung und KI für Wasser- und Energieeffizienz

Die zunehmende Verzahnung von Wasser- und Energieinfrastrukturen zeigt sich nicht nur in der Wärmenutzung, sondern auch in digitalen Anwendungen. Insbesondere die kommunale Wärmeplanung und die Integration von Rechenzentren verdeutlichen, dass Digitalisierung und KI zentrale Hebel für Effizienzsteigerung und sektorübergreifende Synergien sind (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025u, S. 7, 2025z, S. 6). Rechenzentren, die durch ihre hohe Abwärmeproduktion und ihren Kühlbedarf zunehmend in die Wärmeplanung einbezogen werden, können neue Potenziale für die kommunale Versorgung bieten. Die Nutzung von Wasser als Kühlmedium und die Rückgewinnung von Wärme aus digitalen Infrastrukturen können zur Entlastung von Netzen und zur lokalen Dekarbonisierung beitragen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025z, S. 6). Darüber hinaus eröffnet die Digitalisierung neue Möglichkeiten für die strategische Ressourcenbewirtschaftung. KI-gestützte

Prognosemodelle, die meteorologische und hydrologische Daten kombinieren, ermöglichen eine frühzeitige Erkennung von Wasserstress und die gezielte Anpassung von Energieerzeugung und -verbrauch. Dies stärkt die Resilienz gegenüber Extremwetter und verbessert die operative Planung (WBGU 2024, S. 66–68). Auch in der Wasserwirtschaft selbst lassen sich durch digitale Instrumente Effizienzgewinne erzielen. Der Einsatz von Drohnen und KI zur Leckageerkennung trägt dazu bei, Wasserverluste zu reduzieren und Wartungsprozesse gezielt zu starten, gemäß des "predictive maintenance" (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025z, S. 9). Gleichzeitig wird deutlich, dass die bestehende Dateninfrastruktur und der regulatorische Rahmen noch nicht ausreichen, um diese Potenziale voll auszuschöpfen. Die parallele Datenlieferung an verschiedene Behörden ohne Plattformintegration stellt ein Hemmnis für die effiziente Umsetzung dar (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025h, S. 22). Ein Lösungsansatz liegt im Aufbau interdisziplinärer Datenplattformen, die sektorübergreifend für Energie, Wasser, Klima und Infrastruktur nutzbar sind. Voraussetzung dafür sind klare Zuständigkeiten, einheitliche Schnittstellen und datenschutzkonforme Regelungen (WBGU 2024, S. 72–74).

3.8.3.4 Energiebedarf und Transformation der Wasserwirtschaft

Die Wasserwirtschaft steht im Zuge der Energiewende vor einem tiefgreifenden Wandel. Insbesondere die Einführung neuer technischer Standards, wie etwa die vierte Reinigungsstufe zur Entfernung von Spurenstoffen, führt zu einem deutlich erhöhten Energiebedarf auf kommunalen Kläranlagen (Baer 2025, S. 2). Um diesen zusätzlichen Bedarf auszugleichen und gleichzeitig zur Dekarbonisierung beizutragen, sollen Kläranlagen, wie oben benannt, nach Maßgabe der KARL energieautark werden und sich zu sogenannten „Prosumern", die durch Faulgasverstromung, Photovoltaik und Wärmerückgewinnung nicht nur ihren Eigenbedarf decken, sondern auch Strom ins Netz einspeisen können, entwickeln (Baer 2025, S. 5; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025w, S. 6). Möglichkeiten, die Erreichung dieses Ziel zu begünstigen, bestehen insbesondere darin, die ebenfalls beschriebenen regulatorischen Hürden zu beseitigen. Ein weiterer Ansatz ist die Nutzung von gereinigtem Abwasser als Kühlmedium in Kraftwerken oder der Industrie. Diese Technologie kann zur Entlastung von Fließgewässern beitragen und den Frischwasserbedarf deutlich senken. Erste Pilotprojekte zeigen, dass sich damit auch in wasserarmen Regionen die Versorgungssicherheit verbessern lässt (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025z, S. 6). International wird die Wiederverwendung von aufbereitetem Abwasser als strategisches Instrument zur Sicherung der Wasserverfügbarkeit in der Energieerzeugung hervorgehoben, insbesondere in industriell geprägten Regionen mit hohem Kühl- und Prozesswasserbedarf, wie in Nordrhein-Westfalen (vgl. World Bank Group 2025, S. 12–15). Auch die Wasserstoffstrategie und die zunehmende Ansiedlung von Rechenzentren erhöhen den Bedarf an hochwertigem Kühlwasser. Die Wiederverwendung gereinigter Abwässer bietet hier ein erhebliches Potenzial, um Nutzungskonkurrenzen zu vermeiden und gleichzeitig ökologische Belastungen zu reduzieren (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025z, S. 8). Die Stadtwerke Düsseldorf etwa prüfen den Einsatz von Brauchwasser für Elektrolyseure, um den Trinkwasserbedarf zu entlasten und die Standortwahl energie- und wasserwirtschaftlich zu optimieren (Landtag

Nordrhein-Westfalen 2025z, S. 8). Der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) hebt in seinem Hauptgutachten 2024 hervor, dass die Transformation der Wasserwirtschaft nicht nur technische, sondern auch systemische Anpassungen erfordert. Die Kopplung von Wasser- und Energieinfrastruktur, die Wiederverwendung von Wasser in industriellen Prozessen und die Digitalisierung der Steuerungssysteme gelten als zentrale Hebel für eine resiliente und nachhaltige Entwicklung (WBGU 2024, S. 66–68).

3.8.3.5 Governance, Genehmigungen und Bürokratieabbau

Die Umsetzung wasserbasierter Energietechnologien wie Floating-PV, Aquathermie oder Wasserkraft wird durch komplexe Genehmigungsprozesse, uneinheitliche Zuständigkeiten und mangelnde Koordination zwischen Behörden erheblich erschwert. Für Floating-PV-Anlagen sind bis zu drei Genehmigungsschritte erforderlich, welche aus Flächennutzungsplanänderung, wasserrechtlicher Genehmigung und Baugenehmigung bestehen, obwohl die Technologie gesetzlich privilegiert ist (§ 35 BauGB, § 2 EEG) (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025h, S. 2, 2025aa, S. 2). Auch bei der Wasserkraft und Aquathermie führen langwierige Verfahren zu Verzögerungen, obwohl sie zur Dekarbonisierung und Gewässerkühlung beitragen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025w, S. 4, 2025u, S. 7). Ein zentrales Problem liegt in der fehlenden Zuständigkeitsklärung: Die parallele Datenabgabe an verschiedene Behörden ohne Plattformintegration erhöht den Verwaltungsaufwand und erschwert die Verfahrenskoordination (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025h, S. 22). Eine bessere Abstimmung zwischen Umwelt- und Energieministerien sowie eine klare Kompetenzzuweisung für Genehmigungsbehörden sollte entwickelt werden (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025z, S. 10, 2025w, S. 6). Innovative Vorhaben müssen durch Best-Practice-Beispiele erprobt und durch wohlwollende Prüfungen unterstützt werden (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025w, S. 6). Die Privilegierung wasserbasierter Technologien im Baugesetzbuch und Wasserhaushaltsgesetz muss durch praktikable Umsetzung flankiert werden. Künstliche oder erheblich veränderte Gewässer müssten explizit in den Privilegierungstatbestand des § 35 Abs. 1 Nr. 8 BauGB aufgenommen und die restriktiven Flächenbegrenzungen für Floating-PV im WHG überarbeitet werden (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025aa, S. 3, 2025u, S. 6). Auch wirtschaftliche Aspekte sind eng mit der Governance-Frage verknüpft. Floating-PV-Anlagen verursachen etwa 1,5-fach höhere Investitionskosten im Vergleich zu landgestützten Systemen, u. a. durch spezielle Verankerungstechnik und Betriebsmittel (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025aa, S. 2). Gleichzeitig erschweren regulatorische Hemmnisse und teilweise wirtschaftliche Erwägungen bislang einen systematischen Ausbau von Floating-PV (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025aa, S. 3). Großwärmepumpen erfordern Investitionen im dreistelligen Millionenbereich, deren Realisierung durch instabile Förderkulissen und unklare Genehmigungsprozesse gefährdet ist (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025h, S. 9, 2025z, S. 8). Die wirtschaftliche Tragfähigkeit solcher Projekte hängt daher maßgeblich von verlässlichen Rahmenbedingungen und der Integration in kommunale Wärmeplanungen ab (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025w, S. 5, 2025u, S. 6). Besonders sensibel sind Genehmigungen in Wasserschutzgebieten. Hier sollte eine

differenzierte Betrachtung erfolgen. Während vereinfachte Verfahren für Aquathermie und Geothermie grundsätzlich sinnvoll sind, müssen Trinkwasserschutz und hydrogeologische Risiken weiterhin sorgfältig geprüft werden (Baer 2025, S. 3; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025z, S. 8).

3.8.3.6 Integrierte Planung und sektorübergreifende Synergien

Die nachhaltige Entwicklung der Wasser- und Energiewirtschaft erfordert eine sektorübergreifende Planung, die die Wechselwirkungen zwischen Wasser, Energie, Landwirtschaft und Ökologie systematisch berücksichtigt. In der Praxis zeigen sich vielfältige Potenziale, etwa bei der energetischen Nutzung von Klärschlamm, Abwasserwärme oder Gewässerwärme im Rahmen kommunaler Wärmeplanungen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025u, S. 5, 2025w, S. 5). Auch die landwirtschaftliche Bewässerung für Energiepflanzen verlangt eine abgestimmte Ressourcennutzung, insbesondere in Regionen mit begrenzter Wasserverfügbarkeit (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025z, S. 8, 2025v, S. 8). Die Kombination bestehender Infrastrukturen mit neuen Technologien kann Genehmigungsprozesse vereinfachen und ökologische und ökonomische Vorteile schaffen. So lassen sich etwa Ein- und Ausleitungsstellen von Wasserkraftanlagen für die Integration von Gewässerwärmepumpen nutzen, wodurch zusätzliche Eingriffe vermieden und gleichzeitig überhitzte Flüsse lokal gekühlt werden können (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025w, S. 2, 2025u, S. 6). Die Kopplung von Landwirtschaft und Photovoltaik auf multifunktionalen Flächen zur Doppelnutzung von landwirtschaftlicher Produktion und Energieerzeugung kann Vorteile mit sich bringen, indem sie durch Verschattung Verdunstungsverluste reduziert und damit zugleich positive Effekte auf den Wasserhaushalt erzeugt, während etwa die Einbindung industrieller Abwärme in Wärmenetze weitere sektorübergreifende Schnittstellen eröffnet (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025v, S. 9).

Diese Herangehensweise entspricht dem Water-Energy-Food-Nexus-Konzept, das die gegenseitigen Abhängigkeiten zwischen Ressourcen adressiert und auf eine koordinierte Steuerung abzielt. In Deutschland wird dieser Ansatz zunehmend in der kommunalen Praxis aufgegriffen, etwa durch die gemeinsame Planung von Wasser- und Energieinfrastrukturen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025z, S. 2). Auch das WBGU-Hauptgutachten 2024 betont, dass sektorübergreifende Strategien notwendig sind, um Wasserressourcen resilient und gerecht zu nutzen. Besonders hervorgehoben wird die Bedeutung multifunktionaler Infrastrukturen, die gleichzeitig Energie erzeugen, Wasser speichern und zur Klimaanpassung beitragen (WBGU 2024, S. 48f.). Die kommunale Wärmeplanung wird dabei als zentrale Schnittstelle identifiziert, um sektorübergreifende Synergien systematisch zu erschließen. Sie sollen Wasserressourcen, Energieinfrastruktur und Klimaziele gemeinsam adressieren und dabei auch soziale Aspekte wie Teilhabe und Gerechtigkeit berücksichtigen (WBGU 2024, S. 50–52). Zur Erhöhung der Resilienz gegenüber klimatischen Extremereignissen sind Monitoring- und Frühwarnsysteme für Wasserverfügbarkeit, Wassertemperaturen und Hitzestress essenziell. Digitale Instrumente wie KI-gestützte Sensorik, Smart Metering und digitale Zwillinge ermöglichen eine präzise Steuerung und frühzeitige Reaktion auf kritische Entwicklungen (Landtag

Nordrhein-Westfalen 2025z, S. 9, 2025w, S. 3). Der WBGU empfiehlt in diesem Zusammenhang den Ausbau digitaler Steuerungssysteme und die Integration von Echtzeitdaten in die Planung wasserbezogener Infrastrukturen (WBGU 2024, S. 66–68). Darüber hinaus wird eine stärkere interdisziplinäre Zusammenarbeit gefordert. Die Planung wasserbezogener Infrastruktur soll nicht nur technische, sondern auch ökologische, soziale und ökonomische Perspektiven einbeziehen. Dies umfasst auch die Beteiligung von Kommunen, Zivilgesellschaft und Wissenschaft in Entscheidungsprozessen (WBGU 2024, S. 72–74).

3.9 Rohstoffabbau/Bergbau

(Kohle-)Bergbau sowie Rohstoffabbau hatten und haben – auch über die Phase der aktiven Förderung hinaus – Auswirkungen auf den Wasserhaushalt in Nordrhein-Westfalen. In diesem Kapitel werden daher die bestehenden Auswirkungen ihrer Gewinnung auf den Wasserhaushalt sowie die daraus resultierenden zukünftigen (wasser-)wirtschaftlichen Nutzungspotenziale, Risiken und Herausforderungen im Kontext des Klimawandels nebst Lösungsansätzen und möglichen Anpassungsstrategien diskutiert. Mit Blick auf die bereits eingestellte Steinkohleförderung und das perspektivische Ende der Braunkohlegewinnung im Rheinischen Revier liegt der Schwerpunkt im Bereich des Kohlebergbaus insbesondere auf der Nachbergbauphase sowie dem Umgang mit den sogenannten Ewigkeitsaufgaben. Touristische Nachnutzungen – beispielsweise von Tagebaurestseen – werden in diesem Zusammenhang an dieser Stelle nicht behandelt; hierzu sei auf Kapitel 3.11 Tourismus, Freizeit und Erholung verwiesen. Zur energetischen Nutzung von Kiesseen sei vertieft auf das Kapitel 3.8 Energie verwiesen.

3.9.1 Gruben- und Polderwassermanagement im ehemaligen Steinkohlerevier

Mit der Schließung der letzten deutschen Zechen 2018 hat die Steinkohleförderung in Nordrhein-Westfalen und Deutschland geendet – die Auswirkungen des Bergbaus auf den Wasserhaushalt bestehen jedoch in mehrfacher Weise fort. Der nordrhein-westfälische Steinkohlbergbau, insbesondere im Ruhrgebiet sowie im Ibbenbürener Revier, hat zu dauerhaften Veränderungen der dortigen Landschaften und Wasserhaushalte geführt. Für die Wahrnehmung der daraus resultierenden dauerhaften Bergbaufolgeaufgaben ist die RAG-Stiftung mit ihren Tochterunternehmen wie der RAG-Aktiengesellschaft (nachfolgend zusammenfassend: RAG) auf Basis eines mit dem Land NRW geschlossenen Erblastenvertrages verantwortlich. Aus wasserwirtschaftlicher Perspektive wichtigster Teil der Aufgaben der RAG sind das insbesondere dem Trinkwasserschutz dienende Grubenwassermanagement sowie die Poldermaßnahmen (RAG-Stiftung 2026).

3.9.1.1 Chancen und Risiken des Grubenwassermanagements

Grubenwasser bildet sich, wenn versickertes Regenwasser oder anderweitig zufließendes Grundwasser in die Schächte von Bergwerksanlagen eindringt. Auch nach Ende der Steinkohleförderung verbleibt unter Tage das Netz aus Schächten und Strecken der ehemaligen Bergwerksanlagen. Mit Einstellung der Förderung endete jedoch zugleich deren zuvor für den Bergwerksbetrieb unabdingbare Entwässerung. Dies hat zur Folge, dass die alten Bergwerksanlagen nach und nach durch versickerndes Regenwasser und anderweitig zufließendes Grundwasser geflutet werden (RAG AG 2024, S. 7).

Zentrales Problem beim Grubenwasser sind die darin gelösten Stoffe/Substanzen, die bei Vermengung mit zur Trinkwasseraufbereitung genutztem bzw. zur Trinkwassergewinnung nutzbarem oberflächennahen Grundwasser dieses verunreinigen würde. Beim Versickern bzw. seiner allgemeinen unterirdischen Fließbewegung nehmen das Regenwasser und das zufließende Grundwasser in den passierten Erd- und Steinschichten enthaltene Stoffe wie Salze (vor allem Chlorid und Sulfat) auf. Hinzu kommen Belastungen anthropogenen Ursprungs wie (Schwer-)Metalle, die u. a. bei der Flutung der ehemaligen Bergwerksschächte durch das Wasser aufgenommen werden. In Kombination führt dies dazu, dass Grubenwasser bei einer Vermengung mit oberflächennahem Grundwasser – das unter anderem im nördlichen Ruhrgebiet in den Halterner Sanden zur Trinkwassergewinnung genutzt wird – zu dessen Verunreinigung bzw. Versalzung führen würde. Weitere Gründe, den Grubenwasseranstieg zu begrenzen, liegen in der Absicht, Ausgasungen und Hebungen an der Oberfläche, die zu Bergschäden führen würden, zu unterbinden (Bezirksregierung Arnsberg 2025b, S. 2).

Um die schädliche Vermengung von Gruben- und oberflächennahem Grundwasser zu verhindern, betreibt die RAG deshalb über das Ende des Bergbaus hinaus als sogenannte Ewigkeitsaufgabe ein dauerhaftes, behördlich kontrolliertes Grubenwassermanagement, das diesem u.a. durch rechtzeitiges Abpumpen des aufsteigenden Grubenwassers vorbeugt. Grubenwasser bildet sich zunächst unterhalb der für die Trinkwassergewinnung wichtigen oberflächennahmen Grundwasservorkommen. Durch das stetig nachsickernde Regenwasser steigt der Grubenwasserspiegel jedoch nach und nach und würde – ohne technische Eingriffe – bis zur natürlichen Höhe des Grundwassers aufsteigen, was u.a. zur Vermischung und damit zur Verunreinigung des Grundwassers führen würde. Dem Anstieg des Grubenwassers setzt das Grubenwassermanagement daher ab bestimmten Tiefen durch umfangreiche Pumpmaßnahmen (Ruhrrevier) bzw. einen Grubenwasserkanal (Ibbenbürener Revier) eine Grenze. Die RAG unterhält zu diesem Zweck als Ewigkeitsaufgabe ein System aus mehreren zentralen Wasserhaltungspunkten mit weiteren Sicherungsstandorten sowie eine Kläranlage (Ibbenbürener Revier), durch welches in Nordrhein-Westfalen jedes Jahr rund 70 Mio. Kubikmeter Grubenwasser zum Schutz der lokalen Grundwasservorkommen gehoben, nötigenfalls aufbereitet (Ibbenbürener Revier) und anschließend in Rhein, Ruhr, Lippe und Ibbenbürener Aa eingeleitet

werden (RAG AG o.J., S. 3–6; Grigo 2025, S. 1; Melchers und Westermann 2025, S. 14). Die Umweltverträglichkeit dieser Einleitungen – insbesondere im Hinblick auf die Trinkwasserversorgung aus Ruhr-Uferfiltrat – sowie die Sicherheit und Tauglichkeit des Grubenwasserkonzeptes insgesamt werden behördlich kontrolliert (Bezirksregierung Arnsberg 2025b, S. 4–7). Zudem besteht unter Beteiligung aller Stakeholder wie Behörden, betroffenen Gemeinden, Wasserversorgern und sondergesetzlichen Wasserverbänden, Naturschutzverbänden, Interessenvertretungen von Bergbaubetroffenen sowie der RAG selbst seit 2020 ein „Integrales Monitoring für den Grubenwasseranstieg im Steinkohlenbergbau in Nordrhein-Westfalen", um im Hinblick auf die Grubenwasserhaltung und dem damit gegenüber der aktiven Bergbauzeit verbundenen Anstieg des Grubenwasserniveaus möglichst frühzeitig Risiken zu ermitteln und durch die Identifikation von Gegenmaßnahmen diese zu vermeiden oder zumindest zu minimieren (Bezirksregierung Arnsberg 2026).

Aufgrund seiner spezifischen Eigenschaften wird Grubenwasser zugleich zunehmend stärker als auch wirtschaftlich sinnvoll nutzbare Ressource betrachtet. Wie oben dargelegt, dient das Grubenwassermanagement der RAG bislang ausschließlich einem Schutzmotiv (Grigo 2025, S. 1). In der von der Enquetekommission zum Gegenstand dieses Kapitels durchgeführten Anhörung wurde jedoch verschiedentlich deutlich, dass auch eine darüber hinausgehende Nutzung des Grubenwassers als wertvolle Ressource vor dem Hintergrund wachsender wasserbezogener Herausforderungen möglich und sinnvoll sein kann. Erstens erscheint eine energetische Nutzung möglich. Grubenwasser hat in Nordrhein-Westfalen je nach Standort und gehobener Tiefe eine Temperatur von 20 bis 30° Celsius und kann daher zur Wärmegewinnung genutzt werden. Bereits seit 2012 betreibt die RAG so bspw. am Standort der ehemaligen Zeche Robert Müser ein Geothermie-Projekt, bei dem die Wärme des dortigen Grubenwassers als Heizwärme für mehrere öffentliche Gebäude genutzt wird (RAG AG 2026b). Das gesamte Wärmepotenzial des Grubenwassers – zu dessen umweltverträglicher, wirtschaftlicher und sicherer Nutzbarmachung wird unter anderem durch das Forschungszentrum Nachbergbau sowie die Fraunhofer-Einrichtung für Energieinfrastrukturen und Geotechnologien in Bochum Forschung betrieben – würde grundsätzlich genügen, um 70.000 Einfamilienhäuser im Ruhrgebiet mit Wärme zu versorgen. Allerdings ist das tatsächliche Potenzial der Grubenwasser-Geothermie derzeit vielfach noch mit erheblichen Unsicherheiten behaftet. Die bestehenden Fernwärmenetze in Nordrhein-Westfalen sind überwiegend auf hohe Vorlauftemperaturen (bis zu 130 ° Celsius) ausgelegt, sodass das im Vergleich dazu niedrige Temperaturniveau des Grubenwassers eine direkte Einspeisung in der Regel ausschließt. Die Voraussetzungen wären ortsnahe Fernwärmenetze der vierten Generation, was die Wirtschaftlichkeit solcher Projekte in Frage stellt. Insgesamt ist eine breite Nutzung des Grubenwasserpotenzials nur unter der Voraussetzung grundlegender infrastruktureller Anpassungen und weiterer Forschung realistisch. Zudem ist das mit allen Geothermie-Vorhaben verbundene Fündigkeitsrisiko zu beachten (Seipp et al. 2016, S. 4; MWIKE 2024b, S. 26). Zweitens wird die Möglichkeit gesehen, dass Grubenwasser potenziell zur Rohstoff(rück-)gewinnung genutzt werden kann. Wie oben beschrieben, sind im Grubenwasser verschiedenste Stoffe gelöst, darunter auch Rohstoffe wie Lithium, Magnesium, Nickel, Kobalt, sel-

tene Erdelemente, Strontium und Barium, an deren (Rück-)Gewinnung ein wachsendes (kreislauf-) wirtschaftliches Interesse besteht (Melchers und Westermann 2025, S. 14). Da bisherige Verfahren gleichwohl noch nicht wirtschaftlich tragfähig seien, werde derzeit in verschiedenen Forschungsprojekten geprüft, wie diese nicht nur mit einem ökologischen, sondern auch einem ökonomischen Mehrwert sinnvoll aus dem Grubenwasser (zurück-)gewonnen werden können (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025i, S. 11). Drittens bestehen aufgrund einer geringen Mineralisation des Wassers an manchen Standorten nach Auffassung der RAG Potenziale, das Grubenwasser – bspw. am Wasserhaltungsstandort „Heinrich" in Essen – nach Aufbereitung als Brauchwasser für industrielle Zwecke oder ggf. sogar wieder als Trinkwasser(-reserve) zu nutzen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025i, S. 5, 9). Zu beachten sind hierbei jedoch die in Kapitel 3.2 dargelegten hohen Anforderungen an die Trinkwasserqualität.

Zwischen einer stärker nutzungsorientierten Haltung des Grubenwassers und einem damit einhergehenden höheren Grundwasserstand sowie dem primären Schutzmotiv des Grubenwassermanagements ist sorgfältig abzuwägen. Ein höherer Grubenwasserstand hat, dies zeige auch der internationale Vergleich (Melchers und Westermann 2025, S. 14), verschiedene Vorteile: Zum einen kommt es zu einer Dichteschichtung der Wässer. Wässer, die beim Versickern mehr Bodenschichten passieren mussten und deshalb stärker mineralisiert sind, halten sich unten, während geringer mineralisierte Wässer sich bis hin zur Bildung einer Süßwasserkappe oben halten. Dieser geringere Mineralisationsgrad der oberen Wässer reduziert bei der Einleitung die Belastung der aufnehmenden Fließgewässer und begünstigt auch die angesprochene potenzielle Nutzung als Brauch- oder Trinkwasserreserve (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025i, S. 9). Zum anderen sinken die bei der Hebung des Grundwassers entstehenden Kosten und CO_2-Emissionen, da zur Überwindung der geringeren Höhendifferenz weniger Energie aufgewendet werden muss (RAG AG o.J., S. 6). Umgekehrt ist ein höherer Grubenwasserstand als bisher vorgesehen jedoch auch mit bestimmten Risiken verbunden. Erstens kann es zu Hebungen an der Tagesoberfläche kommen, die zu – durch die RAG-Aktiengesellschaft zu regulierenden – Schäden an Gebäuden führen können (RAG AG o.J., S. 6). Zweitens ist auch zu berücksichtigen, wie sich der Grubenwasserstand auf Ausgasungen, anderweitige Bodenbewegungen und die Standsicherheit der Schächte auswirkt. Die Vertretung der RAG brachte gegenüber der Enquetekommission gleichwohl zum Ausdruck, dass über den bisher vorgesehenen Grundwassersanstieg hinaus auch ein weiter erhöhter Grubenwasserstand unter Sicherheitsaspekten aus ihrer Sicht vertretbar und mit Blick auf die diskutierte verstärkte Nutzung auch sinnvoll sei (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025i, S. 9). Es sei darüber hinaus wissenschaftlich auszuwerten, wie in anderen Ländern nach dem Ende der dortigen Steinkohleförderung mit der Grubenwasserhaltung verfahren werde (Grigo 2025, S. 4).

Zu berücksichtigen ist zudem eine PCB-Belastung des Grubenwassers. Im Steinkohlebergbau wurden bis in die 1980er-Jahre hinein aus Gründen des Brandschutzes PCB-haltige Hydrauliköle verwendet (RAG AG o.J., S. 6). Es bestand daher die Sorge, dass mit der Hebung des Grubenwassers

eine starke Mobilisierung von PCB-Stofffrachten erfolge, die zudem mit der veränderten Grubenwasserhaltung nach Ende des Steinkohlebergbaus noch zunehmen könne und in dieser Hinsicht eine große Gefährdung, insbesondere für die das Grubenwasser aufnehmenden Gewässer, darstelle. Vor diesem Hintergrund hat die damalige Landesregierung ab 2015 zwei unabhängige Fachgutachten in Auftrag gegeben, um zu klären, welches Risiko bestehe und insbesondere mit welchen Auswirkungen der mit dem Ende des Steinkohlebergbaus angepassten Grubenwasserhaltung auf das Risiko einer PCB-Mobilisierung zu rechnen sei. Im Ergebnis waren die Gutachten geeignet, die damaligen Sorgen überwiegend auszuräumen. Die Gutachter kamen zu der Folgerung, dass der mit dem Ende des Steinkohlebergebaus vorgesehene Anstieg des Grubenwassers im Gegensatz zu den Befürchtungen sogar zu einer langfristigen Verringerung der PCB-Fracht beitrage (Landtag Nordrhein-Westfalen 2018, S. 1–5). Eine kontinuierliche Prüfung der Einhaltung der Grenzwerte findet aus Sicherheitsgründen nichtsdestotrotz u.a. im Rahmen des genannten Monitorings weiterhin statt (vgl. Bezirksregierung Arnsberg 2025a).

3.9.1.2 Klimawandelbedingte Herausforderungen für das Grubenwassermanagement

Wie oben dargestellt, wird das Grubenwasser nach Hebung durch die RAG in Rhein, Ruhr und Lippe eingeleitet. Die mit fortgesetztem Klimawandel zunehmenden Trockenphasen mit Niedrigwasserständen und die spiegelbildlich ebenfalls zunehmende Anzahl an Hochwasserphasen stellen daher eine Herausforderung für das Grubenwassermanagement dar. Ziel der Einleitung des Grubenwassers ist es, eine Verdünnung der schädlichen Stofffracht zu erreichen. Um hierbei eine Überprägung der aufnehmenden Gewässer zu vermeiden, ist eine Mindestwasserführung in den aufnehmenden Flüssen vorauszusetzen, da ansonsten ökologische Schäden und negative Auswirkungen auf die Trinkwassergewinnung nicht ausgeschlossen werden können. Bei einer absehbar wachsenden Anzahl an Trockenphasen wird dies jedoch in Zukunft schwieriger zu gewährleisten sein. Umgekehrt dürfen die aufnehmenden Flüsse auch nicht zu viel Wasser führen, da die zusätzlichen Einleitungen ansonsten nicht aufgenommen werden können. Hier besteht deshalb das inverse Problem, dass dies mit einer durch den Klimawandel ebenfalls wachsenden Anzahl und Intensität von Hochwasserereignissen erschwert wird (Wohnlich 2025, S. 4; Melchers und Westermann 2025, S. 6–11).

Seitens der von der Enquetekommission gehörten Sachverständigen wird deshalb zum Teil die Ermöglichung einer Flexibilisierung des Grubenwassermanagements angeregt. Die RAG hat, um die Belastung kleinerer Gewässer zu reduzieren, bereits die Einleitung des gehobenen Grubenwassers auf Rhein, Ruhr und Lippe beschränkt. Viele Nebengewässer und die Emscher wurden so bspw. bereits gänzlich von Grubenwasser entlastet (RAG AG o.J., S. 7). In der Anhörung wurde gleichwohl formuliert, dass mit Blick auf die zu erwartenden Folgen des Klimawandels eine Flexibilisierung der Einleitungspraxis (adaptive Einleitungsstrategie) bspw. mittels flexibleren wasserrechtlichen Erlaubnissen erforderlich sei (Grigo 2025, S. 3; Melchers und Westermann 2025, S. 6–8; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025i, S. 4). Mit Blick auf das Ziel, eine Überprägung und ökologische Schäden zu

vermeiden, sei es zudem insbesondere bei Lippe und Ruhr von besonderer Bedeutung, Mindestabflussmengen auch in Dürrezeiten sicherzustellen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025i, S. 4–5).

Eine wichtige unterstützende Rolle bei der Anpassung an den Klimawandel können integrierte Real Time Monitoringsysteme, intelligente Pumpsysteme und eine Einbindung künstlicher Intelligenz spielen. Die RAG setzt bereits heute auf den Einsatz von drehzahlgesteuerten Pumpen, die eine flexible Steuerung der Einleitung ermöglichen, und nutzt das mit unterschiedlichen Wasserstandshöhen verbundene Speichervolumen des Untergrundes, um eine Anpassung an die Aufnahmefähigkeit der Vorfluter zu ermöglichen (Grigo 2025, S. 2). Für eine weitere Effizienzsteigerung und eine mögliche Flexibilisierung sei nach Einschätzung der RAG gleichwohl eine weitere Modernisierung der zu Nutzung kommenden Pumpsysteme – auch unter Nutzung künstlicher Intelligenz – sinnvoll (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025i, S. 22). Integrierte Real Time Monitoringsysteme könnten zudem unterstützen, indem sie „einen kontinuierlichen und jederzeit abrufbaren Überblick über die aktuelle Situation sowie Prognosen über künftige Entwicklungen“ (Wohnlich 2025, S. 5) ermöglichten.

3.9.1.3 Polderwassermanagement in Zeiten des Klimawandels

Der Steinkohlebergbau hat zu einer dauerhaften Absenkung weiter Gebiete im Ruhrgebiet geführt – auch dies hat weitreichende und dauerhafte Auswirkungen auf die dortigen Wasserhaushalte. Das Ruhrgebiet ist stark von weiträumigen Bergsenkungen und -verwerfungen betroffen. Um den wasserwirtschaftlichen Folgen dieser Senkungen – bspw. ohne weitere Eingriffe rückwärts fließenden Bächen, weiträumigen Oberflächenvernässungen sowie Grundhochwasser – zu begegnen, wurde daher bereits zu Beginn des 20. Jahrhunderts mit dauerhaften Pumpmaßnahmen begonnen. Heute unterhalten die sondergesetzlichen Wasserverbände Emschergenossenschaft/Lippeverband und LINEG im Auftrag der RAG ein System aus 600 Polderanlagen, mit dem jährlich mehr als 1 Mrd. Kubikmeter Wasser gepumpt werden. Ohne diese kontinuierlichen Pumpmaßnahmen wären massive Schäden durch das in Folge der Bergsenkungen zu Tage tretende Grundwasser oder nicht abfließendes Oberflächenwasser zu befürchten (RAG AG 2026a).

In der Sachverständigenanhörung wurde die Empfehlung formuliert, das bisher nicht genutzte Polderwasser künftig ebenfalls als wertvolle Ressource zu begreifen. Bislang wird Polderwasser analog zu Grubenwasser ausschließlich zum Schutz der von den Bergsenkungen betroffenen Gebiete und dort lebenden Bürgerinnen und Bürger gehoben, anschließend an den Rand der Senkungsgebiete befördert sowie in andere Gewässer und die Kanalisation eingeleitet (RAG AG 2026a). Mit Blick auf die in Folge des Klimawandels wachsende Volatilität des Wasserdargebots wurde deshalb empfohlen, künftig nachhaltige Nutzungen zu ermöglichen bzw. zu entwickeln, um Wasserressourcen an anderer Stelle zu schonen (Melchers und Westermann 2025, S. 6; Merz 2025, S. 8). Denkbar wäre, wie bspw. im Forschungsprojekt MuSE („Multisensor-Geomonitoring zur Optimierung der

nachbergbaulichen Wasserhaltung“) des Forschungszentrums Nachbergbau erwogen, das gehobene Wasser als Brauchwasser zu nutzen, um die Auswirkungen von Dürrephasen auf die Forst- und Landwirtschaft zu reduzieren (Forschungszentrum Nachbergbau 2026). Es ist in diesem Zusammenhang zudem darauf hinzuweisen, dass die Oberflächenvernässung in Folge der Bergsenkungen auch positive ökologische Folgen hat, da sie lokal zur Bildung von einigen, im Rahmen der Poldermaßnahmen auch erweiterbaren Biotopen wie Seenlandschaften geführt hat (RAG AG 2026a).

3.9.2 Sümpfungsmaßnahmen und Tagebauseen im Rheinischen Braunkohlerevier

Nicht minder als der Steinkohlebergbau verursacht auch der Braunkohletagebau im Rheinischen Revier tiefgreifende landschaftliche Eingriffe und hat erhebliche Auswirkungen auf den regionalen Wasserhaushalt. Diese Folgen werden durch die nachhaltige Absenkung des Grundwassers und die geplante Flutung der Tagebaugruben ebenso wie beim Steinkohlebergbau über das planmäßige Ende des Abbaus im Jahr 2030 bzw. 2033 hinaus fortbestehen.

3.9.2.1 Auswirkungen des Braunkohleabbaus auf den regionalen Wasserhaushalt und die Grundwasserbeschaffenheit

Der Braunkohletagebau hat weitreichende Auswirkungen sowohl auf den Wasserhaushalt insgesamt als auch die Grundwasserbeschaffenheit im Rheinischen Revier. Erstens hat die Braunkohleförderung zu einem flächendeckenden Absinken des Grundwasserniveaus im Rheinischen Revier geführt. Die Braunkohle im Rheinischen Revier wird im Tagebauverfahren gewonnen. Hierzu ist nicht nur die Abtragung, sondern die Sümpfung, d.h. die umfängliche Förderung des in den Deckgebirgsschichten vorzufindenden Grundwassers erforderlich. Zu diesem Zweck werden in den drei noch im Betrieb befindlichen Tagebauen (Inden, Garzweiler und Hambach) jedes Jahr aktuell weiterhin ca. 500 Millionen m^3 Sümpfungswasser gefördert und – sofern nicht u.a. als Kühlwasser in der Braunkohleverstromung, in der weiteren örtlichen Industrie oder zur Trinkwasserversorgung benötigt – über die Erft, den Kölner Randkanal, Inde und Vicht abgeleitet. Aufgrund der Tiefenlage der Braunkohlevorkommen im Rheinischen Revier (Teufe von 40-380m) führt dies zu einer umfassenden und weitgehenden Absenkung des Grundwasserspiegels (Erft-Verband o.J.; Bezirksregierung Arnsberg o.J.). Zweitens hat die Sümpfung auch negativen Einfluss auf die Grundwasserbeschaffenheit. Mit der Sümpfung der Deckgebirgsschichten werden in den Nebengesteinen gebundene schwefelhaltige Minerale wie Pyrite Sauerstoffkontakt ausgesetzt. In der Folge verwittern diese und bilden Sulfate, welche sich im Grundwasser lösen und dieses verunreinigen können. Während des Abbaus wird vor diesem Hintergrund unter anderem durch eine Kalkung des Abraums versucht, Versauerungseffekte zu vermeiden (Jansen 2025, S. 3).

3.9.2.2 Klimawandelbedingte Herausforderungen für den Grundwasserwiederanstieg, die Trinkwasserversorgung und die Tagebauseebefüllung im Rheinischen Revier

Der Klimawandel kann den Umfang der Herausforderungen bei der Begegnung der bergbaubedingten wasserwirtschaftlichen Folgeaufgaben im Rheinischen Revier beeinflussen. Zunächst ist zu berücksichtigen, dass der mit Ende der Braunkohleförderung und der Sümpfungsmaßnahmen einsetzende Grundwasserwiederanstieg absehbar bis zum Ende des Jahrhunderts andauern wird. Wie oben beschrieben, hat der Braunkohlebergbau aufgrund der Abbautiefe zu einem weiträumigen und tiefen Absinken des Grundwasserspiegels im Rheinischen Revier geführt. Der Erftverband geht daher davon aus, dass ein Anstieg des Grundwasserspiegels auf ein Niveau, das einer Situation ohne Bergbau entspräche, erst wieder am Ende des Jahrhunderts erreicht werden wird. In welcher Geschwindigkeit der Anstieg erfolge, werde dabei neben weiteren lokalen Faktoren wie der Gebirgsdurchlässigkeit maßgeblich durch die Grundwasserneubildungsrate bestimmt (Jansen 2025, S. 3). Wie sich diese entwickelt, wird, siehe Kapitel 2.3, zentral durch die Intensität des Klimawandels determiniert. Der Erftverband geht gleichwohl davon aus, dass trotz des Klimawandels auch langfristig nicht mit einer abnehmenden Grundwasserneubildungsrate zu rechnen ist (Erft-Verband o.J., S. 3).

Zweitens sind aufgrund der negativen Auswirkungen des Bergbaus auf die Grundwasserqualität mögliche Effekte des Klimawandels auf die (Trink-)Wasserversorgung im Rheinischen Revier zu berücksichtigen. Die (Trink-)Wasserversorgung im Rheinischen Revier erfolgt über die Hebung von Grundwasser. Die beschriebene Mineralisierung des Grundwassers durch die Braunkohleförderung führt jedoch insbesondere im südlichen Teil des Reviers dazu, dass viele Wassergewinnungsstandorte aufgrund einer zu schlechten Wasserqualität zum Teil nicht mehr zur Verfügung stehen bzw. stehen werden. Trotz der Annahme einer auch langfristig nicht abnehmenden Grundwasserneubildungsrate sieht der Erftverband daher künftig die wachsende Notwendigkeit, neue Wassergewinnungsgebiete zu erschließen und bestehende stärker als bisher zu schützen. Im Rhein-Erft-Kreis gelte dies im Besonderen für die Wassergewinnungsanlage Erftstadt-Dirmerzheim. Diese sei, da sie aufgrund des absehbaren Wegfalls anderer Gewinnungsstandorte die Trinkwasserversorgung von deutlich mehr Menschen gewährleisten müsse, nach Auffassung des Erftverbands „von herausragender Bedeutung für die Sicherstellung der künftigen Wasserversorgung“ (Erft-Verband o.J., S. 5). Es sei deshalb wasserwirtschaftlich geboten, sie stärker als bisher – mit einem lediglich geplanten Wasserschutzgebiet – vorgesehen, zu schützen sowie parallel auch andere Stoffeinträge wie Nitrate landwirtschaftlichen Ursprungs zu reduzieren (Erft-Verband o.J., S. 5; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025i, S. 12–13) .

Drittens sind die Auswirkungen zunehmender klimawandelbedingter Niedrigwasserstände im Rhein zu berücksichtigen. Im Rahmen der Rekultivierungsmaßnahmen ist nach der Einstellung des Braunkohlebergbaus vorgesehen, die Tagebaulöcher zu Tagebauseen umzugestalten. Das für die ab 2030 (Inden, Hambach) bzw. 2036 (Garzweiler) geplante Flutung notwendige Wasser soll dabei

nicht nur dem allgemeinen Grundwasserwiederanstieg entstammen, sondern mittels einer Transportleitung zu großen Teilen dem Rhein bei Dormagen wasserentnahmeentgeltpflichtig entnommen werden (MUNV 2025d, S. 14–17). Weiteres Rheinwasser soll zudem für die Gewährleistung der Trinkwasserversorgung sowie zur Sicherung von grundwasserabhängigen Feuchtgebieten im Nordraum des Rheinischen Reviers entnommen werden (Jansen 2025, S. 6). Beides wird bislang über das mit dem Ende des Abbaus wegfallende Sümpfungswasser der Braunkohleförderung gewährleistet (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025i, S. 12). Für alle drei Vorhaben – sowie die verschiedenen geplanten Nachnutzungen der Restseen bspw. als Naherholungs- und Freizeitorte – sind sowohl die Quantität als auch die Qualität des zur Verfügung stehenden Rheinwassers von großer Bedeutung. Die bereits mehrfach benannte zu erwartende Zunahme von Dauer und Anzahl der Niedrigwasserstände im Rhein kann jedoch sowohl die Menge des entnehmbaren Rheinwassers als auch durch eine verstärkte Stoffkonzentration dessen Qualität mindern (Melchers und Westermann 2025, S. 10–12). Bei der Flutung der Tagebaulöcher kommt erschwerend hinzu, dass auch das zufließende Grundwasser durch die Pyritoxidation erwartbar teils sulfatbelastet sei (Jansen 2025, S. 6).

Um den letztgenannten Herausforderungen zu begegnen, wurde seitens der von der Kommission gehörten Sachverständigen insbesondere die Notwendigkeit einer Aufbereitung der entnommenen Rheinwässer diskutiert. Ob, inwieweit und in welcher Form eine Aufbereitung der im Zuge der Rekultivierungsmaßnahmen geplanten Rheinwasserentnahme eine Aufbereitung der entnommenen Wässer erfolgen muss, ist bislang weiterhin Gegenstand von Untersuchungen (MUNV 2025d, S. 13). Der Erftverband vertrat in diesem Zusammenhang gegenüber der Enquetekommission die Auffassung, dass eine Aufbereitung nur für die Wässer notwendig sei, die im Nordraum des Reviers zu ökologischen Zwecken und für die Sicherung der Trinkwasserversorgung zum Einsatz kommen sollten. Für die Tagebauseebefüllung sei dies nicht erforderlich, da durch die Pyritoxidation ebenfalls freigesetzte Eisenphasen im Wasser ähnlich wie Fällmittel wirken würden, sodass sich im Rheinwasser gelöste schädliche Stoffe wie Schwermetalle an diesen anlagern würden (Jansen 2025, S. 6). Demgegenüber legte der Sachverständige Prof. Wohnlich von der Ruhr-Universität Bochum die Ansicht dar, dass es ratsam sei zur Gänze auf die Befüllung mit Rheinwasser zu verzichten, da sich so Veränderungen der Grundwasserfließrichtungen, die aufgrund der beschriebenen Belastungen von Teilen des Grundwasservorkommens zu größeren Herausforderungen in der Trinkwasserversorgung führen könnten, vermeiden ließen. Er empfahl zudem, die Grundwasserqualität dauerhaft, auch mehrere Jahre über den Abschluss der Flutung hinaus, zu kontrollieren sowie nötigenfalls wasserchemisch einzugreifen (Wohnlich 2025, S. 5). Die Sachverständigen des Forschungszentrums Nachbergbau plädierten wiederum für „strenge Anforderungen an Nährstoff-, Metall- und Salzkonzentrationen“ (Melchers und Westermann 2025, S. 12), insbesondere in Bereichen von besonderer ökologischer Bedeutung oder in Bereichen, die für eine Freizeitnutzung vorgesehen seien. Sie regten an, dies durch einen Maßnahmen-Mix aus rechtlichen Vorgaben, Kontrollen sowie technischer Aufbereitung mittels technischer Verfahren wie Sedimentationsanlagen zu erreichen (Melchers und Westermann 2025, S. 12).

3.9.3 Oberflächennahe Rohstoffe

In Nordrhein-Westfalen wurden und werden neben Stein- und Braunkohle insbesondere am Niederrhein auch verschiedene oberflächennahe Rohstoffe wie Kies, Sande und Ton gewonnen. Eine detaillierte Übersicht der Vorkommen und des Abbaugeschehens kann dem jährlichen Abgrabungsmonitoring des Geologischen Dienstes NRW entnommen werden (Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen o.J.). Je nach Art der Gewinnung – Trockenabbau oder Nassabgrabung – nimmt auch der Abbau dieser in vielen Wirtschaftsbereichen wie der Bauwirtschaft wichtigen Rohstoffe in unterschiedlichem Ausmaß und in unterschiedlicher Intensität Einfluss auf den Wasserhaushalt und die Wasserqualität.

3.9.3.1 Auswirkungen des Rohstoffabbaus auf Wasserhaushalt und Wasserqualität

Die Gewinnung oberflächennaher Rohstoffe erfolgt in Nordrhein-Westfalen überwiegend als Trockenabbau. Hier ist nach Einschätzung der von der Kommission gehörten Sachverständigen von tendenziell begrenzteren negativen Auswirkungen auf den lokalen Wasserhaushalt auszugehen. Trockenabbau bedeutet, dass der Rohstoffabbau oberhalb des Grundwasserspiegels erfolgt. Dies reduziert die Auswirkungen auf den Wasserhaushalt und die Wasserqualität. Es kommt lediglich zu einer Zunahme der Verdunstung im direkten Umfeld des Abbaus. Gleichwohl führt auch der Trockenabbau zu einem Wegfall der die Grundwasserleiter schützenden Bodendeckschichten. Dies öffnet den Grundwasserleiter für einen möglichen Schadstoffeintrag. Nach Ende der Rohstoffgewinnung seien deshalb durch die jeweiligen Unternehmen nachzuweisende hohe Anforderungen an das zur Verfüllung des Abbauloches dienende Fremdbodenmaterial zu stellen (Erft-Verband o.J., S. 2).

Weitreichendere Auswirkungen auf den Wasserhaushalt und die Wasserqualität hat die Rohstoffgewinnung, die als Nassabgrabung erfolgt. Im Gegensatz zum Trockenabbau erfolgt die Förderung bei einer Nassabgrabung auf oder unterhalb der Höhe des Grundwasserspiegels. Dies führt in mehrerlei Hinsicht zu deutlich größeren Auswirkungen auf den lokalen Wasserhaushalt und die Wasserqualität: Zunächst kommt es im Zuge der Grabungen zu Grundwasserfreilegungen. Es bilden sich offene Wasserflächen, sodass die Verdunstung deutlich zunimmt. Durch die Abtragung der schützenden Bodendeckschichten werden auch hier die Grundwasserleiter für mögliche Schadstoffeinträge geöffnet. Möglich sind zudem Sedimenteinträge und Veränderungen der chemischen Zusammensetzung des Grundwassers. Mittelfristig – nach Ende des Abbaus nimmt ein Wiederanstieg des Grundwasserspiegels im Regelfall mehrere Jahre in Anspruch – führt die Abtragung darüber hinaus meist auch zu einem Absinken des Grundwasserniveaus in Kombination mit einer Veränderung der Grundwasserströmungsverhältnisse (Melchers und Westermann 2025, S. 3–4; Wohnlich 2025, S. 1–3). Weiterhin kommt es durch den Abbau nicht nur zu Grundwasserfreilegungen, sondern es sind bspw. zur Kieswäsche auch Wasserentnahmen erforderlich (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025y, S. 2–4).

Vor dem Hintergrund dieser und weiterer nicht-wasserbezogener Umweltauswirkungen ist der Abbau oberflächennaher Rohstoffe an die Vornahme von Renaturierungs- bzw. Rekultivierungsmaßnahmen geknüpft. Soweit nicht dem Bundesberggesetz (BBerG) unterliegend, erfolgt die Genehmigung von oberflächennahem Rohstoffabbau überwiegend nach dem NRW-Abgrabungsgesetz („Gesetz zur Ordnung von Abgrabungen"). Dieses sieht vor, dass eine Genehmigung nur erteilt wird, wenn weder Landschaftsbild noch der Naturhaushalt (Tier- und Pflanzenwelt, die Grundwasserverhältnisse, das Klima und der Boden) durch den Abbau „nachhaltig geschädigt" (§ 3 Absatz 3 Abgrabungsgesetz) werden. Von den Unternehmen sind daher bereits mit der Antragstellung Renaturierungs- und Rekultivierungspläne vorzulegen (Jansen 2025, S. 2). Das Bundesberggesetz wiederum knüpft die Zulassung einer Gewinnung an die Vorlage eines (Abschluss-)Betriebsplans, in dem Vorsorge für eine Wiedernutzbarmachung der genutzten Flächen getroffen wird (§§51-55 BBerG). Anknüpfend an § 35 Absatz 1 Satz 3 des Landeswassergesetzes regelt die Landesweite Wasserschutzgebietsverordnung oberirdische Bodenschatzgewinnung (LwWSGVO-OB) zudem, unter welchen Bedingungen die oberirdische Gewinnung von Bodenschätzen in Wasserschutzgebieten zulässig ist. Weiteres zu den unterschiedlichen Rechtsregimen im nachfolgenden Unterkapitel 3.9.3.2.

Unterschiedlich bewertet wird der Einsatz synthetischer Flockungsmittel auf Basis von Polyacrylamiden bei der Kieswäsche. Die Kieswäsche dient als Fertigungsschritt dazu, die Qualität des gewonnenen Kieses als Baurohstoff (u.a. Langlebigkeit) zu erhöhen. Flockungsmittel – es finden, sofern technisch notwendig, sowohl biologische als auch nach behördlicher Genehmigung synthetische Flockungsmittel in geschlossenen Wasserkreisläufen Anwendung – werden hierbei zum Teil verwendet, um das Waschwasser von unerwünschten Stoffen wie u.a. Ton und Schluff zu reinigen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025an, S. 1). Der Erftverband wies in seiner Stellungnahme gegenüber der Kommission darauf hin, dass die in seinem Verbandsgebiet vermehrt zum Einsatz kommende synthetische polyacrylamidbasierte Flockungsmittel unvermeidlich Verunreinigungen durch das giftige und potenziell krebserregende Monomer Acrylamid enthielten, die bei der Abgrabung über die Waschschlämme in die Grundwasserleiter gelangten. Dies sei äußerst problematisch, da sowohl das Umweltverhalten unbekannt sei als auch „keine verbindlichen Grenz-, Schwellen- und Orientierungswerte für tolerierbare Acrylamidkonzentrationen" (Jansen 2025, S. 2) bestünden. Demgegenüber stellt vero heraus, dass der Einsatz von polyacrylamidbasierten Flockungsmitteln nur unter strengen Bedingungen genehmigt werde. Zudem sei durch die Kreislaufführung des verwendeten Wassers in der Kieswäsche bereits sichergestellt, dass kein Kontakt des Waschwassers mit Trink- und/ oder Grundwasser erfolge (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025an, S. 1).

3.9.3.2 Klimawandelbedingte Herausforderungen und Anpassungsstrategien

Die Auswirkungen des Klimawandels führen auch bei der Förderung von oberflächennahen Rohstoffen zu Anpassungserfordernissen. Erstens wurde seitens der gehörten Sachverständigen auf die Gefahren von Starkregenereignissen hingewiesen. Deren Zunahme könne zu verstärkter Erosion

und der möglichen Mobilisierung von Schadstoffen führen (Melchers und Westermann 2025, S. 10). Zweites könne das inverse Phänomen zunehmender Trockenphasen die Grundwasserneubildung erschweren, siehe Kapitel 3.1 (Melchers und Westermann 2025, S. 10). Drittens könne insbesondere der zu erwartende Temperaturanstieg negative Auswirkungen des Rohstoffabbaus auf die Wasserqualität verstärken – sei es durch zunehmende Verdunstung, eine Begünstigung des Wachstums von Mikroorganismen oder die Verstärkung von Verwitterung und Korrosion (Wohnlich 2025, S. 4).

Um diesen Entwicklungen zu begegnen, wurde daher unter anderem ein „integriertes flächenbezogenes Wassermanagement" (Melchers und Westermann 2025, S. 11), das eine breite Einbindung betroffener Akteure sicherstelle, empfohlen. Des Weiteren wurde im Hinblick auf die Zeit nach dem Ende des Abbaus angeraten, eine klimaresiliente Nutzung bspw. eine Verwendung der ehemaligen Bergbauflächen als Retentionsraum zu ermöglichen (Melchers und Westermann 2025, S. 11). Bisherige Erfahrungen bei Rekultivierungsmaßnahmen zeigten, dass – obgleich keine gänzliche Wiederherstellung des Zustandes vor den Eingriffen durch die Rohstoffgewinnung möglich sei (Wohnlich 2025, S. 2) – grundsätzlich „neue Gewässerlandschaften und Feuchtgebiete, die zur ökologischen Vielfalt beitragen" (Melchers und Westermann 2025, S. 4) entstehen können. Im Hinblick auf eine mögliche erweiterte wirtschaftliche Nutzung noch in Benutzung befindlicher Abbaustätten (Kiessee) bzw. eine wirtschaftliche Nachnutzung ehemaliger Abbaustätten wurde seitens der Baustoffwirtschaft für eine verstärkte Nutzung von Floating PV (siehe Kapitel 3.8) und eine Erleichterung der Genehmigung geworben (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025y, S. 9, 2025i, S. 24). Die kommunalen Spitzenverbände hingegen brachten zum Ausdruck, dass aus ihrer Sicht grundsätzlich überprüft werden müsse, in welcher Form beim Rohstoffabbau „Wasserverluste vermieden werden können, damit sich der Gesamtbedarf an Rohwasser für die öffentliche Trinkwasserversorgung nicht weiter verschlechtert" (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ag, S. 2). Die Frage, ob und inwieweit in diesem Zusammenhang die Schaffung von ökonomischen Anreizen für einen wasserschonenden Abbau Anpassungen des WasEG sinnvoll sind, wird in Kapitel 5 diskutiert.

Zwischen dem Abbau oberflächennaher Rohstoffe und dem im Zuge des Klimawandels weiter an Dringlichkeit gewinnenden Schutz von Trinkwasserreserven besteht ein abzuwägender und sich absehbar verschärfender Zielkonflikt. Mit dem „Gesetz zur Änderung des Landeswasserrechts" vom 29.04.2021 wurde das Verbot von oberirdischem Rohstoffabbau in Wasserschutzgebieten durch Streichung des vormaligen § 35 Absatz 2 LWG-NRW aufgehoben. Wie in Kapitel 3.2 deutlich wurde, gewinnt jedoch der Schutz von Trinkwasser(-reserven) weiter an Dringlichkeit. Der Wasserverbund Niederrhein wies gegenüber der Enquetekommission darauf hin, dass in der Folge insbesondere am Niederrhein ein Flächennutzungskonflikt im Hinblick auf eine Ausweitung der Nutzung von Wasserschutz- und Wasserreservegebieten zur Kiesgewinnung besteht. Um im Rahmen der Regionalplanung zu verhindern, dass ein Trinkwasserschutz- oder Trinkwasserreservegebiet durch eine mögliche Auskiesung belastet werde, müsse bislang eine Schutzwürdigkeit trotz des bestehenden Status als Wasserschutz- bzw. Wasserreservegebiet erst aufwändig nachgewiesen

werden. Zum Schutz von Trinkwasserressourcen sei es deshalb zu empfehlen, eine Flächennutzung zur Rohstoffgewinnung in Trinkwasserschutz- und Trinkwasserreservegebieten in überregionalen Planungsverfahren wie dem Landesentwicklungsplan von vorneherein auszuschließen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025c, S. 18–19; Merz 2025, S. 9). Die Kommunalen Spitzenverbände legten mit Blick auf die wachsende Anzahl und Dauer von Trockenperioden ebenfalls dar, dass auch aus ihrer Sicht überdacht werden müsse, „ob der Abbau von Rohstoffen in festgesetzten Wasserschutzgebieten noch weiter zugelassen werden kann." (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ag, S. 2). Sie formulierten deshalb die Empfehlung, die bereits genannte „Landesweite Wasserschutzgebietsverordnung oberirdischer Bodenschatzgewinnung (LwWSGVO-OB)" vom 21. September 2021 unter diesem Gesichtspunkt zu überprüfen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ag, S. 3). Der Verband der Baustoffwirtschaft hingegen bewertete die Verordnung positiv, da sie aus seiner Sicht „die Möglichkeit zu einer differenzierten und sachangemessenen Beurteilung des jeweiligen Einzelfalls eröffnet." (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025y, S. 4).

Diskutiert wird zudem, ob das bisherige Rechtsregime zur Regulierung von Rohstoffgewinnung im Kontext des Klimawandels insgesamt weiterhin geeignet ist, einen angemessenen Ausgleich zwischen den Gewinnungsinteressen und dem Gewässerschutz sowie weiteren Umweltbelangen zu schaffen oder ob eine Harmonisierung geboten sei (vgl. UBA 2019). Wie oben bereits skizziert wurde, kann die Gewinnung oberflächennaher Rohstoffe unterschiedlichen Rechtsregimen unterliegen. Entscheidendes Abgrenzungskriterium ist zunächst, ob die Gewinnung mit einem Eingriff in den Grundwasserhaushalt verbunden ist. Wird Grundwasser freigelegt, d.h. die Rohstoffe werden als Nassabgrabung gefördert, erfolgt die Zulassung grundsätzlich nach wasserrechtlichen Maßstäben. Ausgenommen hiervon sind jedoch grundeigene Bodenschätze nach §3 Abs. 4. BBergG. Dies gilt bei Sanden für „Quarz und Quarzit, soweit sie sich zur Herstellung von feuerfesten Erzeugnissen oder Ferrosilizium eignen" (§3 Abs. 4. BBergG) wie z.B. den Haltener Sanden („Silbersee"). Bleibt ein Eingriff in das Grundwasser aus, richtet sich die Genehmigung hingegen entweder nach dem nordrhein-westfälischen Abgrabungsgesetz oder dem bereits genannten Berggesetz. Maßgebliches Abgrenzungskriterium ist auch hier, ob es sich um grundeigene Bodenschätze nach § 3 Absatz 4 BBergG handelt. Diese rechtlichen Unterscheidungen haben zur Folge, dass die Zuständigkeit für die Zulassung von Abbauverfahren fragmentiert ist. Abbauvorhaben, die unter das Berggesetz fallen, liegen in der Zuständigkeit der Bergbehörde bei der Bezirksregierung Arnsberg, wohingegen Abbauverfahren, die unter Wasserrecht oder das Abgrabungsgesetz fallen, grundsätzlich (siehe Zuständigkeitsverordnung Umweltschutz (ZustVU)) in der Zuständigkeit der Landkreise bzw. kreisfreien Städte als untere Wasser- und Bodenschutzbehörden liegen (MWIDE 2021, S. 2). Kritisch diskutiert werden vor diesem Hintergrund deshalb unter anderem „die nicht mehr sinnvoll erscheinenden diffizilen Unterschiede [...] zwischen Normal- und Quarzsand" (Graf Vitzthum et al. 2013, S. 54) im Bergrecht, da, wie dargelegt, allein diese – selbst bei ansonsten gleichen Vorrausetzungen – begründen, dass die Verfahrenszuständigkeit bei unterschiedlichen Behörden liegt.

3.10 Wasser als Transportweg

In diesem Kapitel liegt der Fokus auf der Binnenschifffahrt und der dazugehörigen Infrastruktur. In Nordrhein-Westfalen gibt es eine lange Binnenschifffahrtstradition und ein weitverzweigtes Wasserstraßennetz. Neben der Transformation des Energiesektors wirkt sich (auch) der Klimawandel auf diesen Sektor aus. Im Folgenden werden Einflüsse und Lösungsansätze dargestellt.

3.10.1 Ausgangslage

Nordrhein-Westfalen ist als Wirtschaftsstandort auf funktionierende Wertschöpfungsketten und eine gute Logistikinfrastruktur angewiesen. Zu dem dichten Transportnetzwerk zählen auch die etwa 720 km Binnenwasserstraßennetze, davon 240 km entlang des Rheins und ein 480 km langes Kanalnetz (u.a. Dortmund-Ems-Kanal, Datteln-Hamm). Der Rhein ist die wichtigste und verkehrsreichste Wasserstraße Europas. Über ihn hat Nordrhein-Westfalen Zugang zu den belgischen (z.B. Antwerpen) und niederländischen (z.B. Rotterdam) Nordseehäfen. Über das westdeutsche Kanalnetz hat Nordrhein-Westfalen zugleich Zugang zu den deutschen Nordseehäfen (MUNV o.J.c). An den Wasserwegen unseres Bundeslands liegen etwa 120 Häfen, davon mehr als 23 öffentliche und 97 privat betriebene (MUNV o.J.b). Der größte Hafenkomplex liegt in Duisburg, dieser ist sogar der größte Binnenhafen der Welt (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025am, S. 1).

Immer mehr Güter werden auf dem Wasserweg transportiert – und das trotz einer Verringerung klassischer Massenguttransporte, was unter anderem auf ein geringeres Transportvolumen von Kohle zurückzuführen ist (siehe Kapitel 3.8 „Energie“) (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ai, S. 1; MUNV o.J.c). Neue wirtschaftliche Möglichkeiten für die Binnenschifffahrt, den Logistiksektor und damit für die gesamte nordrhein-westfälische Wirtschaft eröffnen sich nach Angaben von Duisport durch moderne Logistikhubs und trimodale Logistikketten mit wachsender Bedeutung für Gefahrengüter, Großvolumen und militärischer Mobilität (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025am, S. 1). Der Vorteil bei dem Transport auf dem Wasserweg sind u.a. hohe Transportvolumen und die geringe Unfallgefahr (Binnenschiff.eu o.J.).

Kein Bundesland profitiert so sehr von der Binnenschifffahrt wie Nordrhein-Westfalen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ak, S. 9). In den nordrhein-westfälischen Häfen werden jährlich ca. 100 Millionen Tonnen Güter umgeschlagen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ak, S. 1). Dabei kann ein Binnenschiff bis zu 150 LKWs ersetzen (BMV 2025). Der Güterumschlag der Binnengüterschiffe in NRW-Häfen verteilt sich beispielhaft für die erste Jahreshälfte 2025 auf die folgenden Güterarten (vgl. untenstehende Darstellung).

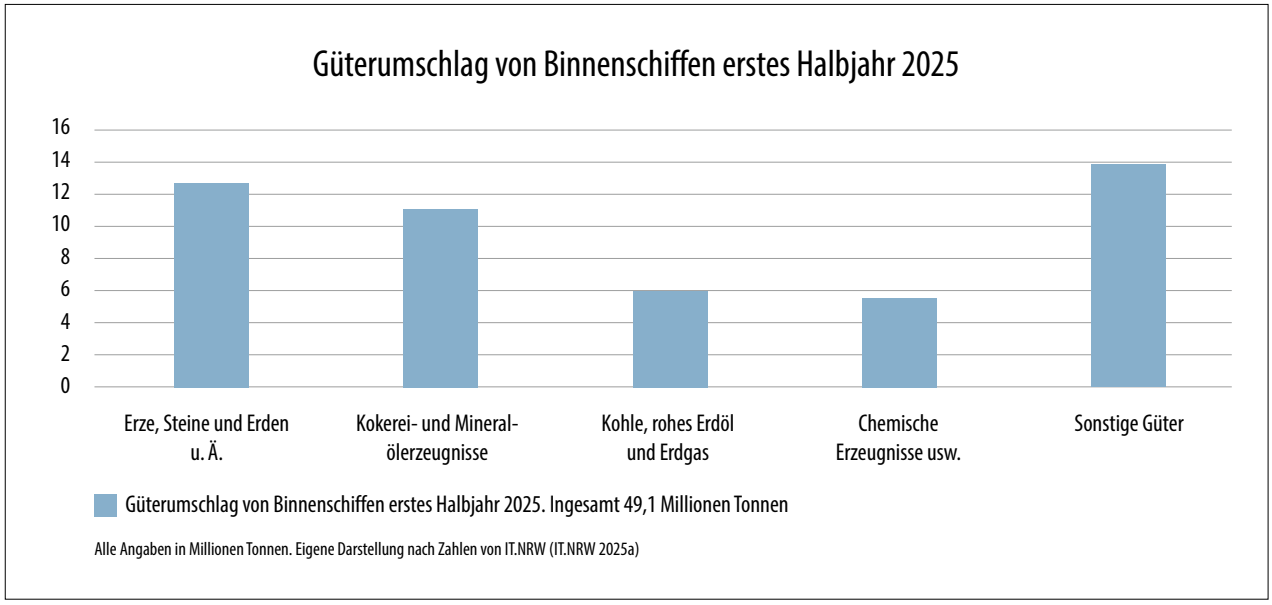


Abbildung 16: Güterumschlag von Binnenschiffen in NRW-Binnenhäfen im ersten Halbjahr 2025.

Neben ihrer Bedeutung für Güter mit hoher Wertschöpfungsdichte und ihrer Systemrelevanz für Schlüsselindustrien schafft die Binnenschifffahrt nach Schätzung der IHK auch selbst 150.000 Arbeitsplätze. Allein in Duisburg gibt es 28.000 direkte Jobs und bis zu 52.000 weitere hafenbezogene Arbeitsplätze (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ak, S. 2, 2025ai, S. 1). Der überwiegende Anteil der Binnenschiffe stammt aus Deutschland, den Benelux-Ländern und der Schweiz (Statistisches Landesamt NRW 2026). Die deutsche Binnenschifffahrtflotte umfasst nach Branchenauskunft 2024 über 1.800 Schiffe verschiedener Gattungen (BDB 2024a, S. 4). Schätzungsweise sind in der Branche ungefähr 800 Partikuliere aktiv – Schiffseigner mit bis zu zwei eigenen Schiffen, die selbstständig Aufträge ausführen (HANSA 2021).

Ökologisch betrachtet sind die Auswirkungen der Binnenschifffahrt auf die Gewässerqualität und die Fischwelt insgesamt differenziert zu bewerten. Laut dem Entwicklungszentrum für Schiffstechnik und Transportsysteme (DST) werden gemäß dem internationalen Abfallübereinkommen für die Binnenschifffahrt (CDNI[22]) durch Binnenschiffe keine Schadstoffe in die Gewässer eingeleitet und es bestehen keine wissenschaftlichen Erkenntnisse über eine signifikante Fischschädigung durch die Schifffahrt (Henn und Alias 2025, S. 2). Demgegenüber weist der BUND darauf hin, dass insbesondere bei Niedrigwasserphasen Auswirkungen auf die Fischwelt auftreten können. Grundsätzlich ist festzuhalten, dass die Schifffahrt verschiedenen ökologischen Auswirkungen auf Gewässer und ihre Lebensgemeinschaften hat (Raschke 2025, S. 4; Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) 2019). Die Bilgenentölung und Abwasserentsorgung sind gesetzlich geregelt und funktionieren nach Einschätzung des Helmholtz Instituts weitgehend, wobei sinkende Verdün-

22 Übereinkommen über die Sammlung, Abgabe und Annahme von Abfällen in der Rhein- und Binnenschifffahrt

nungseffekte bei Niedrigwasser kritisch betrachtet werden (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025al, S. 4).

Seit 1992 war der Rhein im Jahresmittel an durchschnittlich 16,6 Tagen aufgrund von Niedrigwasser nur stark eingeschränkt passierbar. Dabei gab es sowohl Jahre mit null betroffenen Tagen (z.B. 2000, 2002, 2013 oder 2024) als auch Jahre wie 2018, in dem der Rhein an bis zu 127 Tagen (Jahreshöchstwert aller Messstellen) nur stark eingeschränkt passierbar war. Die Werte der vergangenen Jahre sind stark unterschiedlich und ein klarer Trend ist nicht ablesbar, jedoch können einzelne Jahre mit außergewöhnlichen Extremwerten auftreten. Hochwasserbedingt war der Rhein seit 1992 im Durchschnitt – abhängig vom jeweiligen Messpunkt – an keinem Tag in Ruhrort, an etwa 1,7 Tagen in Köln II und an bis zu 11,5 Tagen in Köln I nicht für die Schifffahrt nutzbar (LANUK 2026). Daraus lässt sich ableiten, dass insbesondere Niedrigwasserphasen eine größere Herausforderung für die Binnenschifffahrt in Nordrhein-Westfalen darstellen als Hochwasserphasen.

Rechtliche Zuständigkeiten

Die rechtlichen Zuständigkeiten in der Binnenschifffahrt sind zwischen Bund und Land klar geregelt, erfordern in der praktischen Umsetzung aber ein hohes Maß an Kooperation. Nach Art. 74 Abs. 1 Nr. 21 GG fällt die Binnenschifffahrt unter die konkurrierende Gesetzgebung. Nach Art. 89 GG ist der Bund Eigentümer der früheren Reichswasserstraßen. Diese werden durch die Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) verwaltet. Die WSV ist dem Bundesverkehrsministerium nachgeordnet. Die Zuständigkeiten des Bundes für die Verwaltung der Bundeswasserstraßen und die Regelungen des Schiffverkehrs sind durch Bundesgesetze ausgestaltet (z.B. Bundeswasserstraßengesetz, Binnenschifffahrtsaufgabengesetz) (WSV o.J.). Nach dem Bundeswasserstraßengesetz (WaStrG) § 1 Abs. 1 sowie § 3 Abs. 1 obliegen dem Bund die Verwaltung, Unterhaltung und der Ausbau der Bundeswasserstraßen. Dies umfasst auch die Gewährleistung der Schiffbarkeit und die Verkehrssicherung (z.B. Schleusen, Fahrrinnen). In Nordrhein-Westfalen unterliegen beispielsweise der Rhein, der Dortmund-Ems-Kanal und der Rhein-Herne-Kanal der Zuständigkeit der WSV (WSV 2025). Der Bund ist außerdem zuständig für die Sicherheit und Ordnung der Binnenschifffahrt, dies ergibt sich aus dem Binnenschifffahrtsaufgabengesetz sowie den darauf beruhenden schifffahrtspolizeilichen Regelwerken, insbesondere dem Binnenschifffahrtsgesetz und der Binnenschifffahrtsstraßen-Ordnung. Auf internationaler und europäischer Ebene vertritt der Bund die deutschen Interessen in der Binnenschifffahrt und setzt europäische sowie völkerrechtliche Vorgaben um, etwa im Rahmen der Rheinschifffahrt, die für Nordrhein-Westfalen als Transit- und Logistikstandort von besonderer Bedeutung ist. Die Zuständigkeit des Bundes begründet sich dabei auch in der grenzübergreifenden Bedeutung der Binnenschifffahrt (WSV o.J.).

Die Verantwortung für die allgemeine Wasserwirtschaft liegt bei den Ländern und umfasst insbesondere die Gewässerreinhaltung sowie die Sicherung der Wassergüte (Wasserhaushaltsgesetz

und Landeswassergesetz Nordrhein-Westfalen). Für Nordrhein-Westfalen bedeutet dies, dass dem Land neben der Zuständigkeit für (einige wenige) Landeswasserstraßen auch eine zentrale Rolle bei der wasserwirtschaftlichen Steuerung und beim Schutz der Gewässer zukommt. Wie eingangs beschrieben, teilen sich die Hafenanlagen auf private und öffentliche Betreiber auf. Die Zuständigkeit des Landes ist dabei insbesondere der ordnungsrechtliche Rahmen (Betrieb, Gefahrenabwehr), die übergeordnete Planung und die Einbindung der Hafenanlagen in raumordnerische und verkehrliche Konzepte, so auch in den Landesentwicklungsplan. Die Aufsicht führen die Bezirksregierungen als obere Hafenbehörden (Bezirksregierung Köln o.J.b).

3.10.2 Auswirkungen des Klimawandels auf die Binnenschifffahrt in Nordrhein-Westfalen

Die Auswirkungen des Klimawandels auf die Binnenschifffahrt in Nordrhein-Westfalen sind vielschichtig. Insbesondere die veränderten hydrologischen Bedingungen, wie auftretende Niedrigwasserphasen (wie beispielsweise beim Rhein), ausgeprägte Hochwasserphasen sowie verstärkte Starkregenereignisse, können die Schiffbarkeit der Wasserstraßen erheblich beeinflussen und Schäden an der Infrastruktur zur Folge haben (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ai, S. 1, 2025ak, S. 3).

Niedrigwasserphasen führen zu einer geringeren Wassertiefe auf den Wasserstraßen. Sie entstehen insbesondere im Rhein zunehmend dadurch, dass infolge der Klimaveränderung Schnee bereits verstärkt im Winter und Frühjahr abschmilzt und zugleich die Gletscher als langfristige Wasserspeicher an Bedeutung verlieren. Dadurch steht im Sommer weniger zusätzliche und verlässliche Wasserspeisung zur Verfügung. Künftig wird der sommerliche Abfluss des Rheins voraussichtlich vor allem durch (volatile) Regenfälle bestimmt, was allerdings in Trockenphasen zu stärkeren Schwankungen im Pegel führen kann (Raschke 2025, S. 1; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ak, S. 7). Daraus können anhaltende Phasen eingeschränkter oder fehlender Schiffbarkeit folgen, da reduzierte Wassertiefen den Tiefgang der Schiffe begrenzen und damit das mögliche Ladevolumen verringern (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ak, S. 3, 2025am, S. 1). Allerdings sind Kanalnetze von diesen starken Pegelschwankungen kaum betroffen und bieten ebenfalls eine gute Anbindung an die Seehäfen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ak, S. 3).

Hochwasserphasen können darüber hinaus auch zur zeitweisen oder vollständigen Beeinträchtigung der Binnenschifffahrt führen. Grundsätzlich sind hohe Pegelstände kein Problem, jedoch wird die Binnenschifffahrt eingeschränkt, sobald bestimmte Hochwassermarken erreicht werden (Henn und Alias 2025, S. 3).

Aus eingeschränkter oder fehlender Schiffbarkeit können negative ökonomische Folgen resultieren. Bei Niedrigwasserphasen mit verringertem Ladevolumen können Binnenschiffe kaum noch wirtschaftlich betrieben werden. Der im Vergleich zu anderen Verkehrsträgern kostengünstige Gütertransport und die hohe Zuverlässigkeit gehen damit verloren (Landtag Nordrhein-Westfalen

2025ak, S. 3ff.). Zudem können Produktionsketten stark gestört werden, der Wechsel auf alternative Logistikketten wird notwendig und Lagerkosten steigen. Allein die Niedrigwasserphase 2018 kostete Deutschland 0,4 Prozentpunkte Wirtschaftswachstum. Vereinzelte Chemiekonzerne beziffern die Kosten des Niedrigwassers auf 250 Millionen Euro (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ak, S. 3).

Starkregenereignisse haben hingegen insbesondere negative Auswirkungen auf die Infrastruktur der Binnenschifffahrt, aber auch auf die Gewässerökologie. Diese verursachen eine verstärkte Sedimentverlagerung sowie Schäden durch Treibgut oder Unterspülungen an Hafenanlagen sowie an weiterer Infrastruktur, was die Funktionsfähigkeit und Sicherheit der Hafenanlagen und Wasserstraßen erheblich beeinträchtigen kann (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025am, S. 1).

3.10.3 Anpassung an die neuen Herausforderungen der Binnenschifffahrt in Nordrhein-Westfalen

Es gibt verschiedene Ansätze zur Anpassung der Binnenschifffahrt in Nordrhein-Westfalen an die sich verändernden Gegebenheiten, insbesondere in Niedrigwasserphasen. Die in der Anhörung vorgeschlagenen Maßnahmen werden im Folgenden dargelegt.

Wie eingangs beschrieben, ist die Einschränkung der Passierbarkeit des Rheins die größte zu erwartende Herausforderung. Sie tritt in der Regel als Folge von anhaltenden Niedrigwasserphasen auf. Als Lösungsansätze werden in der Fachwelt verschiedene Strategien diskutiert und der Enquetekommission präsentiert.

Ein Ansatz ist zunächst die Anpassung der Schiffsflotten. Dabei werden der vermehrte Einsatz und die Weiterentwicklung von Schiffen mit reduziertem Tiefgang empfohlen. Solche Schiffe könnten auch bei Niedrigwasserphasen den Rhein nutzen, verfügen jedoch über ein geringeres Ladevolumen und sind dadurch weniger effizient (Henn und Alias 2025, S. 3). Als Positivbeispiel wird ein Schiff der BASF in Ludwigshafen angeführt. Nach den Extremniedrigwasserphasen im Jahr 2018 wurde dort – neben einer verstärkten Nutzung der Schieneninfrastruktur – auch in ein niedrigwasserfähiges Tankschiff investiert (Beyer 2025; Raschke 2025, S. 3). Das ab 2021 gebaute und 2023 in Dienst gestellte Tankschiff kann bei einem Pegelstand von 30 cm (entspricht 1,60 m Wassertiefe) noch 800 Tonnen Ladung transportieren (BASF 2023).

Das DST weist als Sachverständiger darauf hin, dass die Anpassung bestehender Schiffe an Niedrigwasserbedingungen unwirtschaftlich und für einzelne Schiffer kaum finanzierbar ist (Henn und Alias 2025, S. 3). Hinzu kommt, dass das durchschnittliche Alter der aktiven/eingesetzten Binnenschiffe bei rund 30 Jahren (Tankschiffe) und 50 Jahren (Trockengüterschiffe) liegt. Diese lange Nutzungsdauer erschwert eine schnelle und bedarfsgerechte Anpassung der Flotte, insbesondere angesichts der Partikulierstruktur und der hohen Überalterung in der deutschen Binnenschifffahrt

(Frindik 2023, S. 32; DST – Entwicklungszentrum für Schiffstechnik und Transportsysteme o.J.). Die Kosten für neue Schiffe liegen bei bis zu 4 Millionen Euro für ein konventionelles und bis zu 7 Millionen Euro für ein niedrigwasseroptimiertes Schiff (Frindik 2023, S. 30ff.).

Umweltschutzverbände fordern Fondsmodelle zur Finanzierung der Flottenanpassung (Raschke 2025, S. 5). In der Branche wird auf bestehende Fördermodelle verwiesen und hervorgehoben, dass insbesondere die Anpassung von Binnenschiffen durch Umbau zielführend sei – vor allem, wenn Österreich und die Niederlande aufgrund ihres hohen Anteils an Binnenschiffen ebenfalls entsprechende Förderprogramme auflegen würden (Frindik 2023, S. 35). Die IHK empfahl insbesondere die Einrichtung eines Förderprogramms für Partikuliere (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ak, S. 7). Ergänzend zu einer Anpassung der Schiffsflotten empfiehlt das DST eine Reserve von Schubleichtern vorzuhalten (Henn und Alias 2025, S. 1). Schubleichter könnten in Niedrigwasserphasen dazu beitragen, Transportkapazitäten zu erhalten, indem sie Einzelfahrern durch eine Ladungsübernahme das Fahren mit einem geringeren Tiefgang ermöglichen.

Ein weiterer Ansatz ist die Abladeoptimierung zur Sicherung der Schiffbarkeit. Dabei handelt es sich um eine gezielte Anpassung der Wassertiefe im Rhein. Eine Vertiefung kann dazu beitragen, die Transportkapazitäten und die Zuverlässigkeit der Binnenschifffahrt zu verbessern. Durch eine optimierte Fahrrinnentiefe an ausgewählten Stellen des Rheins könnten insbesondere Massengüter- und Containertransporte effizienter abgewickelt werden. So ist beispielsweise eine Abladeoptimierung zwischen Duisburg und Stürzelberg im Bundesverkehrswegeplan vorgesehen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ak, S. 7). Nach Einschätzung der IHK erzielt jeder investierte Euro dabei einen Kosten-Nutzen-Faktor von 30,7 (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ak, S. 5).

Eine Gesamtbetrachtung des Binnennetzwerks ist unerlässlich, denn eine isolierte Betrachtung Nordrhein-Westfalens ist nach Expertenmeinung nicht zielführend (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ak, S. 6). In diesem Zusammenhang sind auch internationale Netzwerke wie z.B. die Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR), die bereits in verschiedenen Formen bestehen, wichtige Akteure. Nach Ansicht der Sachverständigen sollten diese Netzwerke weiter ausgebaut werden (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ak, S. 10).

Gleichzeitig wurde darauf hingewiesen, dass solche Eingriffe mit erheblichen ökologischen Herausforderungen verbunden sind. Eingriffe in das Flussbett können Auswirkungen auf die Flussdynamik, die Uferbereiche und die angrenzenden Ökosysteme haben. Es besteht das Risiko, dass Lebensräume für Flora und Fauna beeinträchtigt werden und die natürliche Speicher- und Pufferfunktion des Flusses verringert werden könnte.

Der BUND schlägt zudem vor, den Landschaftswasserhaushalt des Einzugsgebietes zu stärken. Dies hätte neben einer kontinuierlicheren Speisung des Rheins auch den Vorteil der Stützung von

Grundwasserständen und des Aufbaus von Grundwasserspeichern zur Stabilisierung des Gewässerabflusses in langanhaltenden Trockenphasen (Raschke 2025, S. 2).

Der VBW hebt hervor, dass smarte Lösungen – wie beispielsweise Regelungsbauwerke – zur Minimierung der Auswirkungen auf das Ökosystem erforderlich sind (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ai, S. 2). Dazu gehören neben den unten diskutierten niedrigwasserfähigen Schiffen auch der Ausbau von Niedrigwasserkorridoren und die Modernisierung von Hafenanlagen. Effiziente und minimal-invasive Maßnahmen sollten dabei stets Vorrang haben (BDB 2024a, S. 2ff.). Zudem wird empfohlen, Stau- und Speicherfähigkeiten ergebnisoffen zu prüfen und dabei ökonomische sowie ökologische Interessen in Einklang zu bringen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ak, S. 7ff.). Ergänzend wird im Rahmen von notwendigen Unterhaltungsmaßnahmen z.B. in Hafennähe eine ökologisch verträgliche Sedimententnahme empfohlen – gegebenenfalls mit Umgehungslösungen für sensible Flussbereiche und Uferabschnitte mit strukturreichen Flachwasserzonen –, um Zielkonflikte möglichst zu reduzieren (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025am, S. 2).

Um den Herausforderungen extremer Niedrigwasserphasen zu begegnen, erweitern Unternehmen bereits gezielt ihre Lagereinrichtungen und passen ihre Logistikprozesse kontinuierlich an. Dadurch konnten kurzfristige Engpässe nach den negativen Erfahrungen im Jahr 2018 in der Versorgung bislang erfolgreich abgefedert werden. Von den angehörten Sachverständigen wird empfohlen, diese Maßnahmen konsequent weiterzuverfolgen. Eine zentrale Unterstützung besteht in der Ausweisung zusätzlicher Flächen für Pufferlager in den Binnenhäfen sowie in einer flexibleren und schnelleren Genehmigungspraxis für Planung, Bau und Betrieb von Umschlagsanlagen. Diese Maßnahmen ermöglichen es, kritische Güter temporär zu bevorraten und so die Resilienz der Lieferketten zu erhöhen (BDB 2024a, S. 2; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025am, S. 2f.).

Insbesondere durch eine verbesserte Prognosemethodik der Pegelstände können Unternehmen sich gezielter auf temporäre Einschränkungen vorbereiten (BDB 2024a, S. 2; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ak, S. 3). Duisport empfiehlt ergänzend eine intelligente Kombination aus digitaler Lagerstandsmessung, grenzüberschreitender Kommunikation, technischer Abstimmung der Systeme sowie gemeinsamen Konzepten, um Abhängigkeiten weiter zu reduzieren (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025am, S. 3). Der BUND verweist darüber hinaus auf ein bereits bestehendes Vorwarnsystem für Niedrigwasserphasen am Neckar als Vorbild (Raschke 2025, S. 5).

Bei der Anpassung an Hochwasser wurde ebenfalls die Verbesserung der Prognosemöglichkeiten hervorgehoben, damit sich alle Beteiligten besser auf Unpassierbarkeit einstellen können. Wie die eingangs dargelegte Auswertung zeigt, ist die fehlende Schiffbarkeit durch Hochwasser deutlich lokaler begrenzt als die durch Niedrigwasser bedingte.

Für eine erhöhte Resilienz – unabhängig davon, ob es sich um Niedrig- oder Hochwasserphasen handelt – trägt auch eine Verbesserung der landseitigen Anbindung an Schienen- und Straßennetze bei. Dazu zählt beispielsweise die Ertüchtigung von Schwerlastrouten (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ak, S. 7). Zur Anpassung der Infrastruktur an zunehmende Starkregenereignisse wurden von verschiedenen Sachverständigen u.a. die Verstärkung von notwendigen Uferbefestigungen, die Schaffung zusätzlicher Rückhaltebecken und die Ausweisung von Überflutungsflächen angeregt (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ak, S. 5, 2025am, S. 3; Henn und Alias 2025, S. 3).

Im Hinblick auf eine vereinfachte Genehmigungspraxis haben Sachverständige dargelegt, dass die uneinheitliche regionale Einstufung von Maßnahmen, etwa als Ausbau oder Unterhaltung, zu langwierigen und uneinheitlichen Genehmigungsverfahren führt. Ein bundesweit standardisierter Leitfaden sowie eine enge Abstimmung zwischen Verwaltung, Industrie und Umweltschutzverbänden könnten diese Prozesse harmonisieren und Investitionsvorhaben deutlich beschleunigen, ohne andere Belange zu gefährden. Aufgrund der grenzüberschreitenden Bedeutung der Binnenschifffahrt sollte eine internationale Koordinierung besonders berücksichtigt werden, z.B. die Zentralkommission der Rheinschifffahrt (ZKR) (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ai, S. 4).

Ebenso betont Duisport die Bedeutung schnellerer und flexibler Genehmigungsverfahren für Planung, Bau und Betrieb von Umschlagsanlagen, da langwierige bürokratische Prozesse und fehlende Planungskoordination erhebliche Hemmnisse bei der Umsetzung von Infrastrukturmaßnahmen darstellen. Lösungsansätze könnten die Etablierung interdisziplinärer Projektstrukturen und Beschleunigungsinstrumente nach dem Vorbild des LNG-Beschleunigungsgesetzes umfassen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025am, S. 4). Wie bei vielen weiteren Vorhaben auch, benötigen Planungs- und Bauprozesse hohe Vorlaufzeiten, weshalb ein frühzeitiger Beginn der Prozesse wichtig ist (Henn und Alias 2025, S. 4). Insgesamt sei es zudem sinnvoll, die Binnenschifffahrt in Gänze strategisch zu fördern. Die IHK empfahl daher, das aus 2016 stammende Wasserstraßen-, Hafen- und Logistikkonzept des Landes zu überarbeiten (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ak, S. 9).

3.11 Tourismus, Freizeit und Erholung

Tourismus, Freizeit und Erholung besitzen in Nordrhein-Westfalen eine hohe wirtschaftliche und gesellschaftliche Bedeutung. Unter Tourismus wird das Reisen und der zeitweilige Aufenthalt von Personen außerhalb ihres gewöhnlichen Lebensumfelds verstanden (Rappard 2025, S. 1). Tourismus, Freizeit und Erholung prägen Landschaftsräume, dienen als sozialer Erfahrungsraum und sind eng an natürliche Ressourcen und klimatische Rahmenbedingungen gebunden. Das folgende Kapitel gibt einen Überblick über zentrale Bereiche des Tourismus und der Freizeitnutzung in Nordrhein-Westfalen und analysiert deren ökologische Bezüge von Freizeit und Naherholung an und mit Wasser sowie die klimawandelbedingten Auswirkungen auf diesen Erholungsraum.

3.11.1 Tourismus, Freizeit und Erholung in Nordrhein-Westfalen

Touristische Betriebe in Nordrhein-Westfalen stellen einen bedeutenden Wirtschaftszweig dar, welcher knapp 650.000 Arbeitsplätze umfasst und einen Jahresumsatz von rund 46 Milliarden Euro erwirtschaftet (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ah, S. 2). Im Jahr 2024 erreichte Nordrhein-Westfalen einen Höchststand von insgesamt 54,5 Millionen Übernachtungen und 24,5 Millionen Gästeankünften (Rappard 2025, S. 9; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ah, S. 2). Nordrhein-Westfalen hat bei Übernachtungen einen Marktanteil von 11 Prozent am Tourismus in Deutschland und befindet sich diesbezüglich auf Platz 3 im Vergleich zu den anderen Bundesländern (Tourismus NRW e.V. und IHK NRW 2025, S. 9). Insgesamt zeigt NRW seit dem Jahr 2019, mit Ausnahme der Zeit während der Coronapandemie, ein konstantes Wachstum im Tourismusbereich (Rappard 2025, S. 10). In urbanen Räumen sind Menschen verstärkt Umweltstressoren wie Hitze, Luftschadstoffen und Lärm ausgesetzt, die durch regulierende Ökosystemleistungen von blau-grüner Infrastruktur – etwa durch Abkühlung von Wärmeinseln und ihre Funktion als Frischluftschneisen – wirksam gemindert werden können. Wasserbezogene Erholungsräume fördern zudem körperliche Aktivität, wirken stressreduzierend und dienen als attraktive Orte sozialer Begegnung, wodurch sie Gesundheit und Lebensqualität deutlich verbessern. Angesichts der besonders starken Betroffenheit sozioökonomisch benachteiligter Bevölkerungsgruppen vom Klimawandel ist ein gerechter, wohnortnaher Zugang zu diesen Erholungsräumen essenziell, insbesondere für Menschen, die sich aus gesundheitlichen oder finanziellen Gründen keinen Erholungsurlaub leisten können (siehe auch Kapitel 3.6).

Laut eines Gutachtens des Ministeriums für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie ist die ökonomische Relevanz von sogenanntem „Indoor-Tourismus“ in Nordrhein-Westfalen am höchsten (MWIKE 2022b, S. 4). Als „Indoor-Tourismus“ versteht das Gutachten beispielsweise den Städte-, Kultur-, Messe- oder Businesstourismus (ebd.). Den größten Anteil an dem Bruttoumsatz des gesamten Tourismus in NRW haben Reisen und Tagesausflüge aus beruflichen oder wirtschaftlichen Gründen (ebd., S. 23). Eine Darstellung der unterschiedlichen Anteile am Bruttoumsatz von Tourismusarten findet sich in Abbildung 17. Ergänzend zur Feststellung der Relevanz von Indoor-Tourismus stellte eine Erhebung des Tourismus NRW e.V. über das Tourismusjahr 2022/2023 heraus, dass Kulturbesuche, die 45 Prozent als Aktivität angegeben haben, gefolgt von Eventbesuchen, die 41 Prozent als Aktivität angegeben haben, die beliebteste Urlaubsaktivität darstellten.

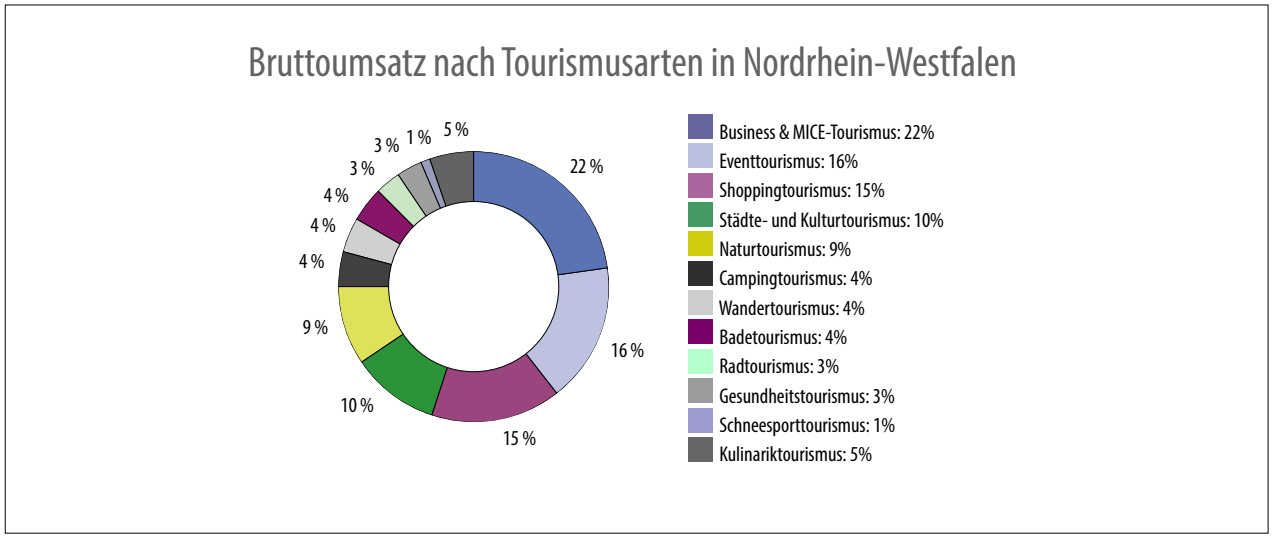


Abbildung 17: Bruttoumsatz nach Tourismusarten in NRW (MWIKE 2022b)

Der sogenannte „Outdoor-Tourismus“ wird mehr vom Klimawandel beeinflusst als der „Indoor-Tourismus“. Im Tourismusjahr 2022/2023 gaben insgesamt 34 Prozent aller Urlauber „Naturaufenthalte“ und 25 Prozent aller Urlauber „Spazieren gehen“ als Urlaubsaktivität an. In vielen Tourismusarten wie beispielsweise dem „Business & MICE-Tourismus“, dem „Eventtourismus“ oder auch dem „Städte- und Kulturtourismus“ findet zudem eine zunehmende Outdoor-Orientierung statt (MWIKE 2022b). Ursache für diesen Trend sind veränderte klimatische Rahmenbedingungen, die Sommeraktivitäten begünstigen (ebd., S. 4). Eine Ausnahme stellt hier der „Schneesporttourismus“ dar, welcher bereits jetzt durch klimatische Veränderungen negativ beeinflusst wird (ebd.; siehe Kapitel 3.11.3.1).

Die vorliegenden Daten verdeutlichen, dass Nordrhein-Westfalen über eine wirtschaftlich bedeutende und zugleich vielfältige Tourismuslandschaft verfügt. Eine große ökonomische Bedeutung haben Aktivitäten des „Indoor-Tourismus“ wie der „Business- und MICE-Tourismus“, der „Eventtourismus“, der „Shoppingtourismus“ sowie der „Kultur- und Städtetourismus“. Diese Tourismusarten umfassen 63 Prozent des Bruttoumsatzes des gesamten Tourismus in Nordrhein-Westfalen. Zugleich ist infolge veränderter klimatischer Rahmenbedingungen eine zunehmende Orientierung hin zu Outdoor-Angeboten und naturbasierten Freizeitformen festzustellen. Wie sich veränderte klimatische Bedingungen auf die verschiedenen Tourismusarten auswirken, wird im weiteren Verlauf dieses Kapitels anhand der eingegangenen Stellungnahmen beschrieben.

Laut der Stellungnahme des Wuppertal Instituts wird der Aufenthalt in natürlichen oder naturnahen Räumen in der Freizeit- und Gesundheitskultur der Bevölkerung immer wichtiger (Schmidt 2025a, S. 1). Der Zugang zu Badeseen, Flussufern oder Wandergebieten ist daher als bedeutsames öffentliches Gut zu betrachten.

Mit der Häufung von Hitzetagen, anhaltenden Trockenperioden und plötzlichen Starkregenereignissen treten allerdings Belastungen auf, die die Aufenthaltsqualität und die Stabilität von Räumen, die für Tourismus, Freizeit und Erholung genutzt werden, beeinträchtigen. Niedrige Pegelstände können Schifffahrt und Badesaison verkürzen; Starkregen kann Wege, Campingplätze oder touristische Anlagen beschädigen (Baumgärtner 2025, S. 5f.). Diese Veränderungen erzwingen eine schrittweise Umgestaltung hin zu widerstandsfähigeren Strukturen.

Der touristische Sektor in Nordrhein-Westfalen reagiert darauf vor allem mit organisatorischer Diversifizierung und technischer Innovation. Tourismus NRW e. V. verweist auf landesweite Projekte wie das Kompetenzzentrum „Grüne Transformation im Tourismus“ oder die Nachhaltigkeitswerkstatt.NRW (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ah, S. 7), die Betriebe bei der Umstellung auf ressourcenschonende Prozesse unterstützen. Regionale Akteure wie die Niederrhein Tourismus GmbH (Baumgärtner 2025, S. 4) ergänzen diese Programme durch lokale Sensibilisierungs- und Bildungsinitiativen. Auf weitere bereits umgesetzte Anpassungsmaßnahmen wird im Kapitel 3.11.3 eingegangen.

3.11.2 Ökologie und Tourismus, Freizeit und Erholung

Tourismus, Freizeit und Erholung beeinflussen die ökologische Verfassung der Lebensräume in unterschiedlicher Weise. Einerseits können sie das Naturerleben fördern und zur Wertschätzung von Naturräumen beitragen, andererseits verursachen sie Belastungen und Nutzungskonflikte. Besonders empfindliche Ökosysteme wie Gewässer, Auenlandschaften und Schutzgebiete befinden sich hier in einem besonderen Spannungsfeld (Rappard 2025, S. 13).

Tourismus NRW e. V. weist darauf hin, dass Tourismus ohne verbindliche Nachhaltigkeitskriterien dazu neigt, negative Umweltwirkungen zu verstärken (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ah, S. 12). Das Wuppertal Institut betont, dass Freizeitaktivitäten in der Nähe von Gewässern häufig Bodenverdichtung, Erosion und die Störung sensibler Lebensräume verursachen (Schmidt 2025a, S. 4f.). Der Ruhrverband beschreibt zusätzlich Verschmutzung, Ufererosion und eine Beeinträchtigung der Wasserqualität als Folgen intensiver Freizeitnutzung (Donner und Rüdel 2025, S. 5f.). Der Fischereiverband NRW e. V. verweist ergänzend auf Abfall, Trittschäden und Störungen von Brutplätzen in stark besuchten Uferbereichen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ad, S. 3f.). Darüber hinaus macht das Wuppertal Institut darauf aufmerksam, dass eine ausgeprägte Nutzung von Wasserflächen durch touristische Aktivitäten teilweise nicht mit den Zielen der Wasserrahmenrichtlinie vereinbar ist (Schmidt 2025a, S. 7).

Gleichzeitig kann Tourismus auch positive Wirkungen entfalten. Touristische Einnahmen können beim Erhalt von Nationalparks helfen und Eintrittsgelder und Spenden direkt in Naturschutzprojekte und in Gewässerschutz fließen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025b, S. 28). Ein konkretes

Beispiel hierfür ist der Kanutourismus, den Tourismus NRW e. V. als Mitgestalter beim Gewässerschutz beschreibt. Hervorgehoben wird insbesondere die freiwillige Einhaltung von Sperrzeiten während der Brutzeit empfindlicher Arten, die zu ihrem Schutz beiträgt (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ah, S. 28f.).

In der Praxis zeigen verschiedene Regionen, wie naturverträgliche Erholung ausgestaltet werden kann. Nachhaltige Angebote verbinden Erholung mit Elementen des Gewässerschutzes, etwa durch naturverträgliche Infrastruktur, Bildungsangebote oder Besucherlenkung (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ah, S. 28).

Ein positives Beispiel für naturverträglichen Tourismus stellt der Seaside Beach in Essen dar, wo ein Frühwarnsystem zur hygienischen Wasserqualität in Verbindung mit einem vielfältigen Freizeitangebot eine umweltverträgliche Nutzung unterstützt (Donner und Rüdel 2025, S. 7). Auch im Rhein-Sieg-Kreis tragen getrennte Nutzungs- und Ruhebereiche an Gewässern wie dem Allner See oder dem Rotter See zu einer nachhaltigen touristischen Nutzung bei (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ah, S. 24).

Insgesamt zeigt sich, dass Tourismus, Freizeit und Erholung zwar die Umwelt belasten können, zugleich aber bei den Nutzern ein grundsätzliches Interesse an intakten Umweltbedingungen besteht und unter geeigneten Rahmenbedingungen ein Ausgleich zwischen Erholung und Naturschutz möglich ist. Ein wirtschaftlich erfolgreicher Tourismus muss von daher kein Gegenmodell zu mehr Nachhaltigkeit sein, sondern lässt sich im Sinne des steigenden Umweltbewusstseins der Bevölkerung ressourcenschonend und langfristig tragfähig entwickeln (vgl. Rappard 2025, S. 1f.). Tourismus profitiert von der ökologischen Aufwertung von Gewässern durch Renaturierung sowie durch die Wasserrückhaltung, da diese wichtige Erholungs- und Rückzugsräume schaffen (Donner und Rüdel 2025, S. 5f.).

Die nachfolgenden Unterkapitel zeigen, dass sich veränderte klimatische Rahmenbedingungen je nach Aktivität unterschiedlich auswirken. Zugleich werden aber bereits heute vielfältige Anpassungsmaßnahmen ergriffen, um Angebote zu erhalten und Nutzungskonflikte zu begrenzen.

3.11.3 Tourismus, Freizeit und Erholung und der Klimawandel

Im Folgenden wird kleinteilig dargestellt, wie sich veränderte klimatische Rahmenbedingungen auf den Bereich „Tourismus, Freizeit und Erholung“ auswirken.

Einzelne Stellungnahmen weisen darauf hin, dass sich infolge veränderter klimatischer Rahmenbedingungen Verschiebungen im Reiseverhalten ergeben könnten, die Nordrhein-Westfalen in bestimmten Segmenten des Tourismus perspektivisch attraktiver machen. Diese Einschätzung bezieht

sich vor allem auf eine mögliche Zunahme sommerlicher Aufenthalte und Outdoor-Aktivitäten. Zugleich betonen die Stellungnahmen jedoch, dass diese potenziellen Effekte nicht als Entlastung von den Risiken des Klimawandels zu verstehen sind (Tourismus NRW e.V. und IHK NRW 2025, S. 4–6, 10; Schmidt 2025a, S. 1–2; Baumgärtner 2025, S. 4, 8-9; Donner und Rüdel 2025, S. 20–21; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ah, S. 10).

Gleichzeitig werden von einzelnen vorliegenden Stellungnahmen, die bei der Enquetekommission eingegangen sind, Nutzungskonflikte und Herausforderungen in Verbindung mit dem Klimawandel erwartet. Auf die Veränderungen der klimatischen Rahmenbedingungen in Nordrhein-Westfalen wurde in Kapitel 2.3 eingegangen. Längere, wärmere Sommer verstärken das Interesse an wasserorientierten Freizeitaktivitäten, während zugleich häufiger auftretende Extremwetter wie Hitze, Dürre, Starkregen, Gewitter und Hochwasser die Nutzung vieler Gewässer zeitweise erheblich einschränken können (Donner und Rüdel 2025, S. 1). Der Klimawandel verstärkt Ungleichgewichte im natürlichen Wasserhaushalt und beeinträchtigt Menge sowie Qualität der Wasserressourcen, was im Tourismussektor zu sinkender Attraktivität wasserbezogener Angebote, zu Schließungen aufgrund mikrobiologischer Belastungen und zu wirtschaftlichen Einbußen führt (Rappard 2025, S. 5). Arten wie Blaualgen oder Elodea-Pflanzen verschlechtern die Bedingungen für unterschiedliche wasserbezogene Nutzungen (Donner und Rüdel 2025, S. 1). Vermehrte Extremwetterereignisse wie Hochwasser oder Starkregenereignisse können zudem touristische Infrastruktur zerstören (vgl. Rappard 2025, S. 6). Touristische Aktivitäten und Einrichtungen führen häufig zu einem erhöhten Wasserverbrauch, was in wasserarmen Regionen und abhängig vom Klimawandelszenario zu jahreszeitlichen Nutzungskonflikten mit Bevölkerung und Landwirtschaft führen kann (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025b, S. 29). Die Aufrechterhaltung touristischer Angebote sollte durch kommunale sowie örtliche Anpassungskonzepte und die Anpassung touristischer Angebote erfolgen (vgl. Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ah, S. 17f.).

Finanziell und organisatorisch gut ausgestattete Kommunen sowie touristische Betriebe setzen zunehmend auf klimaangepasste Infrastruktur. Zur Entlastung der Kanalisation und zur Aufnahme von Starkregen entstehen verstärkt Grünflächen mit Bäumen und Gründächer, während gleichzeitig wärmespeichernde Versiegelungen reduziert werden, um die Aufenthaltsqualität insgesamt zu erhöhen (Schmidt 2025a, S. 1). Touristische Orte sollten auch bei niedrigen Wasserständen oder in der Nebensaison attraktiv bleiben, etwa durch wetterunabhängige Angebote wie Gastronomie, Spielplätze, Naturpfade oder Veranstaltungen. Ein gelungenes Beispiel hierfür ist die Sorpetalsperre mit ihrer Kombination aus Wasser- und Landangeboten über das ganze Jahr hinweg (Donner und Rüdel 2025, S. 4). Grundsätzlich können Veranstaltungen und Freizeitangebote auch in kühlere Tageszeiten oder in weniger hitzeintensive Monate verlegt werden, um klimatischen Belastungen auszuweichen (Donner und Rüdel 2025, S. 6). Als ebenfalls wichtig anzusehen sind regionale Kooperationen zwischen Tourismus, Landwirtschaft und kommunalen Akteuren einschließlich der Naturschutzbehörden, da sie den Austausch und die gemeinsame Abstimmung wesentlich verbessern (Rappard

2025, S. 3). Eine besondere Chance bietet ebenfalls die Digitalisierung, welche in den Bereichen der Besucherlenkung, des Monitorings sowie bei Steghöhenanpassungen in der Freizeitschifffahrt unterstützen kann (vgl. Rappard 2025; Donner und Rüdel 2025).

In den folgenden Unterkapiteln werden einzelne Aktivitäten, die den Bereich „Tourismus, Freizeit und Erholung" betreffen, und ihre voraussichtliche Betroffenheit durch klimatische Änderungen beschrieben. Hierbei wird auf den aktuellen Stand, voraussichtliche Entwicklungen und Anpassungsmaßnahmen eingegangen.

3.11.3.1 Wintersport

Der Wintertourismus stellt in Nordrhein-Westfalen die einzige Tourismusform dar, in der Änderungen im Wasserhaushalt aufgrund veränderter Witterungsbedingungen bereits spürbar sind (Rappard 2025, S. 9). Wintersport in Nordrhein-Westfalen hat einen Anteil am touristischen Bruttoumsatz von 1 Prozent (MWIKE 2022b, S. 35). Hervorzuheben ist hierbei, dass Winterberg in NRW laut einer Auswertung von Google-Suchanfragen durch das Magazin Beyondsurfing der zweitbekannteste Skiort in Deutschland ist (Schuster 2025).

Der Wintersport ist stark abhängig von der regionalen Schneesicherheit, welche aufgrund von steigenden Temperaturen gefährdet ist (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ah, S. 10). Beschneiungsanlagen stellen eine Möglichkeit dar, um Wintersport in gewissen Grenzen auch bei ungünstigen Temperaturen zu ermöglichen, sind allerdings an die Verfügbarkeit von Wasser und Energie gebunden (Donner und Rüdel 2025, S. 3) und führen zu erhöhten Kosten (Rappard 2025, S. 10). Zudem ist technische Beschneiung nicht überall möglich (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ah, S. 10). In Folge der sich verkürzenden Wintersportsaison kann zukünftig von einem Rückgang der Touristenzahlen im Wintertourismus und einer Verlagerung in höher gelegene deutsche Mittelgebirge ausgegangen werden (Rappard 2025, S. 8ff.).

Organisatorische Anpassungen wie flexiblere Saisonplanungen und die Entwicklung ergänzender, wetterunabhängiger Angebote in Wintersportregionen stellen neben dem Einsatz technischer Beschneiung eine Möglichkeit zur Anpassung dar. Das Angebot von attraktiven Ganzjahresaktivitäten wird im Sauerland bereits verfolgt (Schmidt 2025a, S. 1). Ein positives Beispiel für eine Anpassung an veränderte klimatische Rahmenbedingungen stellt Winterberg dar. Winterberg hat in ökologisch optimierte Beschneiungssysteme und Allwetter-Schneeanlagen, welche den Wintersport weiterhin trotz wärmeren Klimas ermöglichen, investiert (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ah, S. 7, 10).

3.11.3.2 Angelfischerei

In Nordrhein-Westfalen haben über 230.000 Menschen einen Fischereischein (MLV o.J.c). Von diesen sind rund 115.000 Personen in Nordrhein-Westfalen in einem Angelverein organisiert (ebd.). Angelvereinen kommt eine zentrale Rolle bei der Erkennung, Kontrolle und Eindämmung von Neobiota zu. Problematische Neobiota bzw. invasive Arten verdrängen einheimische Arten, beeinflussen die Wasserqualität und ändern Nahrungsnetze (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ad, S. 6).

Niedrigwasserstände und Trockenperioden haben starke Auswirkungen auf die Angelfischerei und die Bewirtschaftung von Angelgewässern (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ad, S. 6). Mit zunehmender Erwärmung sinkt die Sauerstofflöslichkeit. Dies allein kann dazu führen, dass Fische ersticken. Höhere Temperaturen begünstigen zudem das Algenwachstum. Algen, wie auch andere Pflanzen, atmen nachts Sauerstoff, wodurch der Sauerstoffgehalt weiter (nachts) reduziert werden kann. Diese Auswirkungen können dazu führen, dass kälte- und sauerstoffliebende Arten in betroffenen Gewässern nicht mehr besetzt werden können und in diesen Gewässern dauerhaft ausfallen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ad, S. 6). Die fischereiliche Hegepflicht wird durch trockene und warme Perioden beeinträchtigt. In diesen Perioden können nur robustere Arten wie z.B. Karpfen oder Schleien ins Gewässer eingebracht werden (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ad, S. 2). Neue wie auch ältere Fischwanderhilfen sind für bestimmte Wasserstände ausgelegt. Bei sinkenden Wasserständen in den Sommermonaten führt dies dazu, dass diese nicht mehr durchwanderbar sind. Zunehmende Extremwetterereignisse, veränderte Niederschlagsmuster und steigende Wassertemperaturen verändern nicht nur die Lebensbedingungen für heimische Fischarten deutlich, sondern verursachen ebenfalls eine Verschiebung der Artenzusammensetzung (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ad, S. 6). Insbesondere das Eindringen wärmeliebender invasiver Arten, wie der Schwarzmundgrundel oder des Welses, stellen eine Bedrohung für den Fischbestand dar. Diese durch Klimaänderungen begünstigten Entwicklungen führen dazu, dass beliebte Angelfische seltener werden oder auch ganz verschwinden. Die Veränderung der Artenzusammensetzung reduziert die Attraktivität des Angelns als Hobby, was einen Rückgang der Angelfischerei verursachen kann (Donner und Rüdel 2025, S. 6).

In den Stellungnahmen werden verschiedene Anpassungsmaßnahmen beschrieben. Dazu zählen eine verstärkte Beobachtung und Dokumentation der Artenentwicklung sowie die engmaschige Kontrolle invasiver Arten durch Angelvereine (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ad, S. 6). Um Fischsterben rechtzeitig vorzubeugen, sind kontinuierliche Messungen von Wassertemperatur, Sauerstoffgehalt und Pegelständen erforderlich, die in der Regel von den entsprechend geschulten Gewässerwarten der Angelvereine durchgeführt werden (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ad, S. 2). Darüber hinaus wird auf die Bedeutung eines kontinuierlichen Gewässermonitorings hingewiesen, um Veränderungen in Temperatur, Sauerstoffgehalt und Wasserstand frühzeitig zu erfassen (Donner und Rüdel 2025, S. 6). In einigen Regionen werden zudem Anpassungen in der Gewässerbe-

wirtschaftung erforderlich, etwa durch angepasste Besatzkonzepte oder die zeitweise Sperrung von Gewässerabschnitten bei niedrigen Wasserständen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ad, S. 6). Maßnahmen wie die Förderung und die Wiederansiedlung heimischer Arten durch Gewässerstrukturverbesserungen, eine naturnahe Ufergestaltung sowie Beschattung sind ebenfalls notwendig (ebd., S. 3). Auch eine intensivere gemeinsame Aufklärung und Kooperation mit Anglerverbänden kann bei der Entwicklung gezielter Managementstrategien für den Umgang mit dem Klimawandel helfen (ebd.).

3.11.3.3 Wassersport, Freizeitschifffahrt und Naturaktivitäten

Wassersport und Freizeitschifffahrt sind zentrale Nutzungen an den Seen, Talsperren und Flüssen Nordrhein-Westfalens. Sinkende Wasserstände beeinträchtigen Wassersportarten wie Segeln, SUP, Rudern und Baden, da sich die nutzbare Wasserfläche verringert und dadurch die Nutzungsdichte steigt, was das Konfliktpotenzial erhöht (Donner und Rüdel 2025, S. 5). Wassermangel beeinträchtigt Angebote wie Ausflugsschifffahrten, Kanutourismus und Flusskreuzfahrten. Sinkende Rheinpegel führen dabei insbesondere in Städten wie Bonn, Düsseldorf und Köln zu spürbaren Einschränkungen touristischer Leistungen bis hin zu zeitweisen Betriebsausfällen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ah, S. 4). Da Niedrig- oder Hochwasser erst im Spätsommer oder im Herbst auftreten, bleibt die Hauptsaison der Personenschifffahrt in der Regel unberührt, auch wenn ein vorzeitiges Saisonende nötig werden kann (Donner und Rüdel 2025, S. 5). Laut Tourismus NRW e. V. zählen Naturerlebnisse und Spaziergänge zu den zentralen Aktivitäten vieler Besucherinnen und Besucher (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ah, S. 4f.). Wandern sowie Vogelbeobachtung stellen positive Beispiele für eine naturverträgliche Nutzung von Naturschutzzonen dar (Donner und Rüdel 2025, S. 6).

Der Tauch- und Schnorchelsport in Binnengewässern ist betroffen, da Extremwetter vermehrt Sedimente aufwirbeln und dadurch die Sichtweiten stark reduziert. Darüber hinaus stellen plötzlich einsetzende Strömungen in Fließgewässern sowie ausgeprägte Temperaturschichtungen in Stillgewässern erhebliche Sicherheitsrisiken dar (Rappard 2025, S. 12). Klimatische Veränderungen wirken sich bereits heute spürbar auf Naturaktivitäten aus. In Mittelgebirgsregionen wie dem Kreis Mettmann führen Erdrutsche, umgestürzte Bäume und Auswaschungen zunehmend zu Beeinträchtigungen und temporären Sperrungen von Wanderwegen, was den Pflegeaufwand deutlich erhöht. Im Rhein-Sieg-Kreis werden viel genutzte Wege nach Starkregenereignissen schwerer zugänglich (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ah, S. 9). Gleichzeitig stellt die Ermöglichung von Ganzjahresaktivitäten wie beispielsweise Wandern eine gute Möglichkeit dar, um den Nutzungsdruck auf Freizeitaktivitäten mit Wasserbezug zu mindern (vgl. Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ah, S. 23; vgl. Schmidt 2025a, S. 1). Zugleich verweisen die Stellungnahmen auf ökologische Belastungen, die durch Wassersport und Freizeitschifffahrt entstehen können. Dazu zählen Ufererosion, Verschmutzung und die Störung sensibler Ufer- und Lebensräume, insbesondere dort, wo verschiedene Nut-

zungsformen räumlich eng beieinanderliegen (Donner und Rüdel 2025, S. 7). Diese ökologischen Belastungen können z.T. durch veränderte klimatische Rahmenbedingungen verstärkt werden.

Am Unterbacher See erfolgen bereits Anpassungsmaßnahmen. Der Badebereich am Unterbacher See ist deutlich von der übrigen Wasserfläche getrennt, sodass verschiedene Nutzungsformen wie Baden, Segeln und Naturschutz räumlich voneinander abgegrenzt sind. Diese Zonierung reduziert Konflikte zwischen Nutzergruppen und schützt zugleich sensible Bereiche, insbesondere im östlichen Teil des Sees, der der Erhaltung der lokalen Flora und Fauna dient (Rappard 2025, S. 12). Zur Anpassung an veränderte Rahmenbedingungen kommen sowohl organisatorische als auch technische Maßnahmen zum Einsatz. Besucherlenkung, räumlich getrennte Nutzungsbereiche und klare Regelwerke gelten als zentrale Instrumente, um die ökologische Belastung zu begrenzen und gleichzeitig hohe Nutzungsqualität sicherzustellen (Donner und Rüdel 2025, S. 7). Ergänzend werden technische Überwachungssysteme genutzt. Ein Beispiel ist das Frühwarnsystem am Seaside Beach in Essen, das kontinuierlich die hygienische Wasserqualität überwacht und bei Bedarf temporäre Nutzungsbeschränkungen auslöst (Donner und Rüdel 2025, S. 7). Zur frühzeitigen Identifikation des Auftretens von Blaualgen wurden bereits spezielle Monitoringansätze etabliert, die eine rechtzeitige Ausgabe von Warnmeldungen oder Badeverboten ermöglichen und in Abstimmung mit den Betreibern der Badestellen umgesetzt werden sollen (Donner und Rüdel 2025, S. 2). Extremwetter wie sommerliche Gewitter, Starkregen und schnelle Temperaturwechsel erhöhen das Risiko für Badegäste und Wassersportler, weshalb verlässliche und leicht zugängliche Warnsysteme für Schwimmer, Segler und Bootsfahrer notwendig sind (Donner und Rüdel 2025, S. 2).

Die neue Gewässerzertifizierung des Bundesverbands Kanu e.V. legt bereits jetzt bundesweit einheitliche Standards für Infrastruktur, Umweltverträglichkeit und Besucherlenkung fest. Für eine Zertifizierung müssen u.a. befestigte Einstiegsstellen, Beschilderungen und Rastplätze eingerichtet werden, um Naturerlebnis und Schutz sensibler Bereiche zu verbinden. Regionale Konzepte wie im Münsterland ergänzen dies durch verpflichtende Ein- und Ausstiegszonen sowie saisonale Begrenzungen der Nutzerzahlen, sodass die Nutzung an Wasserstände und ökologische Erfordernisse angepasst werden kann (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ah, S. 13). Die Änderung des Ruhrverbandsgesetzes aus dem Jahr 2023 hat eine angepasste Steuerung der Wasserabgaben aus Talsperren ermöglicht. Neben den positiven Auswirkungen auf die Trinkwasserversorgung hat dies auch positive Nebeneffekte auf den Wassersport ermöglicht (Donner und Rüdel 2025, S. 2). Zur Bekämpfung der Wasserpflanze Elodea, die Wassersportaktivitäten behindern kann, ist die einzige aktuelle Möglichkeit der Einsatz von Mähbooten (Donner und Rüdel 2025, S. 2).

3.11.3.4 Wellness und Erholung

Wellness- und Erholungsangebote bilden einen wichtigen Bestandteil des Freizeit- und Tourismusangebots in Nordrhein-Westfalen. Viele Destinationen verzeichnen eine steigende Nachfrage

nach ruhigen Aufenthaltsorten, Angeboten zur Regeneration und gesundheitsorientierten Freizeitformen, die sowohl in städtischen als auch in naturnahen Räumen stattfinden können (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ah, S. 8). Besonders an heißen Tagen oder während längerer Belastungsphasen suchen viele Besucherinnen und Besucher vermehrt schattige, kühle oder wassernahe Aufenthaltsmöglichkeiten, die als Ausgleich zur Hitze und als Orte der Entspannung dienen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ah, S. 8).

Veränderte klimatische Bedingungen beeinflussen diese Formen der Erholung deutlich. Höhere Temperaturen und eine zunehmende Häufung von Hitzetagen erhöhen die Nachfrage nach kühlenden Aufenthaltsräumen, zugänglichen Grünflächen und wassernahen Erholungsorten (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ah, S. 17). Gleichzeitig können Trockenperioden und Stress für städtische Grünflächen die Qualität von Erholungsräumen mindern, während Starkregenereignisse Wege und Grünanlagen kurzfristig unpassierbar machen können (Schmidt 2025a, S. 4). Gesundheitstouristische Einrichtungen wie Thermen, Kneippanlagen, Gradierwerke und Kurparks sind durch Hitze, Trockenheit und Starkregen sowohl infrastrukturell als auch finanziell belastet, da ihre Funktionsfähigkeit leidet und Betriebs- sowie Pflegekosten steigen. Zugleich erschwert der Klimawandel die Versicherbarkeit technischer Anlagen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ah, S. 6f.).

In mehreren Kommunen wurden bereits Anpassungsmaßnahmen umgesetzt, um die Attraktivität von Erholungsräumen unter veränderten klimatischen Bedingungen zu erhalten. Beispiele sind Begrünungs- und Entsiegelungsmaßnahmen, Trinkbrunnen oder beschattete Aufenthaltsflächen, wie sie in Bonn, Düsseldorf und Köln eingeführt wurden (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ah, S. 17). Diese Ansätze verbessern das lokale Mikroklima und steigern zugleich die Aufenthaltsqualität an touristisch wichtigen Orten. Kur- und Heilbäder reagieren auf Hitze mit zusätzlichen schattigen Aufenthaltsbereichen und erhöhter Bewässerung, was mehr Ressourcen sowie personelle und finanzielle Mittel erfordert; zugleich müssen natürliche Heilmittel wie Sole und Moore durch Renaturierung, technische Optimierungen und ein nachhaltiges Wasser- und Flächenmanagement langfristig geschützt werden (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ah, S. 7f.).

3.11.4 Tourismus, Freizeit und Erholung in Nordrhein-Westfalen: Eine Einordnung

Die Stellungnahmen zeigen, dass Tourismus, Freizeit und Erholung in Nordrhein-Westfalen vielfältig ausgeprägt sind und zugleich zunehmend unter dem Einfluss veränderter klimatischer und ökologischer Bedingungen stehen. Während einige Aktivitäten zunehmen, geraten andere stärker unter Druck. Zugleich wird deutlich, dass viele Nutzungsformen auf funktionierende natürliche Ressourcen angewiesen sind und dadurch Nutzungskonflikte entstehen können. Bedeutsam ist an dieser Stelle, dass Bürgerinnen und Bürger Nordrhein-Westfalens gleichwertige Chancen auf Naherholung am oder im Wasser haben. Dies gilt – nicht zuletzt aus gesundheitlichen Gründen – umso mehr für dicht bebaute, urbane Regionen.

Gleichzeitig zeigen die Stellungnahmen aber auch, dass zahlreiche Regionen und Akteure bereits heute auf veränderte Rahmenbedingungen reagieren. Beispiele sind Besucherlenkung, Zonierungsmaßnahmen, Frühwarnsysteme zur Wasserqualität, begrünte und entsiegelte Erholungsräume, klimaangepasste Infrastruktur sowie vielfältige Sensibilisierungs- und Bildungsangebote. Die Vielzahl bereits umgesetzter Projekte zeigt, dass Anpassung im Tourismussektor in Nordrhein-Westfalen kein abstraktes Zukunftsthema, sondern vielerorts gelebte Praxis ist.

Insgesamt bleibt der touristische Bereich trotz wachsender Herausforderungen ein wichtiger Bestandteil regionaler Lebensqualität und Identifikation. Die bereits eingeleiteten Anpassungen zeigen, dass er über erhebliche Potenziale verfügt, Nutzung und ökologische Erfordernisse auch künftig miteinander in Einklang zu bringen.

3.12 Abwasser

Eine ordnungsgemäße Abwasserentsorgung ist als Bestandteil der öffentlichen Daseinsvorsorge eine zentrale Voraussetzung für Gesundheitsschutz, Gewässerschutz und eine funktionsfähige Siedlungs- und Stadtentwicklung.

Die zugehörige Infrastruktur erfüllt ihre Aufgabe im Alltag meist unsichtbar, da wesentliche Teile, wie Kanalnetze, Pumpwerke, Sonderbauwerke und Leitungen, im Untergrund liegen. Gerade diese Unsichtbarkeit führt dazu, dass der hohe Erneuerungs- und Anpassungsbedarf in Politik und Öffentlichkeit häufig unterschätzt wird.

Anlagen zur Abwasserbeseitigung sind Bestandteil der kritischen Infrastruktur (§ 3 BSI-Kritisverordnung) und der öffentlichen Daseinsvorsorge, da ihr Ausfall unmittelbare Folgen für die Umwelt und die Gesundheit der Bevölkerung hätte. Angesichts des allgemeinen Erhaltungszustands, der Auswirkungen des Klimawandels und der Digitalisierung ist ihre Resilienz daher gezielt zu stärken (Hollstein 2025b, S. 2–4; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025g, S. 6; Lenz 2025, S. 4).

Zugleich besteht eine enge Verbindung zu anderen Themenfeldern der Enquetekommission: Regenwasserbewirtschaftung und Starkregenvorsorge berühren Siedlungs- und Stadtstrukturen; Einträge aus Mischwasserentlastungen bei Starkregenereignissen beeinträchtigen die Gewässerqualität; die Nutzung von Abwasserwärme und die Energieneutralität von Kläranlagen stehen im Kontext von Energie- und Wärmewende und die Umsetzung europäischer Vorgaben (z. B. erweiterte Herstellerverantwortung, zusätzliche Reinigungsanforderungen) verweist auf industrie- und umweltpolitische Querschnittsfragen (Hollstein 2025b, S. 7; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025g, S. 8-9, 21-22).

3.12.1 Ausgangslage der Abwasserentsorgung in Nordrhein-Westfalen

Nordrhein-Westfalen weist eine sehr gut ausgebaute Abwasserentsorgungsinfrastruktur auf. Zunächst erfolgt eine Darstellung der Ausgangssituation.

3.12.1.1 Strukturen und Zuständigkeiten

Der Anteil der an die öffentliche Kanalisation angeschlossenen Bevölkerung liegt bei 98,2 Prozent. Für einzelne, weit abgelegene Liegenschaften im „Außenbereich" ist ein Anschluss nicht erforderlich oder sinnvoll. Dort sichern dezentrale Systeme wie Kleinkläranlagen oder die Sammlung und Abfuhr mittels abflussloser Gruben eine dem Stand der Technik entsprechende Abwasserbehandlung.

Laut dem „Statistischen Bericht – Erhebung der öffentlichen Abwasserentsorgung – 2022" des Statistischen Bundesamtes umfasst das Kanalnetz in Nordrhein-Westfalen rund 102.000 Kilometer, davon etwa 46.000 Kilometer Mischwasserkanäle. Mischwasserkanäle sind Abwasserleitungen, die Schmutzwasser aus Haushalten/Industrie und Niederschlagswasser von befestigten Flächen gemeinsam in einer einzigen Leitung zur Kläranlage führen. Sie bilden das sogenannte Mischsystem, das im Gegensatz zum Trennsystem nur ein Rohrsystem benötigt, aber bei Starkregen durch die große Wassermenge an Kapazitätsgrenzen stoßen kann. Die Trennsysteme bestehen aus rund 25.000 Kilometern Regen- und 30.000 Kilometern Schmutzwasserkanälen (Wintgens 2025, S. 2).

Die Abwasserentsorgung ist Bestandteil der kommunalen Daseinsvorsorge. Den Gemeinden obliegt nach § 56 WHG und § 46 LWG NRW grundsätzlich die Pflicht, privates Abwasser zu beseitigen. Zur Wahrnehmung dieser Aufgabe können sie auf verschiedene Organisationsformen wie Eigen- und Regiebetriebe, kommunale Anstalten öffentlichen Rechts und interkommunale Zweckverbände zurückgreifen. Kommunen, die Mitglied eines sondergesetzlichen Wasserverbandes sind, teilen sich die Aufgabe der Abwasserbeseitigung mit dem Verband (§ 53 LWG NRW). Zudem besteht nach § 56 Abs. 2 LWG NRW die Möglichkeit für Gemeinden, die Abwasserbeseitigungspflicht gänzlich auf den Verband zu übertragen. Hiervon haben bereits einige Kommunen Gebrauch gemacht.

Daneben können auch Privatpersonen und Unternehmen zum Teil unmittelbar abwasserbeseitigungspflichtig sein. Dies gilt insbesondere dann, wenn eine Übernahme durch die Städte und Gemeinden bspw. aufgrund der Abgelegenheit des Grundstücks mit unverhältnismäßig hohem Aufwand verbunden wäre (§ 49 Abs. 5 LWG NRW) oder für große gewerbliche Abwasserproduzenten (§ 49 Abs. 6 LWG NRW) wie Industriebetriebe (siehe Kapitel 2.2 Wasserwirtschaft) (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025t, S. 3, 6; Lenz 2025, S. 3; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025g, S. 13–14).

Daneben nehmen fachliche Netzwerke und Strukturen wie etwa regionale Zusammenschlüsse, Sonderverbände oder die Kläranlagennachbarschaften der DWA eine wichtige Rolle bei Wissenstransfer

und Koordination ein. Es wurde zudem deutlich, dass einzelne Aufgaben (z. B. Rohstoffrückgewinnung aus Klärschlamm oder neue Anforderungen aus europäischem Recht) über die Kapazitäten einzelner Betreiber hinausgehen können und daher kooperative Lösungen und übergreifende Planungen erfordern (Wintgens 2025, S. 4–5; Teichgräber 2025b, S. 3; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025g, S. 4-5, 10-11).

3.12.1.2 Industrielle Direkteinleitungen

Neben der Beseitigung über die öffentlichen Abwasserentsorgungssysteme (Indirekteinleitung[23]) erfolgt die Beseitigung industrieller (Produktions-)Abwässer teilweise auch als Direkteinleitungen. Hierbei wird das Abwasser nach der Behandlung in einer industriellen Wasseraufbereitungsanlage unmittelbar am jeweiligen Betriebsstandort in ein Oberflächengewässer eingeleitet. In Nordrhein-Westfalen betrifft dies ca. 2.100 Betriebe (LANUK o.J.b).

Die umfänglichsten Direkteinleitungen erfolgen in den Rhein (Rheingraben-Nord). Weiterhin betroffen sind insbesondere Emscher, Lippe und Ruhr. Der Trend der hierbei in die Gewässer gelangenden Stofffrachten bei TOC[24], Stickstoff, Phosphor, AOX[25] und Schwermetallen ist in den letzten 30 Jahren dank regulativer Vorgaben, technologischer Fortschritte in der Abwasserbehandlung und bei den Produktionsverfahren sowie Produktionsverlagerungen und -stilllegungen rückläufig[26]. Nichtsdestoweniger stellen die Einleitungen insgesamt neben weiteren auf Industrieproduktion zurückzuführende Stressoren eine nicht unerhebliche ökologische Belastung für die aufnehmenden Gewässer dar (LANUV 2022b, S. 131–134).

3.12.1.3 Zustand von Netzen und Kläranlagen

In Nordrhein-Westfalen besteht ein erheblicher Sanierungs- und Modernisierungsbedarf sowohl in den Kanalnetzen als auch in den Kläranlagen. Fast 37 Prozent der Mischwasserkanäle und über 30

23 Indirekteinleiter sind Betriebe oder Einrichtungen, die ihr Abwasser nicht direkt in ein Gewässer einleiten, sondern zunächst in die öffentliche Kanalisation einbringen, sodass es gemeinsam mit dem kommunalen Abwasser in einer Kläranlage behandelt wird (Wupperverband o.J.).

24 TOC (Total Organic Carbon) bezeichnet den Gesamtgehalt an organisch gebundenem Kohlenstoff im Wasser. Der Parameter dient als Summenmaß für organische Verunreinigungen und wird häufig verwendet, um die Reinigungsleistung von Kläranlagen zu bewerten (UBA o.J.j).

25 AOX (adsorbierbare organisch gebundene Halogene) bezeichnet die Summe organischer Verbindungen im Wasser, die Chlor, Brom oder Iod enthalten und sich an Aktivkohle anlagern lassen. Der Parameter dient als Sammelgröße für schwer abbaubare und potenziell umweltgefährdende Stoffe, etwa aus Industriechemikalien oder Desinfektionsmitteln (UBA o. J.a).

26 Konventionelle Kläranlagen sind primär auf die Entfernung von Feststoffen, Nährstoffen und leicht abbaubaren organischen Stoffen ausgelegt und können viele Mikroschadstoffe wie Arzneimittelrückstände oder Industriechemikalien nicht vollständig eliminieren. Diese Stoffe sind häufig persistent, treten in geringen Konzentrationen auf und sind schwer biologisch abbaubar. Auch weitergehende Reinigungsstufen reduzieren diese Stoffe nur teilweise, sodass weiterhin Restfrachten in Gewässer gelangen (UBA 2014b, S. 5; BDEW 2018, S. 6; Kompetenzzentrum Spurenstoffe Baden-Württemberg (KomS BW) 2025, S. 1–3).

Prozent der Gesamtkanallänge wurden vor 1970 gebaut. Für über 10 Prozent des Kanalnetzes ist das Baujahr unbekannt (siehe Abbildung) (Wintgens 2025, S. 2).

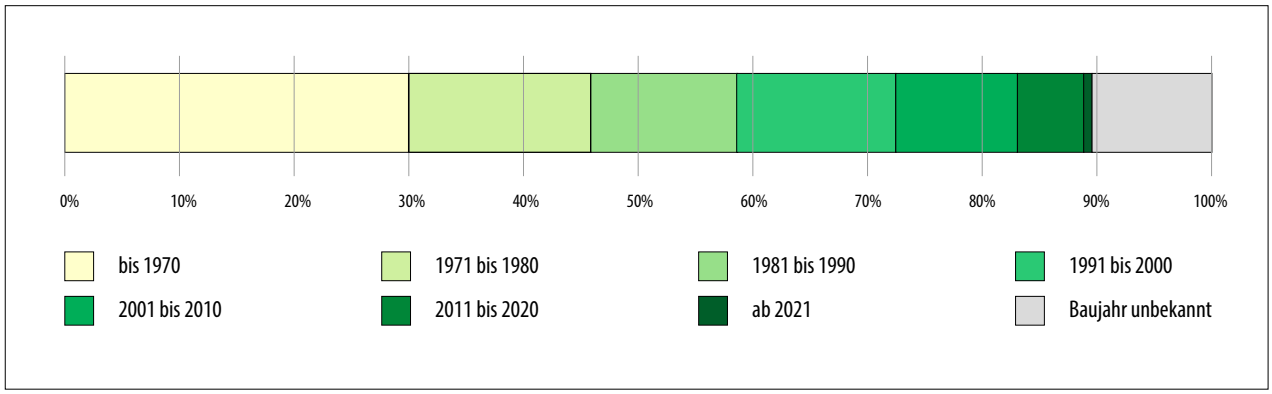


Abbildung 18: Altersstruktur des Kanalnetzes (Gesamtlänge) in NRW gemäß „Statistischer Bericht – Erhebung der öffentlichen Abwasserentsorgung – 2022" aus (Wintgens 2025, S. 2)

Der bauliche Zustand der Kanalisation wurde zuletzt im Rahmen der DWA-Umfrage zum „Zustand der Kanalisation in Deutschland" umfassend erhoben und im Jahr 2020 veröffentlicht. Der Zustand wird durch Alterungsprozesse, Wurzeleinwuchs, Bodenbewegungen sowie zunehmend häufige Extremwetterereignisse beeinträchtigt. Eine überschlägige Auswertung der Ergebnisse für Nordrhein-Westfalen zeigt, dass aufgrund der Einstufung in die Schadensklassen 0 bis 2 bei rund 29 Prozent der Kanalnetzlänge ein kurz- bis mittelfristiger Sanierungsbedarf besteht (Wintgens 2025, S. 2; DWA o. J.). Bei privaten Anschlussleitungen wird insgesamt ein erheblicher Sanierungsbedarf vermutet. In Wasserschutzgebieten wird dieser aufgrund verpflichtender Dichtheitsprüfungen häufiger festgestellt (Lenz 2025, S. 1).

Zudem hat der Strukturwandel des Wirtschaftsstandorts Nordrhein-Westfalen, insbesondere der Rückgang von Industrieproduktion, zu erheblichen Veränderungen der Abwassermengen geführt, sodass eine vorausschauende Anpassung der abwasserwirtschaftlichen Infrastruktur erforderlich ist. Kläranlagen und Kanalsysteme sind auf bestimmte Lasten ausgelegt. Veränderte Abwassermengen können zu Unterauslastung, ineffizientem Betrieb oder sogar Funktionsproblemen führen (Hollstein 2025b, S. 3). Dabei tragen auch technologische Entwicklungen in privaten und industriellen Bereichen zu einem kontinuierlich sinkenden Wasserverbrauch und somit zu einer geringeren Abwassermenge bei, dies begründet sich durch den seit Jahrzehnten sinkenden pro-Kopf-Verbrauch an Trinkwasser (vgl. Kapitel 3.2.).

Über die eigentliche Ableitung hinaus besteht ein erheblicher Handlungsbedarf zur Verringerung der Einleitung belasteten Niederschlagswassers aus der Siedlungsentwässerung. Für Trennsysteme gelten bereits Vorgaben des sogenannten „Trennerlasses" (MUNLV 2004), die zurzeit weiterentwickelt werden. Sowohl dezentrale Maßnahmen zur Behandlung von Niederschlagswasser als auch Behandlungsverfahren für Entlastungen aus Mischsystemen, wie etwa die in Nordrhein-Westfalen

weit verbreiteten Retentionsbodenfilter, gewinnen zunehmend an Bedeutung. Dabei sind sowohl ein weiterer Ausbau als auch Maßnahmen zur Optimierung und zur dauerhaften Sicherstellung der Reinigungsleistung erforderlich (Wintgens 2025, S. 2).

Kläranlagen stellen einen zentralen Bestandteil der Abwasserinfrastruktur dar. In Nordrhein-Westfalen sind 594 kommunale Kläranlagen in Betrieb, die einer kontinuierlichen behördlichen Überwachung unterliegen. Rund 58 Prozent der gesamten Behandlungskapazität in Einwohnerwerten (EW) entfallen auf 72 sehr große Anlagen (GK 5), während kleinere Kläranlagen (GK 1 und GK 2)[27] insbesondere im ländlichen Raum neben der Abwasserbeseitigung für die Bevölkerung eine wichtige Rolle für den Schutz kleinerer und empfindlicher Gewässer spielen. In den kommenden Jahren ist auch im Bereich der Kläranlagen mit einem erheblichen Sanierungs- und Modernisierungsbedarf zu rechnen. Ursachen hierfür sind das fortschreitende Anlagenalter sowie steigende Anforderungen, etwa durch neue europäische Vorgaben im Rahmen der novellierten Kommunalabwasserrichtlinie, zunehmende Digitalisierungs- und Cybersicherheitsanforderungen, der Schutz vor Hochwasser und Naturgefahren sowie allgemeine Sicherheitsaspekte (Wintgens 2025, S. 2–3; Hollstein 2025b, S. 3).

3.12.1.4 Regulatorischer Rahmen

Die Abwasserentsorgung in Nordrhein-Westfalen ist Bestandteil der öffentlichen Daseinsvorsorge und unterliegt einem mehrstufigen Regelungssystem aus europäischem, bundes- und landesrechtlichem Normenbestand. Während die wasserrechtlichen Grundlagen bereits in Kapitel 2.2 dargestellt wurden, ist für die Abwasserentsorgungsinfrastruktur insbesondere die Konkretisierung technischer und finanzieller Anforderungen maßgeblich.

Auf europäischer Ebene ist neben der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) vor allem die bis 2027 in nationales Recht umzusetzende Kommunalabwasserrichtlinie (KARL) von zentraler Bedeutung. Sie erweitert die Anforderungen an Sammlung, Behandlung und Einleitung kommunaler Abwässer u. a. um Vorgaben zur weitergehenden Abwasserbehandlung (insbesondere zusätzliche Reinigungsstufen), zur Begrenzung von Mischwasserentlastungen, zur Nährstoffrückgewinnung sowie

[27] GK 1–5 (Größenklassen) bezeichnen die Einteilung von Kläranlagen nach ihrer Ausbaugröße, gemessen in Einwohnerwerten (EW). Sie dienen der Vergleichbarkeit und der Festlegung technischer sowie rechtlicher Anforderungen:

GK 1: < 1.000 EW

GK 2: 1.000–10.000 EW

GK 3: 10.000–100.000 EW

GK 4: 100.000–1.000.000 EW

GK 5: > 1.000.000 EW

Mit steigender Größenklasse nehmen in der Regel die Anforderungen an Reinigungstechnik und Überwachung zu (LANUV 2022a, S. 69–70).

zur Energieeffizienz und Klimaneutralität von Kläranlagen (Rat der Europäischen Gemeinschaften 1991).

Die bundesrechtliche Umsetzung erfolgt insbesondere über das Wasserhaushaltsgesetz. Nach § 56 WHG ist die Abwasserbeseitigung Aufgabe der öffentlichen Hand. Ergänzend regelt die Klärschlammverordnung (AbfKlärV) die Behandlung und Verwertung von Klärschlämmen und verfolgt dabei insbesondere Ziele des Boden- und Ressourcenschutzes, unter anderem durch Vorgaben zur Phosphorrückgewinnung (Bundesregierung 2017). Die Abwassergabe (Abwasserabgabegesetz – AbwAG) soll als umweltökonomisches Lenkungs- und Anreizinstrument dazu dienen, dass Einleiter von Abwasser die von ihnen verursachten Umwelt- und Ressourcenkosten tragen. Hierdurch soll die Abgabe zu einer Verringerung der Gewässerbelastung führen (Bundesregierung 1976).

Auf landesrechtlicher Ebene weist das Landeswassergesetz Nordrhein-Westfalen (LWG NRW) die Abwasserbeseitigung grundsätzlich den Gemeinden als Pflichtaufgabe zu. Die Selbstüberwachungsverordnung Abwasser NRW (SüwVO Abw NRW) konkretisiert Anforderungen an Betrieb, Überwachung sowie Zustands- und Funktionsprüfungen (Landesregierung Nordrhein-Westfalen 2013). Der Trennerlass NRW enthält spezifische Vorgaben zur Behandlung und Einleitung von Niederschlagswasser in Trennsystemen (MUNLV 2004). Ergänzend wurden Anforderungen zum Hochwasser- und Starkregenschutz bei Abwasseranlagen fortentwickelt, um den Auswirkungen des Klimawandels auf die Siedlungsentwässerung Rechnung zu tragen (MUNV 2024c).

Die Finanzierung erfolgt über Gebühren und Beiträge nach dem Kommunalabgabengesetz (§§ 6 und 7 KAG NRW). Maßgeblich ist das Kostendeckungsprinzip (§ 6 Abs. 1 KAG NRW). Mit der Änderung des § 6 KAG NRW zum 15.12.2022 wurde nach Aussage eines Sachverständigen die Möglichkeit geschaffen, funktionsfähige Abwasserkanäle vorzeitig durch größer dimensionierte Anlagen zu ersetzen, sofern dies zur Bewältigung zunehmender Starkregenereignisse erforderlich ist (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025t, S. 2).

Die zusätzlichen Anforderungen der KARL sowie die erweiterte Herstellerverantwortung (EPR) für mikroschadstoffrelevante Produktgruppen werden als besonders prägend hervorgehoben, da sie sowohl technisch (z. B. zusätzliche Reinigungsstufen) als auch finanziell (Verursacherprinzip) von zentraler Bedeutung sind (Hollstein 2025b, S. 5–7; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025g, S. 8–9).

Ein weiterer zentraler Themenkomplex ist die Phosphorrückgewinnung. Der Sachverständige Teichgräber (DWA) weist auf bestehende Umsetzungslücken hin. Trotz zeitlicher Vorgaben würden die Infrastruktur zur Rückgewinnung sowie die erforderlichen Genehmigungsverfahren und Entsorgungslogistiken (u. a. Deponiekapazitäten für Aschen) bislang nicht in ausreichendem Tempo vorangebracht (Teichgräber 2025b, S. 3, 5-6; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025g, S. 4–5).

3.12.2 Klimawandel und weiterer Transformationsdruck

Der Klimawandel verschärft den Handlungsdruck auf die Abwasserentsorgungsinfrastruktur erheblich. Im Folgenden werden die Auswirkungen des Klimawandels und weitere Anforderungen an das Abwassersystem dargestellt.

3.12.2.1 Klimarisiken für Netze und Anlagen

Häufigere Extremwetterereignisse treffen auf vielfach alternde Netze und Anlagen und verstärken bestehende Sanierungs- und Modernisierungsbedarfe. Insbesondere Starkregen, Hochwasser sowie längere Trocken- und Hitzeperioden stellen neue Anforderungen an Planung, Betrieb und Resilienz der Systeme und machen eine Weiterentwicklung der bisherigen Entwässerungskonzepte erforderlich (Hollstein 2025b, S. 2–3; Lenz 2025, S. 1–2; Teichgräber 2025b, S. 1–2; Wintgens 2025, S. 3).

Starkregenereignisse führen zunehmend zu hydraulischer Überlastung von Kanalnetzen, Rückstau und lokalen Überflutungen im Siedlungsraum. Sowohl Misch- als auch Trennsysteme geraten bei extremen Niederschlägen an ihre Kapazitätsgrenzen. Insbesondere bei Mischsystemen nehmen Häufigkeit und Umfang von Entlastungen in Gewässer zu. Historisch bestehen vielfach im Bestand noch Mischwassersysteme. In ihnen werden Schmutz- und Regenwasser – im Gegensatz zum Trennsystem – gemeinsam abgeführt. Während der tägliche Schmutzwasseranteil annähernd kontinuierlich ist, ist der Regenwasseranteil naturgemäß variabel. Die Auslegung von Kanälen und Kläranlagen im Mischwassersystem muss daher sowohl den Trockenwetterabfluss[28] als auch die bei Regenereignissen sprunghaft ansteigenden Mischwassermengen (Bemessungsregen) bewältigen. Bei Starkregenereignissen kommt es systembedingt zu Entlastungen, wobei Rückhalte- und Steuerungsmaßnahmen eingesetzt werden, um die Auswirkungen auf Netz, Kläranlage und Gewässer zu begrenzen. Nehmen jedoch Intensität, Dauer oder Häufigkeit von Regenereignissen zu, kommt es häufiger zu Abschlägen (MUNLV 2004, S. 1–11; UBA 2004, S. 48, 2018, S. 151). Daraus resultieren erhöhte Risiken für die Gewässerqualität sowie ein Anpassungsbedarf bei Bemessungsgrundlagen, Rückhaltekapazitäten und der Nutzung digitaler Steuerungsinstrumente (Lenz 2025, S. 6–8; Wintgens 2025, S. 2).

Die Errichtung neuer Mischwassersysteme ist rechtlich nicht generell ausgeschlossen. Aufgrund der gesetzlichen Zielvorgabe zur ortsnahen Niederschlagswasserbeseitigung sowie wasserwirtschaftlicher Fachregeln werden Neubaugebiete jedoch heute überwiegend im Trennsystem oder mit dezentralen Niederschlagswasserlösungen geplant. Für bestehende Mischwassersysteme kann im Einzel-

[28] Der Trockenwetterabfluss bezeichnet die Menge an Abwasser, die bei niederschlagsfreiem Wetter in der Kanalisation fließt, ohne Regenwasser. Er setzt sich im Wesentlichen aus häuslichem Schmutzwasser, gewerblichem/industriellem Schmutzwasser und unerwünschtem Fremdwasser (z.B. Grundwasser, das in undichte Rohre eindringt) zusammen.

fall geprüft werden, ob eine Umstellung auf Trennsysteme oder andere Formen der wassersensiblen Entwässerung sinnvoll und verhältnismäßig sind (MUNLV 2004, S. 2-3, 8-9).

Zugleich wurde deutlich, dass die Kanalisation grundsätzlich nicht für den umfassenden Schutz vor seltenen, sehr intensiven Starkregenereignissen ausgelegt ist. Für den Umgang mit solchen Ereignissen sind seit jeher ergänzende Maßnahmen wie Notwasserwege, Retentionsräume (Rückhalteräume) und schadlose Abflussmöglichkeiten erforderlich. Deren Umsetzung ist insbesondere im Bestand herausfordernd, da Flächen knapp sind und multifunktional genutzt werden müssen. Zudem bestehen Unklarheiten hinsichtlich Zuständigkeiten und Finanzierung für den Umgang mit Oberflächenabflüssen, was die Umsetzung zusätzlicher Maßnahmen erschwert (Bosseler 2025, S. 5; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025g, S. 18–19; Beine 2025, S. 4).

Längere Trockenperioden und hohe Temperaturen wirken sich auf den Betrieb und den baulichen Zustand der Infrastruktur aus. Geringe Abflüsse begünstigen Ablagerungen, Geruchsbildung und Korrosion in der Kanalisation und erhöhen den Wartungs- und Reinigungsaufwand. Gleichzeitig verändern hohe Temperaturen die biologischen und physikalischen Prozesse in Kläranlagen, etwa durch veränderten Sauerstoffbedarf oder beschleunigte Stoffumsätze, und erhöhen so die Anforderungen an stabile Betriebsbedingungen sowie an die Kühlung technischer Komponenten (Lenz 2025, S. 4-5, 11-13, 30; Teichgräber 2025b, S. 2).

Hochwasserereignisse gefährden insbesondere Kläranlagen, Pumpwerke und weitere kritische Betriebseinrichtungen. In den Stellungnahmen wird die Notwendigkeit hervorgehoben, Anlagen durch bauliche, technische und organisatorische Maßnahmen besser gegen Überflutung zu schützen. Dazu zählen unter anderem Schutzbauwerke, Redundanzen sowie eine gesicherte Energieversorgung durch Notstromkonzepte. Die Umsetzung solcher Maßnahmen ist im Bestand jedoch technisch anspruchsvoll und mit hohem Planungs- und Abstimmungsaufwand sowie hohen Kosten verbunden (Lenz 2025, S. 7, 30-31; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025t, S. 6–7; Wintgens 2025, S. 3–4).

Über die kommunale Abwasserentsorgung hinaus wird auch die Verantwortung privater und gewerblicher Akteure betont. Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung, Retention und zum Objektschutz auf privaten und betrieblichen Flächen können wesentlich zur Reduzierung von Schäden bei Extremereignissen beitragen. Insgesamt wird eine klimaangepasste, resiliente und zugleich bezahlbare Abwasserinfrastruktur als zentrale Voraussetzung für Gesundheits-, Gewässer- und Standortschutz hervorgehoben (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025t, S. 6–7; Bosseler 2025, S. 7; Lenz 2025, S. 10, 13, 25; Beine 2025, S. 3-4, 13).

3.12.2.2 Auswirkungen auf Wasserqualität und Gewässer

Klimawandelbedingte Extremereignisse wirken sich zunehmend auf die Qualität von Oberflächengewässern aus und verstärken bestehende Belastungen aus der Siedlungsentwässerung. Starkregenereignisse führen zu kurzzeitigen, aber erheblichen Stoffeinträgen, während Trockenperioden die Verdünnungskapazität der Gewässer reduzieren. Diese Entwicklungen erschweren die Zielerreichung im Gewässerschutz und machen Anpassungen in der Abwasserbehandlung und -bewirtschaftung erforderlich (Hollstein 2025b, S. 4–5; Teichgräber 2025b, S. 3; Lenz 2025, S. 4-5, 7, 9, 11-13; Beine 2025, S. 3; Wintgens 2025, S. 4).

Durch die oben beschriebenen Entlastungen können lokal und kurzfristig Verschlechterungen der Gewässerqualität eintreten. Gleichzeitig kann auch aus Trennsystemen ungereinigtes oder nur unzureichend behandeltes Niederschlagswasser relevante Stofffrachten in Gewässer eintragen, insbesondere von versiegelten Siedlungs- und Verkehrsflächen (Lenz 2025, S. 4-5, 7, 9, 11-13; Hollstein 2025b, S. 4–5; Beine 2025, S. 3–4; Wintgens 2025, S. 2–4).

Trocken- und Niedrigwasserperioden reduzieren die Verdünnung der eingeleiteten Abwässer. In der Folge steigt die Konzentration von Nährstoffen, organischen Stoffen und Mikroschadstoffen im Gewässer, was insbesondere in kleineren und empfindlichen Gewässern zu ökologischen Belastungen führen kann. Hohe Wassertemperaturen und geringe Abflüsse beeinträchtigen die Selbstreinigungsfähigkeit der Gewässer und erhöhen das Risiko von Algenblüten und Sauerstoffmangel (Lenz 2025, S. 4, 7, 11; Hollstein 2025b, S. 5).

Gesundheitliche Aspekte bestehen vor allem im Zusammenhang mit Badegewässern, urbanen Gewässern sowie Trinkwassertalsperren. Starkregenbedingte Einleitungen können zu erhöhten Konzentrationen von Krankheitserregern, Viren und antibiotikaresistenten Bakterien führen, wodurch zeitweise Nutzungseinschränkungen erforderlich werden können. Vor diesem Hintergrund wird die Notwendigkeit betont, wasserwirtschaftliche, gesundheitliche und stadtökologische Fragestellungen stärker integriert zu betrachten (Lenz 2025, S. 11; Wintgens 2025, S. 4; Moebus 2025, S. 3 ,6; Exner 2025, S. 7, 20).

In der Anhörung wurden Gesundheitsaspekte insbesondere im Zusammenhang mit Abwassermonitoring als Vorsorgeinstrument diskutiert. Der Sachverständige Wintgens verweist darauf, dass Abwassermonitoring von Gesundheitsindikatoren an Bedeutung gewinnen kann, dies hat bspw. die Coronapandemie gezeigt, zugleich aber eine klare Finanzierungs- und Zuständigkeitslogik erfordert – ggf. unter Einbeziehung des Gesundheitssektors (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025g, S. 22–23).

Insgesamt wurde deutlich, dass die Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserqualität und Gewässer vielschichtig sind. Um negative Auswirkungen zu reduzieren, ist ein integrierter Ansatz er-

forderlich, der technische Maßnahmen in der Abwasserinfrastruktur mit vorsorgendem Gewässerschutz, angepasster Stadt- und Flächenplanung sowie einer Reduktion von Stoffeinträgen verbindet. Nur so lassen sich die Ziele des Gewässerschutzes unter veränderten klimatischen Rahmenbedingungen langfristig sichern (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025t, S. 2–3; Bosseler 2025, S. 3–5; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025g, S. 3-5, 10, 18, 32; Lenz 2025, S. 4, 6, 8, 10, 13-14; Beine 2025, S. 3–4).

3.12.2.3 Weitere Treiber des Wandels

Neben den direkten Klimarisiken machen strukturelle und regulatorische Entwicklungen weitere Anpassungen der Abwasserentsorgungsinfrastruktur dringend erforderlich. Diese Faktoren verstärken den Anpassungs- und Investitionsdruck erheblich und machen teilweise unabhängig vom Klimawandel grundlegende Veränderungen in Planung, Betrieb und Finanzierung erforderlich. Insbesondere neue rechtliche Anforderungen, die Energie- und Wärmewende sowie die fortschreitende Digitalisierung prägen die zukünftige Entwicklung der Abwasserwirtschaft (Teichgräber 2025b, S. 1; Hollstein 2025b, S. 2–3; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025t, S. 1–2).

Durch die Energie- und Wärmewende werden Kläranlagen zunehmend nicht nur als Energieverbraucher, sondern auch als potenzielle Energieerzeuger und -lieferanten betrachtet, etwa durch die Nutzung von Klärgas beziehungsweise Biogas, Abwasserwärme oder Photovoltaik. Gleichzeitig steigen die Anforderungen an Energieeffizienz, Eigenversorgung und die rechtlich-technische Einbindung dieser zusätzlichen Aufgabenbereiche (Lenz 2025, S. 22f., 33; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025g, S. 21; Beine 2025, S. 6, 10; Wintgens 2025, S. 6). Diesem Ziel stehen jedoch regulatorische Hürden entgegen. Die Energieerzeugung, insbesondere über den Eigenbedarf hinaus, ist den Betreibern von Kläranlagen derzeit aus rechtlichen Gründen nicht erlaubt, auch den sondergesetzlichen Wasserverbänden ist dies nach Maßgabe ihrer Verbandsgesetze bislang nicht als Aufgabe zugewiesen.

Ein weiterer Treiber ist die fortschreitende Digitalisierung der Abwasserinfrastruktur. Der Einsatz von Sensorik, automatisierten Steuerungssystemen und datenbasierten Auswertungen bietet Chancen für einen effizienteren Betrieb, eine bessere Ausnutzung bestehender Kapazitäten und eine verbesserte Anpassung an variable Belastungen. Zugleich wird darauf hingewiesen, dass Digitalisierung neue Abhängigkeiten schafft und erhebliche Anforderungen an IT-Sicherheit, Datenschutz und Systemstabilität mit sich bringt. Insbesondere vor dem Hintergrund der Einordnung der Abwasserentsorgung als kritische Infrastruktur wird der Schutz vor Cyberangriffen als zunehmende Herausforderung beschrieben (Hollstein 2025b, S. 3; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025g, S. 6-7, 29f.; Bosseler 2025, S. 8–9; Wintgens 2025, S. 9).

3.12.3 Investitions-, Finanzierungs- und Kapazitätsfragen

Die Abwasserentsorgungsinfrastruktur in Nordrhein-Westfalen steht vor umfassenden Investitions- und Sanierungsaufgaben. Im Folgenden werden Investitions-, Finanzierungs- und Kapazitätsfragen dargestellt.

3.12.3.1 Investitionsbedarf und Sanierungsstau

In den Stellungnahmen wird übereinstimmend darauf hingewiesen, dass ein erheblicher Teil der Kanalnetze und Kläranlagen aus den 1960er- bis 1980er-Jahren stammt und sich dem Ende seiner technischen Lebensdauer nähert. Der altersbedingte Substanzverzehr führt bereits heute zu wachsenden Instandhaltungs- und Sanierungsbedarfen, die sich in den kommenden Jahren weiter verstärken werden (Teichgräber 2025b, S. 1; Lenz 2025, S. 1–2; Hollstein 2025b, S. 2).

Für die Kanalisation wird ein signifikanter Anteil des Netzes als kurz- bis mittelfristig sanierungsbedürftig beschrieben. Schadensbilder wie Undichtigkeiten, Wurzeleinwuchs, Korrosion und statische Beeinträchtigungen nehmen zu und erhöhen sowohl den Sanierungsdruck als auch die betrieblichen Risiken. Zugleich werden deutliche regionale Unterschiede benannt: Während große Städte häufig über professionalisierte Strukturen und strategische Sanierungsprogramme verfügen, sind kleinere und finanzschwächere Kommunen stärker von Sanierungsrückständen betroffen. Ergänzend wird auf einen besonders hohen Sanierungsstau bei privaten Grundstücksentwässerungsanlagen hingewiesen, insbesondere in Wasserschutzgebieten (Lenz 2025, S. 1–2; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025t, S. 2; Teichgräber 2025b, S. 1; Beine 2025, S. 5–6).

Auch im Bereich der Kläranlagen wird ein erheblicher Investitionsbedarf festgestellt. Neben der baulichen und maschinentechnischen Erneuerung betrifft dies insbesondere die Anpassung an veränderte hydraulische Belastungen, strengere Umweltanforderungen sowie steigende Anforderungen an Betriebssicherheit und Resilienz. Diese Investitionen wären unabhängig vom Klimawandel erforderlich, erhalten durch klimabedingte Extremereignisse jedoch zusätzliche Dringlichkeit (Teichgräber 2025b, S. 1; Hollstein 2025b, S. 2–3; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025g, S. 7).

Zusätzliche Investitionen ergeben sich aus neuen regulatorischen Anforderungen. Die Novellierung der Kommunalabwasserrichtlinie (KARL) mit zusätzlichen Anforderungen an die Behandlung von Mikroschadstoffen sowie Vorgaben zur Energieneutralität, zum Klimaschutz und zur Nährstoffrückgewinnung betrifft insbesondere große Kläranlagen. Darüber hinaus erfordern Maßnahmen der Klimaanpassung, etwa größere Rückhaltevolumina, Schutzmaßnahmen gegen Hochwasser oder die vorzeitige Erneuerung funktionsfähiger, aber künftig unterdimensionierter Kanäle, erhebliche zusätzliche Mittel (Hollstein 2025b, S. 3; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025t, S. 2, 2025g, S. 9).

Insgesamt wird der Investitions- und Sanierungsbedarf als langfristige strukturelle Herausforderung beschrieben. Ein Aufschub notwendiger Maßnahmen erhöht das Risiko von sprunghaften Kostensteigerungen, Funktionsausfällen und Umweltbelastungen. Vor diesem Hintergrund wird die Notwendigkeit einer vorausschauenden, kontinuierlichen und strategisch priorisierten Sanierungs- und Investitionsplanung hervorgehoben (Teichgräber 2025b, S. 1–2; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025g, S. 7–8).

3.12.3.2 Finanzierungsstruktur, Kostenentwicklung sowie soziale und wirtschaftliche Dimension

Die Finanzierung der Abwasserentsorgungsinfrastruktur erfolgt in Nordrhein-Westfalen im Wesentlichen über Gebühren, die sich am Kostendeckungsprinzip orientieren. Die verbrauchsabhängigen Kosten für Abwasser lagen am Stichtag 01.01.2025 bei durchschnittlich 3,21 Euro pro Kubikmeter. Das entspricht einer Steigerung von 21,6 Prozent im Zehnjahresvergleich. Die Spanne reichte von 1,45 Euro in der Gemeinde Reken bis 7,28 Euro in der Stadt Monschau (IT.NRW 2025b). Die regionalen Preisunterschiede lassen sich unter anderem durch naturräumliche Unterschiede, variierende Entgeltstrukturen, unterschiedliche Investitionen in die lokale Infrastruktur, den Ausbau und die Modernisierung der Wasseraufbereitung sowie durch inflationsbedingte Kostensteigerungen, beispielsweise bei Energie und Personal, erklären (IT.NRW 2025b).

Ein Mensch produziert ungefähr genauso viel Abwasser, wie er Trinkwasser verbraucht (abzüglich kleiner Verluste). Ein durchschnittlicher Wasserverbrauch von 135 Liter pro Kopf und Tag (IT.NRW 2024b) würde sich im Jahr auf etwa 49 Kubikmeter summieren. Damit läge die Höhe der Abwassergebühren pro Einwohner durchschnittlich bei 157 Euro. Die Abwassergebühr eines durchschnittlichen Verbrauchers reicht dabei von 71 Euro in Reken bis 356 Euro in Monschau. Verbrauchsunabhängige Kosten sowie Grundstücksentwässerung sind hierbei unberücksichtigt.

In den Stellungnahmen wird jedoch übereinstimmend darauf hingewiesen, dass die anstehenden Investitions- und Sanierungsbedarfe eine Größenordnung erreichen, die vielerorts nicht mehr allein über Gebühren refinanziert werden kann. Insbesondere die Kumulation aus Sanierungsanforderungen, Klimaanpassung und neuen regulatorischen Anforderungen führt zu erheblichen und langfristigen Finanzierungsherausforderungen für kommunale Aufgabenträger (Hollstein 2025b, S. 2–3; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025t, S. 2; Teichgräber 2025b, S. 3–4; Lenz 2025, S. 9, 24).

Ein zentrales Spannungsfeld ergibt sich aus der begrenzten Leistungsfähigkeit der Gebührenfinanzierung. In den Stellungnahmen wird darauf hingewiesen, dass der erhebliche Investitionsbedarf für Instandhaltung, Sanierung, Klimaanpassung und neue regulatorische Anforderungen voraussichtlich zu einem deutlichen Anstieg der Abwassergebühren führen wird. Hiervon wären Haushalte sowie alle Unternehmen, die an das öffentliche Abwassernetz angeschlossen sind, betroffen. Es wird deshalb zum einen betont, dass ergänzende Entlastungsmechanismen, etwa sozialverträgliche Staf-

felungen oder andere Instrumente zur Entlastung einkommensschwächerer Haushalte, geprüft werden sollten. Zum anderen ist zu berücksichtigen, dass diese zusätzlichen Kosten in wasserintensive Branchen die internationale Wettbewerbsfähigkeit beeinträchtigen können. Damit gewinnen die soziale und wirtschaftliche Dimensionen der Abwasserfinanzierung deutlich an Bedeutung (Hollstein 2025b, S. 6, 8–9; Lenz 2025, S. 24–25; Teichgräber 2025b, S. 4).

Mehrere Stellungnahmen verweisen daher auf die Notwendigkeit ergänzender Finanzierungsinstrumente. Neben klassischen Förderprogrammen werden zinsgünstige Darlehen, Bürgschaften oder weitere haushaltsrechtliche Instrumente als mögliche Bausteine genannt, um Investitionsspitzen abzufedern. Gleichzeitig wird betont, dass solche Instrumente die Gebührenfinanzierung nicht ersetzen, sondern gezielt ergänzen sollen, zum einen, um die finanzielle Tragfähigkeit der Aufgabenträger zu sichern, sowie zum anderen, Haushalte und Unternehmen nicht unausgewogen zu belasten (Hollstein 2025b, S. 7; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025g, S. 7; Lenz 2025, S. 10, 24; Wintgens 2025, S. 5).

Zur Begrenzung der Kostenentwicklung wird zugleich auf Effizienzpotenziale hingewiesen. Genannt werden insbesondere Effizienzsteigerungen durch Digitalisierung, etwa durch den Einsatz von Smart-Sewer-Systemen, digitalem Monitoring und vorausschauender Instandhaltung zur Senkung von Betriebs- und Instandhaltungskosten. Ergänzend könnten risikobasierte Instandhaltungsstrategien mit einer Priorisierung von Sanierungen nach Dringlichkeit sowie interkommunale Kooperationen zur gemeinsamen Nutzung von Personal, Anlagen und IT-Strukturen zur Effizienzsteigerung beitragen. Darüber hinaus wird auf die Nutzung öffentlicher Förderprogramme, einschließlich zinsloser Darlehen sowie auf eine langfristige Investitionsplanung mit frühzeitigen, schrittweisen Gebührenanpassungen verwiesen, um Kosten zu dämpfen und sprunghafte Belastungen der Gebührenzahler zu vermeiden (Lenz 2025, S. 23 f.).

Flankierend dazu könnten eine stärkere interkommunale Zusammenarbeit, die Bündelung von Aufgaben in leistungsfähigen Verbandsstrukturen sowie die konsequente Straffung von Genehmigungsverfahren dazu beitragen, Skaleneffekte zu nutzen und Planungs- sowie Umsetzungskosten zu reduzieren (Beine 2025, S. 10).

Ein weiterer zentraler Aspekt der Finanzierungsdebatte ist die Frage der verursachergerechten Kostenverteilung. In Bezug auf die Einführung einer vierten Reinigungsstufe wird darauf hingewiesen, dass eine einseitige Belastung der Gebührenzahlerinnen und Gebührenzahler mit den dafür erforderlichen Kosten von voraussichtlich allein in Deutschland 9 Mrd. Euro in den kommenden 20 Jahren sozial wie politisch problematisch wäre sowie dem Verursacherprinzip widerspräche. Die Umsetzung der in der KARL vorgesehenen erweiterten Herstellerverantwortung – 80 Prozent der Kosten sollen durch die Industrie getragen werden – wird daher als erforderlich betrachtet, um

die Kosten gerecht zu verteilen und die Akzeptanz für die notwendigen Investitionen zu schaffen (Deutschlandfunk 2024).

Des Weiteren wird verschiedentlich darauf hingewiesen, dass sowohl eine Reform der kommunalen Abwassergebühren als auch der bundesrechtlich geregelten Abwasserabgabe zur Stärkung ihrer erwünschten umweltökonomischen Anreiz- und Lenkungswirkung überfällig sei – so sei eine Anpassung des Abgabensatzes zuletzt im Jahr 1997 erfolgt. Seither habe keine Anpassung an die Preisentwicklung mehr stattgefunden (siehe auch Kapitel 5) (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025t, S. 4, 2025g, S. 8–9; Lenz 2025, S. 13, 19; Beine 2025, S. 11, 13, 16).

3.12.3.3 Umsetzungskapazitäten

Die Umsetzung der notwendigen Investitions-, Sanierungs- und Anpassungsmaßnahmen in der Abwasserentsorgungsinfrastruktur wird nicht nur durch finanzielle, sondern in erheblichem Maße auch durch begrenzte personelle, organisatorische und institutionelle Kapazitäten geprägt. In den Stellungnahmen wird übereinstimmend darauf hingewiesen, dass Planung, Bau und Betrieb zunehmend an Kapazitätsgrenzen stoßen und sich diese Engpässe in den kommenden Jahren weiter verschärfen dürften (Teichgräber 2025b, S. 1–2; Hollstein 2025b, S. 7; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025t, S. 2; Beine 2025, S. 9; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025g, S. 12, 23f.; Lenz 2025, S. 2, 15).

Ein zentraler Engpass betrifft die Verfügbarkeit qualifizierter Fachkräfte. Sowohl bei kommunalen Aufgabenträgern als auch bei Ingenieurbüros, Baufirmen und Genehmigungsbehörden besteht ein ausgeprägter Fachkräftemangel. Dieser betrifft insbesondere qualifiziertes Personal für Planung, Ausschreibung, Bauüberwachung und Betrieb komplexer Anlagen. In den Stellungnahmen wird betont, dass selbst bei gesicherter Finanzierung Projekte häufig nicht im erforderlichen Tempo umgesetzt werden können, weil Personalressourcen fehlen oder parallel zu viele Maßnahmen abgearbeitet werden müssen (Teichgräber 2025b, S. 1–2; Hollstein 2025b, S. 7; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025t, S. 2; Beine 2025, S. 9; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025g, S. 12, 23f.; Lenz 2025, S. 2, 15).

Auch die Genehmigungs- und Planungsverfahren werden als limitierender Faktor beschrieben. Die zunehmende Komplexität der rechtlichen Anforderungen, etwa im Umwelt-, Wasser-, Bau- und Vergaberecht, führt zu langen Planungs-, Genehmigungs- und Realisierungszeiträumen. Gleichzeitig sind die zuständigen Behörden vielfach ebenfalls personell unterbesetzt, was zu weiteren Verzögerungen führt. In den Stellungnahmen wird darauf hingewiesen, dass ohne eine Beschleunigung und Vereinfachung von Verfahren der notwendige Investitionshochlauf kaum zu bewältigen sein wird (Teichgräber 2025b, S. 1; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025g, S. 11–12).

3.12.4 Handlungsansätze für eine klimaresiliente Abwasserinfrastruktur

Nach Darlegung der Ausgangssituation und Beschreibung der bestehenden und aufkommenden Anforderungen folgen Handlungsansätze.

3.12.4.1 Netze und Kläranlagen ertüchtigen

Es wird empfohlen die Ertüchtigung von Kanalnetzen und Kläranlagen strategisch zu planen und unter stärkerer Berücksichtigung von Risikoaspekten zu priorisieren. Sanierungsmaßnahmen sollten dabei mit funktionalen Anpassungen verknüpft werden, damit die Anlagen auch unter den Bedingungen häufiger werdender Extremereignisse robust und resilient bleiben (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025g, S. 20, 35; Beine 2025, S. 3; Lenz 2025, S. 2, 16f.; Bosseler 2025, S. 2–3).

Im Bereich der Kanalnetze sollten neben der baulichen Sanierung insbesondere Maßnahmen zur Verbesserung der hydraulischen Leistungsfähigkeit weiterentwickelt werden. Dazu zählen der Neubau hydraulisch zu kleiner Abschnitte, der Ausbau von Retentionsräumen beziehungsweise Rückhaltebecken sowie der Einsatz digitaler Überwachungs- und Steuerungssysteme, um den Betrieb zu optimieren und Überlastungen zu vermeiden (Lenz 2025, S. 2, 7f., 35; Bosseler 2025, S. 7).

Bei Kläranlagen sollten neben Substanzerhalt und Anpassung an variable Zulaufbedingungen insbesondere Anforderungen an Betriebssicherheit und Resilienz umgesetzt werden. Dazu zählen Hochwasserschutz, Redundanzen sowie Notstrom- und Krisenvorsorgekonzepte (Lenz 2025, S. 7, 30f.; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025t, S. 6–7; Wintgens 2025, S. 3–4; Hollstein 2025b, S. 6–7).

3.12.4.2 Regenwasserbewirtschaftung und Schwammstadt

Die Weiterentwicklung der Regenwasserbewirtschaftung wird als zentraler Baustein einer klimaangepassten Abwasserentsorgung hervorgehoben. Erforderlich ist ein Paradigmenwechsel hin zu einer wassersensiblen Stadtentwicklung, bei der Regenwasser verstärkt zurückgehalten, versickert, verdunstet oder genutzt wird, anstatt es möglichst schnell abzuleiten (Lenz 2025, S. 4, 6–8; Hollstein 2025b, S. 4; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025g, S. 10, 32; Beine 2025, S. 3; Wintgens 2025, S. 4).

Ein zentrales Leitbild ist das Konzept der Schwammstadt. Dieses zielt darauf ab, Niederschlagswasser möglichst dezentral im Stadtraum zu speichern und zeitlich verzögert abzugeben. Schwammstadtansätze können Überflutungsrisiken reduzieren, das Stadtklima verbessern und die Aufenthaltsqualität erhöhen (Wintgens 2025, S. 2, 4, 8; Lenz 2025, S. 4, 6-8; Beine 2025, S. 3–4). Zur Umsetzung wird empfohlen, Schwammstadtprinzipien verbindlich in Bauleitplanung, Stadtentwicklung und Infrastrukturplanung zu integrieren (u. a. durch Starkregengefahrenkarten, Notabflusswege, Anforderungen an schadlose Wasserführung). Zuständigkeiten und Finanzierung für Oberflächenab-

fluss sollten dabei klar geregelt werden (Bosseler 2025, S. 5–6; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025g, S. 18–19; Lenz 2025, S. 8, 10; Beine 2025, S. 4).

3.12.4.3 Wasserqualität, Mikroschadstoffe und Kreislaufwirtschaft

Die Sicherung und Verbesserung der Wasserqualität erfordert die Kombination technischer Maßnahmen in Kläranlagen mit wirksamen Maßnahmen zur Reduktion problematischer Stoffe an der Quelle (Lenz 2025, S. 14; Kleffner 2025, S. 2–3).

Es wird empfohlen, weitergehende Reinigungsstufen (z. B. Ozonung, Aktivkohle; im allgemeinen Sprachgebrauch: Vierte Reinigungsstufe) als wirksame Maßnahme zur Reduktion von Mikroschadstoffen an notwendigen Stellen vorzubereiten und in Ausbau- und Erneuerungsstrategien zu integrieren (Hollstein 2025b, S. 3; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025t, S. 3–4; Lenz 2025, S. 13; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025g, S. 28). Zugleich sollten Maßnahmen an der Quelle gestärkt werden (Produktgestaltung, Substitution, Rücknahmesysteme, Information), um den technischen und finanziellen Aufwand zu begrenzen (Hollstein 2025b, S. 3; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025t, S. 3, 7; Lenz 2025, S. 14).

Potenziale zur Energie- und Ressourcennutzung aus Abwasser und Klärschlamm (z. B. Biogas, Abwasserwärme) sollten unter Beachtung von Wirtschaftlichkeit und Gewässerschutz weiter erschlossen werden (Beine 2025, S. 14; Teichgräber 2025b, S. 2–3; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025g, S. 5–6).

Für die Phosphorrückgewinnung wird empfohlen, Hemmnisse bei Genehmigungs- und Lagerungsfragen (u. a. Deponiekapazitäten) sowie Markt- und Akzeptanzprobleme gezielt zu adressieren; ohne gezielte Förder- und Marktinstrumente wird es schwierig, bestehende Umsetzungsfristen einzuhalten (Teichgräber 2025b, S. 3, 5f.; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025g, S. 4f., 9f.).

3.12.4.4 Organisation, Digitalisierung und Personal

Die Abwasserentsorgung ist in einer Vielzahl unterschiedlicher Trägerstrukturen, von kommunalen Eigenbetrieben über Anstalten des öffentlichen Rechts bis hin zu Zweck- und Wasserverbänden, auch den sondergesetzlichen, organisiert. Ein Lösungsansatz zur Bewältigung komplexer Investitionsprogramme und Transformationsaufgaben kann im Ausbau und der Förderung interkommunaler Kooperationen, gemeinsamer Planungs- und Betriebsstrukturen, fachlicher Netzwerke sowie Kooperationen zwischen Kommunen und Wasserverbänden liegen. Zudem haben sich Kanalnetzübertragungen von Kommunen auf sondergesetzliche Wasserverbände nach § 56 Abs. 2 LWG NRW als tragfähiges Modell bewährt (Lenz 2025, S. 2–4; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025g, S. 13–14).

Im Hinblick auf die Umsetzung der EU-Kommunalabwasserrichtlinie weisen die kommunalen Spitzenverbände sowie die Verbände der öffentlichen Wasserwirtschaft darauf hin, dass zur Sicherstellung einer Vergleichbarkeit der Anforderungen in Europa, zur Angleichung der Anforderungen an die Vorgaben im Gewässerschutz und zur Vereinfachung der behördlichen Überwachung die Überwachungsmethodik zur Einhaltung der Vorgaben für Stickstoff (N_{ges}) und Phosphor (P_{ges}) vereinheitlicht werden sollte. Dies schaffe Rechtssicherheit, entlaste Behörden und gewährleiste europäische Vergleichbarkeit (Deutscher Städte- und Gemeindebund (DStGB), Deutscher Städtetag, Deutscher Landkreistag 2024).

Demgegenüber stehen Befürchtungen, dass die damit geplante Umstellung der Überwachungsmethodik von qualifizierten Stichproben auf den europäischen Standard der 24-Stunden-Mischproben kurzzeitige Belastungsspitzen kaschieren könnte (LUA 2001, S. 23).

Die Digitalisierung ist als Hebel zur Effizienzsteigerung und besseren Steuerung (z. B. Netzüberwachung, datenbasierte Betriebsoptimierung, Prognose- und Entscheidungsunterstützung) strategisch weiterzuentwickeln. Gleichzeitig sind Cyber- und IT-Sicherheit als Pflichtaufgabe der kritischen Infrastruktur zu verankern (Bosseler 2025, S. 8–9; Hollstein 2025b, S. 2, 10; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025g, S. 6, 29f.; Lenz 2025, S. 2, 6, 16, 24, 37; Wintgens 2025, S. 3, 8; Teichgräber 2025b, S. 6).

Fachkräftesicherung erfordert Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen, Attraktivitätssteigerung und Wissenssicherung; kommunale Spitzenverbände sehen hierfür Unterstützungsbedarf durch das Land (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025t, S. 2; Hollstein 2025b, S. 7; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025g, S. 7–8).

3.12.4.5 Finanzierung und Kostenverteilung

Die gebührenfinanzierte Abwasserentsorgung nach dem Kostendeckungsprinzip bleibt aus Sicht der überwiegenden Zahl der Sachverständigen grundsätzlich tragfähig, erreicht jedoch angesichts der Kumulation von Sanierung, Klimaanpassung und neuen regulatorischen Anforderungen vielerorts Belastungsgrenzen. Zur Vermeidung erheblicher Kostensteigerungen, zur Steigerung der Akzeptanz und zur Wahrung der sozialen Balance sind ergänzende Instrumente (Förderprogramme, zinsgünstige Darlehen, Bürgschaften u. a.) zielgerichtet zu nutzen, um Investitionsspitzen abzufedern und Gebührenentwicklungen planbar zu gestalten (Hollstein 2025b, S. 2-4, 6–8; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025t, S. 1–3, 2025g, 6–8; Lenz 2025, S. 1-3, 24f.; Beine 2025, S. 2–4).

Zentral ist eine verursachergerechte Kostenverteilung, insbesondere bei weitergehenden Reinigungsanforderungen. Die erweiterte Herstellerverantwortung (EPR) ist der zentrale Hebel, um Kosten nicht ausschließlich auf Gebührenzahlerinnen und Gebührenzahler zu verlagern und die

Akzeptanz zu sichern (Hollstein 2025b, S. 9; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025t, S. 2–4, 2025g, S. 8–9).

Zudem wird auf Hemmnisse in Förderpraxis und -abwicklung hingewiesen; teils könnten bewilligte Fördermittel nicht vollständig ausgezahlt werden, was die Risikoübernahme für innovative Projekte erschwert. Förderverfahren sollten daher verlässlich, praktikabel und besser verzahnt ausgestaltet werden (Teichgräber 2025b, S. 5–6; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025g, S. 16–17).

3.12.5 Synergien, Zielkonflikte und Querschnittsbezüge

3.12.5.1 Synergien

Die Stellungnahmen heben hervor, dass sich bei der Weiterentwicklung der Abwasserentsorgungsinfrastruktur erhebliche Synergiepotenziale erschließen lassen, wenn Maßnahmen integrativ geplant und sektorübergreifend umgesetzt werden. Insbesondere die Verknüpfung von Klimaanpassung, Gewässerschutz, Stadtentwicklung und Energiepolitik wird als zentraler Ansatz beschrieben, um Mehrfachnutzen zu erzielen und die Effizienz öffentlicher Investitionen zu erhöhen (Beine 2025, S. 3; Lenz 2025, S. 8, 31; Hollstein 2025b, S. 7).

Synergien werden insbesondere zwischen Schwammstadtmaßnahmen und Stadtklima- sowie Biodiversitätszielen gesehen: Retention, Entsiegelung und blau-grüne Infrastruktur reduzieren Überflutungsrisiken und verbessern zugleich Hitzeschutz und Aufenthaltsqualität (Lenz 2025, S. 6, 8, 37; Beine 2025, S. 3–4, 12; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025g, S. 11–12; Kleffner 2025, S. 1–2).

Darüber hinaus werden Synergien zwischen Abwasserentsorgung und Energie- bzw. Kreislaufwirtschaft betont. Kläranlagen können als multifunktionale Infrastrukturen einen Beitrag zur Energieerzeugung, zur Nutzung von Abwasserwärme sowie zur Rückgewinnung von Ressourcen leisten. Diese Potenziale erfordern jedoch eine bessere Abstimmung wasserwirtschaftlicher, energiepolitischer und rechtlicher Rahmenbedingungen (Teichgräber 2025b, S. 4, 6; Lenz 2025, S. 22, 26, 33, 37; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025g, S. 12; Hollstein 2025b, S. 7–8).

3.12.5.2 Ziel- und Nutzungskonflikte

Die Stellungnahmen verdeutlichen, dass die Weiterentwicklung der Abwasserentsorgungsinfrastruktur mit unterschiedlichen Ziel- und Nutzungskonflikten verbunden ist.

Ein zentraler Konflikt besteht zwischen Klimaanpassung und dem dafür notwendigen Flächenbedarf. Weitere Herausforderungen ergeben sich zwischen Gewässerschutzanforderungen und ihrer Finanzierbarkeit. Zudem besteht ein Zielkonflikt zwischen kurzfristiger Gebührenstabilität und

langfristiger Substanzerhaltung (Beine 2025, S. 4; Lenz 2025, S. 8, 24; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025g, S. 18–19; Hollstein 2025b, S. 3).

Zielkonflikte zeigen sich zudem im Spannungsfeld zwischen Beschleunigung von Planungs- und Genehmigungsverfahren und der Sicherung hoher Umwelt- und Beteiligungsstandards. Bosseler verweist auf widersprüchliche Anforderungen aus unterschiedlichen Rechtsbereichen (z. B. Gewässer- und Naturschutz), die Projekte verzögern können und eine pragmatische Abwägungspraxis erfordern (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025g, S. 15; Bosseler 2025, S. 2; Lenz 2025, S. 2–3).

Ein Zielkonflikt besteht zwischen dem Bestreben nach Gebührenstabilität und den für Erhalt und Ausbau der Infrastruktur erforderlichen zusätzlichen Investitionsmaßnahmen. Um die Gebührenzahler, d.h. Haushalte und Unternehmen, die an öffentliche Abwasserkanalnetze angeschlossen sind, nicht übermäßig zu belasten, werden daher ergänzende Finanzierungsinstrumente diskutiert (siehe Kapitel 5). Einen wichtigen Beitrag soll darüber hinaus die Umsetzung der im Zuge der KARL vorgesehenen erweiterten Herstellerverantwortung leisten. Bei der Nutzung von Wärme aus Abwasser wird zudem unter bestimmten Bedingungen ein Zielkonflikt zwischen der Realisierung von energetischen Potenzialen und betrieblichen Anforderungen beschrieben. Gefordert werden hierfür klare regulatorische Vorgaben (Hollstein 2025b, S. 2, 6f.; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025g, S. 7; Lenz 2025, S. 19, 22; Bosseler 2025, S. 4).

3.12.6 Erkenntnisse aus der Sachverständigenanhörung

Die Auswertung der Stellungnahmen und der Anhörung zeigt, dass die Abwasserentsorgungsinfrastruktur in Nordrhein-Westfalen vor tiefgreifenden technischen, wirtschaftlichen und organisatorischen Herausforderungen steht. Alternde Netze und Anlagen, ein erheblicher Sanierungs- und Investitionsbedarf, zunehmende klimabedingte Extremereignisse, steigende regulatorische Anforderungen sowie ein verändertes Leitbild der Regenwasserbewirtschaftung führen zu einem langfristig hohen Investitions- und Anpassungsbedarf. Gleichzeitig wirken begrenzte Umsetzungskapazitäten und unzureichende Finanzierungsmöglichkeiten als wesentliche Hemmnisse. Die Abwasserentsorgung erweist sich damit als zentrales Handlungsfeld der Wasserpolitik im Zeichen des Klimawandels (Hollstein 2025b, S. 2–3, 6f.; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025g, S. 7, 18; Lenz 2025, S. 1, 8).

Die Sicherung der Leistungsfähigkeit der Abwasserentsorgung erfordert einen integrierten und vorausschauenden Ansatz. Sanierung und Ertüchtigung von Netzen und Kläranlagen müssen systematisch mit Maßnahmen der Klimaanpassung, der Regenwasserbewirtschaftung, des Gewässerschutzes und der Gesundheitsvorsorge verknüpft werden. Insbesondere dezentrale Ansätze des Schwammstadtkonzeptes, die Reduktion hydraulischer Belastungsspitzen sowie der Schutz kritischer Anlagen vor Extremereignissen sind konsequent weiterzuentwickeln und planerisch zu verankern (Lenz 2025, S. 2, 7ff.; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025g, S. 18; Bosseler 2025, S. 3).

Darüber hinaus wird ein erheblicher Handlungsbedarf bei den Umsetzungskapazitäten gesehen. Fachkräftemangel, begrenzte Planungskapazitäten und komplexe Genehmigungsverfahren gefährden die zeitgerechte Umsetzung notwendiger Maßnahmen. Die Stärkung von Personalressourcen, Qualifizierung, Digitalisierung sowie interkommunale Kooperationen werden als zentrale Voraussetzungen angesehen, um den anstehenden Investitionshochlauf bewältigen zu können. Auch die Beschleunigung und bessere Verzahnung von Planungs- und Genehmigungsprozessen ist hierfür erforderlich (Hollstein 2025b, S. 7; Teichgräber 2025b, S. 3; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025g, S. 13–14; Lenz 2025, S. 2, 15f., 20).

Im Hinblick auf Wasserqualität und Kreislaufwirtschaft sollten weitergehende technische Maßnahmen zur Abwasserbehandlung mit einer Reduktion problematischer Stoffeinträge an der Quelle und einer verursachergerechten Finanzierung verknüpft werden. Zugleich wird betont, dass Anforderungen an Kläranlagen wirtschaftlich tragfähig und praktisch umsetzbar sein müssen. Darüber hinaus sollen Potenziale zur Energie- und Ressourcennutzung aus Abwasser und Klärschlamm – etwa durch Abwasserwärme, Klärgasnutzung und Recyclingverfahren – unter Berücksichtigung von Wirtschaftlichkeit und Gewässerschutz weiterentwickelt werden (Hollstein 2025b, S. 2; Beine 2025, S. 14; Lenz 2025, S. 22f., 30; Kleffner 2025, S. 2; Wintgens 2025, S. 7).

Ein zentraler Befund betrifft die Finanzierung. Die alleinige Gebührenfinanzierung nach dem Kostendeckungsprinzip stößt an ihre Grenzen. Um Investitionsfähigkeit zu sichern und soziale Härten zu vermeiden, sind ergänzende Finanzierungsinstrumente erforderlich. Förderprogramme, zinsgünstige Darlehen und eine zeitliche Glättung von Investitionsspitzen können dazu beitragen, die soziale Balance zu wahren. Zugleich ist das Verursacherprinzip konsequent umzusetzen, insbesondere bei zusätzlichen Anforderungen zur Reduktion von Mikroschadstoffen (Hollstein 2025b, S. 2, 6; Lenz 2025, S. 19, 24; Teichgräber 2025b, S. 4; Beine 2025, S. 11).

Zusammenfassend empfehlen die Sachverständigen, die Abwasserentsorgungsinfrastruktur als integralen Bestandteil einer klimaresilienten Wasserwirtschaft zu begreifen. Erforderlich sind langfristige Strategien, stabile rechtliche und finanzielle Rahmenbedingungen sowie eine enge Verzahnung von Wasserwirtschaft, Stadtentwicklung, Klimaanpassung, Gesundheits- und Sozialpolitik. Durch ein koordiniertes Vorgehen auf Landes- und kommunaler Ebene kann die Abwasserentsorgung dauerhaft leistungsfähig, umweltgerecht und sozial ausgewogen ausgestaltet werden (Beine 2025, S. 16; Lenz 2025, S. 16, 31; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025g, S. 7).

4. Verteilungsfragen und Beschleunigung

In diesem Kapitel soll sich den im Verlauf des Berichts erwähnten Verteilungskonflikten und Nutzungskonkurrenzen gewidmet werden. Darüber hinaus befasst sich dieses Kapitel näher mit Genehmigungsverfahren und Bürokratieabbau.

Verteilungskonkurrenzen und Genehmigungen sind nicht isoliert zu betrachten, sondern bedingen sich gegenseitig. Langwierige Genehmigungsverfahren können bestehende Verteilungskonkurrenzen verschärfen, die Kompromissfindung verschleppen und die Umsetzung klimawandelbedingter Anpassungen erschweren, da diese viel Zeit in Anspruch nehmen. Durch den Anpassungsdruck in der Wasserwirtschaft, der neben dem allgemeinen Modernisierungsanspruch auch verstärkt durch den Klimawandel hervorgerufen wird, sind die fachlich zuständigen Akteure, aber auch die Bürgerinnen und Bürger Nordrhein-Westfalens auf zügige Umsetzung angewiesen. Beschleunigte Genehmigungsverfahren und weniger Bürokratie können die dringende benötigte Anpassung möglich machen.

4.1 Nutzungskonkurrenzen und Verteilungskonflikte

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass es das oberste Ziel sein sollte, Nutzungskonkurrenzen zu entschärfen und sich abzeichnende Verteilungskonflikte zu vermeiden. Dafür benötigt es grundlegend ein ausreichendes Wasserdargebot in Qualität und Quantität für alle Nutzungsansprüche. Dabei ist zu berücksichtigen, dass wasserabhängige Ökosysteme nicht nur einen eigenen Schutzanspruch besitzen, sondern zugleich wichtige Funktionen für Wasserrückhalt, Grundwasserneubildung und die Stabilisierung des Wasserhaushalts übernehmen. In den vorherigen Kapiteln zu den einzelnen Themenfeldern wurde immer wieder auf diese Herausforderung eingegangen. Es wurden zahlreiche verschiedene themenspezifische Lösungen präsentiert, bestehend aus natürlichen Maßnahmen (z.B. Stärkung des Landschaftswasserhaushalts), Optimierungspotenzialen (z.B. Einsatz von Kreislaufführung von Wasser) und technischen Maßnahmen (z.B. Wassertransportleitungen). Neben Nutzungskonkurrenzen um die Ressource Wasser (siehe Abschnitt 4.1.1.), bestehen auch Nutzungskonkurrenzen insbesondere bei Flächen (siehe Abschnitt 4.1.2.). In diesem Kapitel werden Nutzungskonkurrenzen als Vorstufe zu Verteilungskonflikten betrachtet.

4.1.1 Wasserverfügbarkeit unter Klimawandelbedingungen

Wie bereits in Kapitel 2.3 dargelegt, kann es – abhängig von den zugrundeliegenden Klimawandelszenarien – zu einer überwiegenden verringerten aber auch regional erhöhten Grundwasserneubildung kommen. Die Grundwasserneubildungsrate weist dabei grundsätzlich deutliche regionale oder landesweite Unterschiede auf, von hohen bis niedrigen Neubildungsraten. Dadurch können

regionale Unterschiede in der Wasserverfügbarkeit entstehen, welche durch den Klimawandel verstärkt werden können. Ausreichende Grundwasservorkommen sind, wie in den vorherigen Kapiteln beschrieben (z.B. in Kapitel 3.1 „Ökosysteme“ oder 3.2 „Trink- und Brauchwasser“), für viele Bereiche essenziell. So wird ein Großteil des Trinkwassers in Nordrhein-Westfalen aus Grundwasservorkommen gewonnen, ebenso sind Ökosysteme stark von Grundwasservorkommen abhängig zur Erhaltung sowohl ihrer selbst, als auch ihrer wichtigen Beiträge für die Umwelt (vgl. Kapitel 2.3 und 3.2).

Auch die Niederschlagsmuster sind bereits heute im Landesvergleich unterschiedlich verteilt und werden sich aller Wahrscheinlichkeit nach in ihrem Auftreten, der Intensität und Dauer weiter verändern (vgl. Kapitel 2.3). Zwar werden die Mengen in etwa gleichbleiben, jedoch wird sich der Niederschlag nach Prognosen vermehrt vom Sommer in den Winter verschieben. Durch Jahre mit hohem Niederschlag kann es zu einer erhöhten Grundwasserneubildung (wie beispielsweise in 2024) kommen. Andererseits können sich anhaltende Trockenperioden in Kombination mit Hitze als Folge des Klimawandels negativ auf die regionale und lokale Wasserverfügbarkeit auswirken bzw. die niedrige Grundwasserspeisung verstärken und das Wasserdargebot verringern wie beispielsweise im Jahr 2018 (vgl. Kapitel 2.3 und 3.1).

Zudem kommt es neben Volatilität in der Grundwasserverfügbarkeit auch zu Veränderungen des Ab- und Durchflussgeschehens. Intakte Ökosysteme sind Grundbedingung für eine ausreichende Wasserverfügbarkeit und damit für unser aller Leben. In längeren Trockenperioden verringern sich die Oberflächenwasserreserven in Seen und Flüssen, was insbesondere die Rohwasserverfügbarkeit für Trinkwasser beeinträchtigen kann (BDEW 2025, S. 2). Wo diese Verfügbarkeit durch längere Trockenperioden sinkt und zugleich Schadstoffkonzentrationen mangels Verdünnung steigen, geraten Naturhaushalt und Trinkwasserversorgung gleichermaßen unter Druck (Beek 2025a, S. 2) (vgl. Kapitel 3.1 und 3.12).

Es wird erwartet, dass die mittelfristige Grundwasserneubildung in Deutschland mit einigen regionalen Ausnahmen stabil bleibt. Allerdings gibt es auch Szenarien, die eine Abnahme der Grundwasserneubildung prognostizieren. Die Verschiebung von Niederschlagsmustern wird zu einem lokalen bzw. regionalen Anpassungsbedarf von Wassernutzungen führen. Grundsätzlich ist eine Gefährdung der Trinkwasserversorgung in Deutschland nach derzeitigem Kenntnisstand nicht zu erwarten. Mit rund 188 Milliarden Kubikmetern steht ein ausreichendes Wasserdargebot zur Verfügung, von dem lediglich etwa drei Prozent für die Trinkwasserversorgung genutzt werden. Auch der Pro-Kopf-Verbrauch ist seit 1990 deutlich zurückgegangen und liegt mit durchschnittlich 125 Litern pro Tag im internationalen Vergleich auf einem niedrigen Niveau (DVGW 2020). Weitere Einsparpotenziale, insbesondere im privaten Bereich, bestehen zwar grundsätzlich, stoßen jedoch an praktische Grenzen.

Die zentrale Herausforderung liegt laut DVGW weniger in der Gesamtmenge des verfügbaren Wassers als vielmehr in der Veränderung der Niederschlagsmuster: Die Klimamodelle deuten darauf hin, dass mit längeren Trockenperioden im Sommer und verstärkten Niederschlägen im Winter zu rechnen ist. Dies führt dazu, dass der Spitzenbedarf, sowohl in seiner Höhe als auch in seiner Dauer, zunimmt, was bereits in den vergangenen Jahren deutlich geworden ist. Das Trockenjahr 2018 hat gezeigt, dass die Trinkwasserversorgung zwar möglich war, aber Handlungsbedarf bei der Anpassung wasserwirtschaftlicher Infrastruktur deutlich gemacht hat (DVGW 2020). Die Verschärfung bestehender Nutzungskonkurrenzen hin zu Verteilungskonflikten ist daher kein abstraktes Risiko, sondern eine konkrete Herausforderung, die präventiv zu adressieren ist. Wie in den vorausgegangenen Themenkapiteln 3.1 bis 3.12 erläutert, sollte die Wasserversorgung insgesamt resilienter aufgestellt werden. Durch frühzeitige und vorausschauende Maßnahmen ist sicher zu stellen, dass die öffentliche Wasserversorgung auch unter veränderten Rahmenbedingungen zuverlässig gewährleistet bleibt.

Bereits heute zeigen sich regional Nutzungskonkurrenzen um Wasserressourcen. In Trockenperioden können sinkende Pegelstände dazu führen, dass Wasserentnahmen aus Oberflächengewässern eingeschränkt werden müssen, um ökologische Mindestanforderungen in Gewässern aufrechtzuerhalten. Gleichzeitig steigen in heißen und trockenen Phasen häufig die Bedarfe einzelner Sektoren, etwa für landwirtschaftliche Bewässerung oder die öffentliche Wasserversorgung. Wie bereits in vorherigen Kapiteln beschrieben, kann es aber durch technischen Fortschritt (z.B. Kreislaufkühlung in der Industrie oder Optimierungspotenziale) in Teilen zu einer Reduzierung von Wasserbedarfen kommen. Außerdem wurden bereits auch immer mögliche Entwicklungen und Anpassungspotenziale der Sektoren in Nordrhein-Westfalen dargelegt (siehe z.B. Kapitel 3.1, 3.2 und 3.7). Nutzungskonkurrenzen entstehen insbesondere dort, wo unterschiedliche Anforderungen an Wasserverfügbarkeit und Gewässerzustand gleichzeitig erfüllt werden müssen – etwa zwischen öffentlicher Wasserversorgung, landwirtschaftlicher Nutzung, industriellen Bedarfen und den wasserabhängigen Funktionen von Ökosystemen.

Auf der Ausschussreise der Enquetekommission in die Grenzregion der Niederlande zu Deutschland wurde deutlich, dass eine Nutzung von Grundwasserkörpern und Wasser natürlicherweise nicht an Nationalgrenzen stoppt. So nutzen unsere niederländischen Nachbarn dieselben Grundwasservorkommen und auch Uferfiltrat aus denselben Flüssen für die Trinkwasserversorgung. Von möglichen niedrigeren Dargeboten wären diese ebenso betroffen. Im Jahr 2024 wurde dafür eine grenzübergreifendes Projekt unter der Förderung der Interreg mit EU-Mitteln eingesetzt (Europäische Kommission 2024; Interreg o.J.).

Neben den klimawandelinduzierten Veränderungen und dessen möglichen Folgen für das Wasserdargebot müssen die Spezifikationen von Nordrhein-Westfalen auch einbezogen werden. Dazu gehört die hohe Bevölkerungsdichte, der hohe Grad an Versiegelung, die geografische Heterogenität

und die Rolle als wichtiger Industriestandort. All diese Faktoren beeinflussen Wasserdargebot und Bedarfe.

In Nordrhein-Westfalen ist es regional schon zu Einschränkungen der Entnahme aus Oberflächengewässern gekommen. So wurde beispielsweise im Jahr 2025 in Köln per Allgemeinverfügung die Entnahme von Wasser aus Oberflächengewässern untersagt, damit insbesondere kleinere Bäche bei niedrigem Pegelstand nicht trockenfallen. Dies diente insbesondere dem Schutz des Ökosystems. Ähnliche Fälle gab es im Oberbergischen Kreis 2021 oder 2023 im Kreis Herford (Stadt Köln 2025; Oberbergischer Kreis 2022; Kreis Herford 2023).

4.1.2 Flächenverteilungskonflikte

Wie insbesondere in den Kapiteln 3.3 „Schutz vor Wasser", 3.5 „Siedlungsstrukturen" und 3.1 „Ökosysteme" deutlich wurde, nehmen Nutzungskonkurrenzen um Flächen in Nordrhein-Westfalen zu. Zahlreiche Maßnahmen der Klimaanpassung und Wasserwirtschaft benötigen zusätzliche Flächen oder greifen in bestehende Nutzungen ein. Gleichzeitig ist die Flächenverfügbarkeit in Nordrhein-Westfalen aufgrund der hohen Bevölkerungsdichte, des hohen Versiegelungsgrades, der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung sowie der dichten Infrastruktur vielerorts bereits stark begrenzt.

Besonders deutlich wird dies beim Hochwasserschutz und bei der Gewässerentwicklung. Für Deichrückverlegungen, Retentionsräume, Gewässerrenaturierungen oder Maßnahmen zum natürlichen Wasserrückhalt werden häufig Flächen benötigt, die derzeit landwirtschaftlich genutzt werden oder sich in privatem Eigentum befinden. Dies kann zu Nutzungskonkurrenzen zwischen Hochwasserschutz, Landwirtschaft, Siedlungsentwicklung, Verkehrsinfrastruktur und Naturschutz führen. Erschwert wird die Umsetzung zusätzlich dadurch, dass benötigte Flächen häufig auf viele Eigentümer verteilt sind und nicht im Besitz der öffentlichen Hand liegen (Demny 2025, S. 1).

Auch im urbanen Raum entstehen zunehmende Flächenkonkurrenzen. Maßnahmen der Schwammstadt, Entsiegelung, Regenwasserrückhalt, Stadtgrün, Verschattung oder blau-grüne Infrastruktur benötigen insbesondere in dicht bebauten Quartieren zusätzliche Räume. Gleichzeitig konkurrieren diese Flächen häufig mit anderen Nutzungsansprüchen wie Wohnen, Verkehr, Gewerbe oder Aufenthaltsflächen. Die Herausforderung besteht daher zunehmend darin, bestehende Flächen resilienter und klimaangepasst umzubauen, ohne zusätzliche Nutzungskonflikte weiter zu verschärfen. Ziel wasserwirtschaftlicher Anpassungsstrategien sollte es sein, Nutzungskonflikte möglichst frühzeitig durch vorsorgende Maßnahmen, resilientere Landschaftswasserhaushalte und eine mögliche Reduktion des Nutzungsdrucks zu vermeiden.

4.1.3 Lösungsansätze für Verteilungskonflikte

Die in den vorangegangenen Kapiteln beschriebenen Nutzungskonflikte machen deutlich, dass sowohl für Wasserressourcen als auch für Flächen tragfähige Steuerungs- und Verteilungsmechanismen erforderlich sind. Im Folgenden werden unterschiedliche Lösungsansätze diskutiert.

4.1.3.1 Lösungsansätze für Wasserverteilungsfragen

Nach geltendem Rechtsrahmen wird die Wasserentnahme für die öffentliche Wasserversorgung anderen Nutzungsarten vorgezogen, die Grundlage hierfür ist § 37 Abs. 2 LWG NRW. Die Problemlage, nach Aussage von Sachverständigen, im Kontext von § 37 LWG NRW bestehe darin, dass die Priorisierung der Trinkwasserversorgung gegenüber anderen Nutzungen zwar gesetzlich festgelegt sei, jedoch in der Praxis eine Konkretisierung und klare Verwaltungsvorschriften fehle. Satz 2 von § 37 Abs. 2 lautet: „*Das Nähere, insbesondere die Grundlagen für die erforderliche Abwägungsentscheidung, wird in einer Verwaltungsvorschrift des für Umwelt zuständigen Ministeriums geregelt.*“ Dies führe dazu, dass die zuständigen Wasserbehörden bei Wassermangel oder Nutzungskonflikten keine eindeutige Orientierung hätten, wie im Einzelfall zu entscheiden sei (BDEW 2025, S. 9; Hollstein 2025a, S. 3). Einige Sachverständigen betonen, dass gerade in Zeiten des Klimawandels mit einem möglichen verringertem Wasserdargebot die Bedeutung einer klaren Priorisierung zunehme. Die Trinkwasserversorgung wird von einer Vielzahl von Sachverständigen als überragendes öffentliches Interesse angesehen, das im Konfliktfall Vorrang gegenüber anderen Wassernutzungen haben solle (Deters und Baer 2025, S. 4; Bringewat 2025, S. 12; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ao, S. 9).

Die hohe Bedeutung dieser Regelung ergibt sich aus der Notwendigkeit, die Versorgung der Bevölkerung mit ausreichend Trinkwasser zu sichern und gleichzeitig Nutzungskonflikte mit Landwirtschaft, Industrie, anderen Sektoren und Ökosystemen zu vermeiden, indem präventive Regelungen greifen. Ohne klare Priorisierung und transparente Entscheidungsgrundlagen bestehe die Gefahr, dass im Fall eines niedrigen Dargebots nicht rechtssicher und nachvollziehbar gehandelt werden könne, was die Versorgungssicherheit gefährden könnte (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ao, S. 9; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025af, S. 11f.). Dies könnte beispielsweise zur Folge haben, dass kein Wassernutzer den Wasserverbrauch reduziere.

Zusätzlich werden unterschiedliche Nutzergruppen häufig über dieselben Versorgungsnetze beliefert. Eine gezielte technische Steuerung oder Abschaltung einzelner Nutzungen ist daher vielfach nur eingeschränkt möglich. Einschränkungen bestimmter Wasserverwendungen erfolgen in solchen Fällen in der Regel über ordnungsrechtliche Maßnahmen oder Verwaltungsverfügungen.

Nutzungskonflikte um Wasserressourcen besitzen neben einer ökologischen und wirtschaftlichen auch eine soziale Dimension. Steigende Anforderungen an Infrastruktur, Wasseraufbereitung und

Klimaanpassung können langfristig erhebliche Investitionen erforderlich machen. Gleichzeitig ist der Zugang zu sicherem und bezahlbarem Trinkwasser Teil der öffentlichen Daseinsvorsorge. Bei zukünftigen Maßnahmen sollten daher die finanzielle Leistungsfähigkeit von Kommunen und privaten Haushalten mit berücksichtigt werden.

Der VKU empfiehlt, für die Wasserversorgung im Ausnahmefall eine klare Priorisierung bei geringerem Wasserdargebot festzulegen. Dabei sollte die öffentliche Trink- und Löschwasserversorgung Vorrang vor Industrie und Landwirtschaft als zweite Stufe haben. Auf einer letzten Stufe sollten dann alle weiteren privaten Nutzungen (beispielsweise Autos waschen, Pool-Befüllung) stehen (Hollstein 2025a, S. 3). Dabei gilt es zu beachten, dass es einer Differenzierung der verschiedenen Sektoren bedarf. So müssen im Akutfall wasserabhängige Sektoren relevanter Anlagen nach KRITIS-Dachgesetz prioritär aufrechterhalten werden, wie etwa Energie, Transport, Verkehr oder Ernährungswirtschaft. Um mögliche klimawandelbedingte Engpässe und Ausfälle besser kompensieren zu können, rät der Verband, dort wo erforderlich, zudem dringend zum Auf- und Ausbau von regionalen Verbundsystemen zwischen den Wasserversorgern. Da diese Infrastrukturmaßnahmen sehr kostenintensiv sind, spricht sich der VKU dafür aus, die Versorgungsunternehmen durch landesseitige Finanzierungshilfen, etwa über die NRW.Bank, sowie durch den Abbau bürokratischer Hürden bei den Genehmigungsverfahren zu unterstützen (Hollstein 2025a, S. 4ff.). Dies hat das Ziel, regionale Mangellagen möglichst zu vermeiden und den Bedarf an Eingriffen zur Priorisierung knapper Wasserressourcen zu reduzieren.

Die Sachverständigen fordern daher als Lösung eine Konkretisierung der Priorisierung durch Verwaltungsvorschriften oder Leitlinien, die den Behörden klare Kriterien und Entscheidungswege an die Hand geben. Einige Sachverständige schlagen vor, das Landeswassergesetz analog zu anderen Bundesländern zu modernisieren und bestimmte Daseinsvorsorgemaßnahmen explizit als vorrangig zu definieren (Bringewat 2025, S. 4; BDEW 2025, S. 9; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ao, S. 5).

Damit Abwägungen in Fällen von Verteilungskonflikten überhaupt möglich sind, bedarf es einer adäquaten Datengrundlage. Für eine zukunftsfeste Steuerung der Wasserressourcen ist eine möglichst vollständige Datengrundlage über Entnahmen eine wichtige Basis. Eine belastbare Priorisierung von Wassernutzungen erfordert, nach Ansicht der Branche, Transparenz über Entnahmen, Rechte und tatsächliche Nutzungen. Daher ist die konsequente Erfassung aller – auch dezentraler und bisher möglicherweise unzureichend erfasster – Wasserentnahmen eine Voraussetzung für ein wirksames Wasserressourcenmanagement (BDEW 2026, S. 16). Dabei sei auf die bereits diskutierten methodischen Herausforderungen hingewiesen. Der Schweizer Fachverband für Wasser, Gas und Wärme hat daher eine Arbeitsgruppe zu der Thematik „Trockenheit/Klimawandel“ eingesetzt. Dieses Vorgehen lässt sich möglicherweise in Teilen auch auf Nordrhein-Westfalen übertragen. Die Arbeitsgruppe hat für ihre Veröffentlichung darauf hingewiesen, dass es zuverlässige Prognosen

braucht. Dies dient der Abwägung, wo genau und in welcher konkreten Form etwas tatsächlich eintritt (Bärtschi und Maier 2025, S. 39ff.). Als Maßnahmen wurden in diesem Konzept, ähnlich wie in den Ausarbeitungen dieser Enquetekommission, vorsorglicher Ressourcenschutz, Speicherung und Rückhalt, integrale Bewirtschaftung und eine solide Datengrundlage empfohlen. Darüber hinaus ist auch die Sensibilisierung der Versorger und die Fortbildung ihrer Mitarbeiterschaft ein wichtiger Baustein (Bärtschi und Maier 2025, S. 39ff.). Mit den Ergebnissen dieses Expertengremiums können weitere Schritte entwickelt werden auch zur prioritären Versorgung.

Grundsätzlich gibt es keine rechtlich festgelegte Reihenfolge von Nutzungen, aber verfassungsrechtlich ableitbare Einordnungen. So stünde verfassungsrechtlich der unmittelbare menschliche Wasserbedarf an erster Stelle. Eng daran ist der Vorrang der öffentlichen Wasserversorgung als Teil der Daseinsvorsorge geknüpft (BDEW 2026, S. 17). Auch der Schutz ökologischer Bedarfe und der natürliche Klimaschutz haben als natürliche Lebensgrundlage verfassungsrechtlich einen hervorgehobenen Stellenwert und begründen den Eigenwert von Ökosystemen. Letztendlich sind Entscheidungen über die Priorisierung einzelner Wassernutzungen an konkreten regionalen bzw. lokalen Gegebenheiten zu orientieren. Nutzungskonkurrenzen können vielfältig sein und beispielsweise zwischen öffentlicher Wasserversorgung und industrieller Nutzung oder erneuerbaren Energien entstehen. Flächenkonkurrenzen liegen häufig zwischen natürlichem Klimaschutz und landwirtschaftlicher Nutzung vor, z.B. bei der Wiedervernässung von Mooren.

Es erscheint sinnvoll, eine Priorisierung für den Fall akuter Wasserknappheit, aber auch zur Vermeidung dieses Falls im Sinne der präventiven Vorsorge, vorzunehmen. In den vorangegangenen Fachkapiteln ist immer wieder deutlich geworden, dass es Ansätze gibt, damit solche Ausnahmesituationen unwahrscheinlicher werden. Bereits jetzt gilt es, weitere präventive Maßnahmen zu ergreifen, wie die Versorgung von Gebieten mit geringerem Wasserdargebot aus wasserreichen Regionen, der Stärkung des Landschaftswasserhaushalts, die Hebung von Potenzialen bei Effizienz- und Einsparungspotenzialen, der Ausweisung von Reservegebieten, Grundwasseranreicherung und dem Ausbau von Infrastruktur zur Abfederung von Spitzenlasten unter Berücksichtigung von Aufwand, Risiken und örtlicher Eignung. In einigen Stellungnahmen wurden kooperative Lösungsansätze als Instrument zur Bewältigung von Wassernutzungskonflikten und zur Erhöhung der Versorgungssicherheit hervorgehoben. Für den landwirtschaftlichen Sektor wird beispielsweise die Gründung und Weiterentwicklung von Bewässerungsverbänden empfohlen, da diese als organisierte Zusammenschlüsse in der Lage sind, knappe Wasserressourcen effizient zu verteilen und Verteilungskonflikte unter den Betrieben eigenständig zu lösen (Oelmann 2025, S. 12; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ab, S. 5). Als ein weiterer Lösungsansatz, um sich abzeichnende Nutzungskonkurrenzen zwischen Industrie, Landwirtschaft und öffentlicher Versorgung sowie Ökosystemen frühzeitig abzuwenden, werden übergreifende regionale Gesprächsformate, wie etwa runde Tische oder Schlichtungsstellen, empfohlen. Der frühzeitige Einbezug aller Stakeholder kann hier einen hohen Mehrwert schaffen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025o, S. 13).

4.1.3.2 Lösungsansätze für die Flächenverteilungsfragen

Die Problematik der Flächenverfügbarkeit wurde bereits intensiver in den Kapiteln 3.3 „Schutz vor Wasser“ und 3.5 „Siedlungsstrukturen“ adressiert.

Flächenpools wurden in den Stellungnahmen als ein Instrument beschrieben, um Flächenkonkurrenzen bei Gewässerentwicklung und Renaturierung zu entschärfen. Dabei handelt es sich um ein koordiniertes Flächenangebot, aus dem zum Beispiel landwirtschaftlichen Betrieben Ersatzflächen bereitgestellt werden können, wenn bisher bewirtschaftete Flächen für Maßnahmen an Gewässern benötigt werden; das solle die Mitwirkungsbereitschaft erhöhen und fehlenden direkten Flächenzugriff der Wasserwirtschaft kompensieren (Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) 2021, S. 3). Ergänzend wird hervorgehoben, dass Flächenpools mit Instrumenten wie Vorkaufsrechten, Flächentausch und Entschädigungen verknüpft werden können, um Renaturierungsmaßnahmen insbesondere in urbanen Räumen und entlang Gewässern in landwirtschaftlichem Umfeld besser umsetzen zu können (Noppen 2024, S. 4). Flächenpools können also ein Baustein eines kooperativen Flächenmanagements sein, das die Zielerreichung von Wasserrahmenrichtlinie, Hochwasserschutz und Klimaanpassung erleichtert, ohne die (betrieblichen) Belange der Flächeneigentümer zu vernachlässigen. Mit einem Tausch aus einem Flächenpool kann auch die langwierige und rechtlich schwerwiegende Maßnahme der Enteignung vermieden werden. Herausfordernd für die Maßnahmenträger ist allerdings der Aufbau eines solchen Flächenpools, der idealerweise auch gewässerferne Flächen umfasst.

Vorgeschlagen wird ergänzend Vorkaufsrechte für geeignete Gewässerrandflächen auszuüben, ergänzt um Flächentausch und Entschädigungen. Damit sollen insbesondere in urbanen Räumen und entlang landwirtschaftlich genutzter Gewässer Maßnahmen umgesetzt werden können. Zudem wurde vorgeschlagen, der Wasserwirtschaft bei Verkäufen ein Vorkaufsrecht und für bereits geflutete Retentionsflächen ein „Nachkaufrecht“ einzuräumen, um einmal geschaffene Wasser- und Rückhalteräume dauerhaft zu sichern (Noppen 2024, S. 4ff.).

Multifunktionale Flächen werden in den Stellungnahmen als Ansatz beschrieben, um verschiedene Nutzungsansprüche – etwa Hochwasserschutz, Naturschutz, Landwirtschaft und Naherholung – entlang von Gewässern zu verbinden und Flächenkonkurrenzen zu reduzieren (Sommerhäuser 2024, S. 4). Diese eröffnen die Möglichkeit, hydrologische Funktionen (Wasserrückhalt, Kühlung), ökologische Ziele (Biodiversität, Habitate), ökonomische Nutzung (Landwirtschaft) und gesellschaftliche Bedürfnisse (Erholung) auf denselben Flächen zu kombinieren, ohne dass die Wasserwirtschaft diese Flächen besitzen muss (Schäfer 2024, S. 17). Für den urbanen Raum dagegen werden multifunktionale Flächen insbesondere im Kontext der „Schwammstadt“ beschrieben. Freie Flächen wie Parks, Quartiersplätze oder Schul- und Sportflächen können so genutzt bzw. gestaltet werden, dass sie sowohl dem ursprünglichen Zweck als auch als temporäre Regenrückhalte und Ver-

sickerungsräume dienen, etwa im Fall von Starkregenereignissen. Zu den Anpassungsmaßnahmen zählen dabei z.B. versickerungsfähige Böden, Mulden-Rigolen-Systeme in Innenhöfen und zentrale Regenrückhalteflächen in Wohnquartieren (Wiechmann 2025, S. 3; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025p, S. 6f.).

4.2 Genehmigungsverfahren und Bürokratieabbau

Der folgende Abschnitt bezieht sich auf Genehmigungsverfahren und Bürokratieabbau. Die Enquetekommission hat hierzu eigens eine Anhörung durchgeführt. Auch wenn die Thematik hier nicht abschließend behandelt werden kann, sollen im Folgenden Schwerpunkte und Hindernisse und in einem zweiten Schritt Lösungsansätze benannt werden. Diese werden in übergeordnete Modernisierungsideen einsortiert und lassen sich als Toolbox für die zahlreichen Hindernisse bei Genehmigungsverfahren und Bürokratie verstehen.

4.2.1 Status Quo und Herausforderungen

Deutschland steht vor großen Transformationsaufgaben – insbesondere bei Klimaanpassung, Infrastrukturmodernisierung und dem Umbau zentraler Versorgungsstrukturen. Gleichzeitig werden Planungs- und Genehmigungsverfahren von vielen Akteuren als zu langwierig, komplex und ressourcenintensiv wahrgenommen. Vor diesem Hintergrund gewinnen Bürokratieabbau, Verfahrensvereinfachung und eine Modernisierung staatlicher Strukturen zunehmend an Bedeutung. Für einen handlungsfähigen Staat sowie die Umsetzung von Klimaanpassung, Daseinsvorsorge und Infrastrukturmaßnahmen ist eine verlässliche Verwaltung essenziell. Bürokratie verursacht allerdings auch Kosten. Für die Wasserwirtschaft schätzt der BDEW deutschlandweit die Kosten auf über 487 Mio. Euro jährlich, was ca. 20 Prozent des gesamten Erfüllungsaufwands von ca. 2,013 Mrd. Euro entspricht. Die Kosten ergeben sich aus landes-, bundes- und EU-rechtlichen Vorgaben. Das ifo-Institut berichtet, dass pro Jahr in etwa eine Milliarde Arbeitsstunden nur für Berichtspflichten, die auf Landes-, Bundes- oder EU-Recht basieren, aufgewendet werden müssen. Unnötige Bürokratie, hemmt die Investitionsbereitschaft und verhindert die Umsetzung von Projekten (Müller 2026). Zahlreiche Akteure beschäftigen sich mit diesen großen Herausforderungen auf allen politischen Ebenen. Initiativen wie der Bund-Länder-Beschluss zur Staatsmodernisierung (Dezember 2025) oder die „Initiative für einen handlungsfähigen Staat“ haben zum Ziel Bürokratie abzubauen, Berichtspflichten zu reduzieren, Planungs-, Genehmigungs- und Vergabeverfahren zu beschleunigen und damit die staatliche Handlungsfähigkeit in Bund und Ländern voranzutreiben (Jäkel et al. 2025; Bundesregierung 2025). Insbesondere bei dem Bund-Länder-Beschluss wurden auch Genehmigungsfiktionen sowie Vereinfachung und Verbesserung der Vorschriften zum Natur-, Umwelt- und Artenschutz und Erleichterungen im Baurecht mit klaren Einführungsfristen für die Wasserwirtschaft in Nordrhein-Westfalen vorgeschlagen (Bundesregierung 2025, S. 24ff.).

Auch die Wasserwirtschaft in Nordrhein-Westfalen ist von den Herausforderungen und Hemmnissen bürokratischer Regelungen betroffen. Genehmigungsverfahren in der Wasserwirtschaft sind von einer hohen (und wachsenden) Komplexität und langen mehrjährigen Verfahrensdauern gekennzeichnet, dies verzögert die ohnehin dringend notwendigen Anpassungen, die Systemmodernisierung und erhöht die nötigen Investitionen. Der Klimawandel macht diesen Handlungs- und Umsetzungsbedarf noch einmal dringender (Beek 2025b, S. 2; Semrau 2025, S. 1).

Die Ursachen für Verzögerungen in der Wasserwirtschaft liegen nach Einschätzung der Sachverständigen insbesondere in personellen und strukturellen Engpässen bei den Genehmigungsbehörden, die zu Überlastungen und langen Bearbeitungszeiten führen (Noppen 2025, S. 2; Bringewat 2025, S. 1ff.). Hinzu kommen komplexe Verfahrensabläufe, fehlende Fristen für Stellungnahmen, Doppelprüfungen sowie Defizite bei Digitalisierung und Datenmanagement, die eine zeitnahe Bearbeitung umfangreicher Antragsunterlagen erschweren (Schmidt 2025b, S. 1; Bringewat 2025, S. 2ff.; Heinz 2025, S. 2ff.). Zudem bestehen in Genehmigungsverfahren häufig Zielkonflikte zwischen unterschiedlichen Schutz- und Nutzungsinteressen, etwa zwischen wasserwirtschaftlichen Maßnahmen, Natur- und Artenschutz, Denkmalschutz oder anderen öffentlichen Belangen. Die Sachverständigen betonen in diesem Zusammenhang die Bedeutung frühzeitiger Abstimmung, klarer Zuständigkeiten und rechtssicherer Verfahren, um Konflikte möglichst frühzeitig zu identifizieren und aufzulösen (Semrau 2025, S. 2; Schmidt 2025b, S. 2).

Mehrfach wurde darauf hingewiesen, dass in der Verwaltungspraxis bestehende Ermessensspielräume aus Sorge vor rechtlichen Risiken nicht immer ausgeschöpft werden. Behördliche Gestaltungsspielräume – etwa die eigenständige Anpassung von Maßnahmenkonzepten über Nebenbestimmungen – werden in der Praxis aus Sorge vor der Anfechtbarkeit von Entscheidungen häufig nicht ausgeschöpft; stattdessen werden Nachforderungsschleifen an den Vorhabenträger initiiert (Bringewat 2025, S. 4; Semrau 2025, S. 4), was die Verfahren weiter verzögert. Statt vorhandene Ermessensspielräume aktiv zu nutzen (Oelmann 2025, S. 2), prägt oftmals eine Absicherungsmentalität das Verwaltungshandeln, sodass Entscheidungen durch zusätzliche Gutachten und interne Rückversicherung weiter verzögert werden. Dies kann zusätzliche Nachforderungen, weitere Gutachten und verlängerte Verfahren zur Folge haben. Gleichzeitig erfüllen Beteiligungsrechte eine wichtige Funktion und tragen zur Überprüfung und Qualitätssicherung von Planungen bei. Rechtsverfahren können dennoch im Einzelfall erhebliche zeitliche Auswirkungen auf die Umsetzung von Maßnahmen haben (Bringewat 2025, S. 17). Als wichtiger Ansatz zur Verfahrensbeschleunigung wurden daher insbesondere frühzeitige Beteiligung, bessere Abstimmung zwischen Behörden, standardisierte Verfahren sowie eine stärkere Digitalisierung hervorgehoben.

Es bestehen aber auch positive Beispiele, in denen Verfahren durch die zuständigen Behörden innerhalb kurzer oder vertretbarer Zeiträume durchgeführt und Genehmigungen erteilt wurden. Insbesondere die Erfahrungen im Zusammenhang mit der Dürrelage 2025 haben nach Ansicht eines

Sachverständigen gezeigt, dass notwendige Bescheide zügig und nachvollziehbar getroffen werden können. Dies verdeutlicht, dass Verfahrensdauern nicht grundsätzlich lang sein müssen (Noppen 2025, S. 3).

4.2.2 Lösungsansätze

Das folgende Kapitel gliedert sich in fünf Abschnitte: Strukturelle und organisatorische Reformansätze, Digitalisierung und technische Innovation, rechtliche und regulatorische Anpassungen, Modellregionen sowie Kommunikation, Akzeptanz und Beteiligung. Abschließend erfolgt eine Betrachtung und Verzahnung von Nutzungskonflikten und Reformansätzen (siehe Abschnitt 4.2.3.).

4.2.2.1 Strukturelle und organisatorische Reformansätze

In diesem Abschnitt sollen vorrangig Maßnahmen betrachtet werden, die auf behördliche Strukturen und Organisation abzielen. Dabei legen die Sachverständigen in ihren Vorschlägen den Fokus auf effizientere Zuständigkeitsverteilung oder der Bündelung von Fachkompetenzen.

Ein zentrales Anliegen ist die Etablierung von „Kompetenzzentren“ oder spezialisierten, behördenübergreifenden Task-Forces für komplexe Verfahren, um Fachwissen auf Landes- oder Bezirksebene zu bündeln und Reibungsverluste zu minimieren sowie dem Fachkräftemangel zu begegnen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ao, S. 8). Des Weiteren zeigten die Anhörungen mit den dort beschriebenen parallelen Prüfstrukturen und divergierenden Zuständigkeiten, dass institutionelle Bündelung und Verfahrensstandardisierung erforderlich sind. Eine zentrale Anlaufstelle („One-Stop-Agency“) soll hierbei Vorhabenträgern eine zentrale behördliche Koordinierungsstelle pro Projekt als fester Ansprechpartner zugewiesen werden, die die Interessen der verschiedenen Fachämter bündelt (Schmidt 2025b, S. 2f.). Zudem können standardisierte Mindestunterlagen, Vollständigkeitskontrolle bei Antragseinreichung sowie digitale Einreichsysteme mit klar definierten Schnittstellen die Zahl iterativer Schleifen im Verfahren mit einer solchen Einrichtung reduzieren (Oelmann et al. 2021, S. 48ff.; 103).

Zur gezielten Entlastung der Behörden werden zudem punktuelle Anpassungen der Zuständigkeitsverordnungen empfohlen. So schlägt der BDEW beispielsweise das sogenannte „Zaunprinzip“ vor. Bauten auf dem Gelände von Kläranlagen, die nicht unmittelbar dem Reinigungsprozess dienen (wie z. B. Garagen oder Betriebsgebäude), sollen aus dem komplexen Verfahren bei der Bezirksregierung herausgelöst und direkt von den Kreisen genehmigt werden können (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ao, S. 8). Umgekehrt wird für überregional bedeutsame Wasserversorgungsanlagen eine direkte Zuständigkeit der Bezirksregierungen angeregt, um zeitaufwendige Abstimmungen zwischen verschiedenen Kreisen zu vermeiden (Bringewat 2025, S. 7).

Um spätere Verzögerungen durch unterschiedliche Rechtsauffassungen oder Nachforderungen der involvierten Behörden zu vermeiden, wird auch das bereits erwähnte Scoping bzw. eine Planungsphase 0 empfohlen. Durch solche Verfahren sollen Akteure bereits frühzeitig in der Planung, durch Vorabkonferenzen oder ähnliche Veranstaltungen, mitgenommen werden und Bedenken adressiert bzw. aufgelöst und abgestimmt werden (Bringewat 2025, S. 5; Heinz 2025, S. 6). Zur Vermeidung von langen Klageverfahren im Rahmen der Öffentlichkeitsbeteiligung wird auch der (informelle) Dialog mit Umweltverbänden und der Öffentlichkeit empfohlen, um Konfliktpotenziale früh abzuräumen und spätere Klagen zu vermeiden. Dabei ist es wichtig, diesen Schritt frühzeitig im Planungsprozess zu initiieren (Noppen 2025, S. 7; Bringewat 2025, S. 11).

Zudem wurde darauf hingewiesen, dass personelle Engpässe und organisatorische Ineffizienzen innerhalb der Verwaltung zusätzliche Kapazitäten binden können. Genannt wurden unter anderem fehlende zentrale Daten- und Wissensstrukturen, uneinheitliche digitale Systeme sowie fachfremde Zusatzaufgaben in Fachbehörden. Eine stärkere Standardisierung und Bündelung administrativer Prozesse könnte dazu beitragen, Fachpersonal gezielter für genehmigungsrelevante Aufgaben einzusetzen.

Zur weiteren organisatorischen Verfahrensstrukturierung wird der Einsatz externer Projektmanager bei Großverfahren nach dem Vorbild des Energiewirtschaftsgesetzes empfohlen. Bei anhaltenden behördlichen Verzögerungen oder unauflösbaren Zielkonflikten wird zudem die Einrichtung einer Clearingstelle vorgeschlagen, die bei verhakten Verfahren als neutrale Instanz Transparenz schaffen und Lösungswege aufzeigen soll (Heinz 2025, S. 5).

4.2.2.2 Digitalisierung und technische Innovation

Die Wasserwirtschaft hat insbesondere bei Datendurchgängigkeit, Schnittstellenstandardisierung und prozessübergreifender Integration erhebliche Defizite in der Umsetzung der Digitalisierung. Medienbrüche, individuell programmierte Schnittstellen und fehlende Datenharmonisierung erschweren ein konsistentes digitales Management. Ohne standardisierte Datenstrukturen und integrierte Plattformlösungen bleiben Potenziale für Frühwarnsysteme, hydraulische Modellierungen und effiziente Berichtspflichten strukturell begrenzt (Oelmann et al. 2021, S. 48ff.).

Mehrfach wurde darauf hingewiesen, dass fehlende landesweit einheitliche Leitfäden und Standards zu Unsicherheiten bei Antragstellung und Genehmigungspraxis beitragen können. Unterschiedliche fachliche Erwartungen zwischen Vorhabenträgern und Behörden führen häufig zu Nachforderungen, zusätzlichen Abstimmungsschleifen und längeren Verfahren. Genannt wurden insbesondere standardisierte Leitfäden für wiederkehrende wasserwirtschaftliche und naturschutzfachliche Fragestellungen sowie digitale Wissens- und Dokumentationsplattformen, um Verfahren nachvollziehbarer und effizienter zu gestalten. Das von der Enquetekommission in Auftrag gegebene Gutachten

sagt aus, dass die Datenlage „für wesentliche Entscheidungsprozesse unzureichend“ sei (FiFo Köln 2025, S. 133ff.).

Diese Einschätzung wird durch den HRW-Digitalisierungsindex der Wasserwirtschaft gestützt, der Defizite in der prozessübergreifenden Datenintegration, fragmentierte Informationsflüsse sowie unzureichend harmonisierte Schnittstellen zwischen Wertschöpfungsstufen identifiziert. Ohne einheitlich definierte Daten- und Dokumentenstandards sowie eine integrierte Verfahrensplattform drohen Beschleunigungsziele im Vollzug an strukturellen Reibungsverlusten zu scheitern (Oelmann et al. 2021, S. 48ff.; 103).

Die EWRS kündigt einen EU-Aktionsplan zur Digitalisierung im Wassersektor an und fordert nationale Datenportale, in denen Wasserdaten auffindbar, frei zugänglich, interoperabel und wiederverwendbar bereitgestellt werden (Europäische Kommission 2025, S. 20f.). Zudem ist eine EU-weite Initiative „Intelligente Verbrauchsmessung für alle“ vorgesehen, die die Einführung smarter Zähler und Steuerungen beschleunigen soll (Europäische Kommission 2025, S. 21). Für Nordrhein-Westfalen stützt dies den Aufbau einer landesweiten Wasser-Datenplattform mit Standards (APIs, Metadaten, Qualitätsregeln) in Form eines landesweiten Wasserversorgungskonzeptes sowie einen schrittweisen Smart-Meter-Roll-out als Voraussetzung für Demand-Response, Tarifmodernisierung und wirkungsorientierte Förderung.

Um den genannten Herausforderungen in der nordrhein-westfälischen Wasserwirtschaft gerecht zu werden, bedarf es einer flächendeckenden Einführung von Digitalisierungsmaßnahmen. Dies bezieht sich sowohl auf die Wasserwirtschaft selbst als auch insbesondere auf die weitere Digitalisierung des staatlichen Angebots. Damit entstehen tatsächliche freie Kapazitäten in der Wasserwirtschaft und neben freiwerdenden Personalkapazitäten auch Effektivitätsgewinne.

Mehrfach wurde das „once-only-prinzip“ genannt. Dieser Vorschlag beschreibt, dass Daten und Nachweise für Anträge und Berichtspflichten nur ein einziges Mal an die Verwaltung übermittelt und anschließend behördenübergreifend genutzt werden. Als rechtliche und technische Grundlage kann dabei der 2025 geschlossene NOOTS-Staatsvertrag (Nationales Once-Only Technical System) dienen. Hierauf könnte eine Art „Datendrehscheibe Wasser Nordrhein-Westfalen“ entstehen, damit ein medienbruchfreies und digitales Tool entsteht (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ao, S. 9; Heinz 2025, S. 7; Oelmann 2025, S. 5).

Für medienbruchfreie Prozesse gilt die Grundidee, dass eine durchgehend digitale Bearbeitung von Anträgen stattfindet, von der Beantragung über Beteiligungen bis zur Genehmigung. Werkzeuge hierfür sind beispielsweise elektronische Signaturen, digitalen Akten und auch automatisierte Workflows. Durch den Einsatz von medienbruchfreien Prozessen sollen Zeitverluste und auch Fehler durch wiederholtes Ausdrucken und Einscannen vermieden werden. Darüber hinaus können

verschiedene Abteilungen gleichzeitig an derselben Akte arbeiten und Nachforderungen lassen sich ebenso effizienter abwickeln (Oelmann 2025, S. 4ff.; Bringewat 2025, S. 9ff.; Schmidt 2025b, S. 4).

Darüber hinaus wurde mehrfach die Etablierung eines „one-stop-shops" für die Wasserwirtschaft genannt. Dieses grundlegende Prinzip der Staatsdigitalisierung sieht vor, dass staatliche Angebote in einer zentralen Plattform oder Anlaufstelle gebündelt werden. Für die Wasserwirtschaft in Nordrhein-Westfalen würde diese konkret bedeuten, dass Antragsteller, anstelle sich mit verschiedenen Fachämtern und deren teils widersprüchlichen Anforderungen einzeln auseinandersetzen zu müssen, eine feste Ansprechinstanz erhalten. Diese soll das Verfahren federführend steuern. Als erfolgreiches Praxisbeispiel verweisen die Sachverständigen auf die Niederlande: Dort werden verschiedene Fachgenehmigungen für eine Zulassung zusammengefasst, was Doppelprüfungen vermeidet und den Gesamtprozess durch verbindliche Fristen erheblich beschleunige (Schmidt 2025b, S. 3; Bringewat 2025, S. 8). Eine solche konsequente Verfahrensbündelung würde nicht nur mehr Transparenz und Beschleunigung schaffen, sondern sowohl die Verwaltung als auch die Investoren maßgeblich entlasten.

Für Nordrhein-Westfalen wird zudem durch die Sachverständigen eine flächendeckende Einführung landesweit einheitlicher Checklisten und standardisierter Formulare vorgeschlagen (Schmidt 2025b, S. 3; Noppen 2025, S. 6). Diese Checklisten sollten idealerweise in ein digitales Antragsportal integriert werden, sodass Antragsteller die erforderlichen Unterlagen transparent und ohne Medienbrüche online abarbeiten können (Bringewat 2025, S. 8). Durch solche standardisierte Prüfinstrumente lassen sich die Anforderungen an die Antragsunterlagen von Beginn an klar definieren, die Planungssicherheit für Vorhabenträger signifikant erhöhen und die behördlichen Bearbeitungszeiten verkürzen (Noppen 2025, S. 6). Außerdem sollen so verzögernde Nachforderungen im laufenden Verfahren verhindert werden. In diesem Bereich können perspektivisch auch KI-Anwendungen eine weitere Verfahrensbeschleunigung ermöglichen.

4.2.2.3 Rechtliche und regulatorische Anpassungen

Zur Verbesserung und Beschleunigung der Genehmigungsverfahren für die Wasserwirtschaft in Nordrhein-Westfalen wurden neben den bereits aufgeführten „Werkzeugen" auch eine Reihe von konkreten Vorschlägen in Bezug auf bestehende Gesetze und regulatorische Aspekte von den Sachverständigen eingebracht. Einige werden folgend kurz aufgerufen und erklärt.

Um rechtliche Zielkonflikte in Genehmigungsverfahren aufzulösen, bedarf es nach Ansicht einiger Sachverständigen einer klaren gesetzlichen Priorisierung. Diese empfehlen, Maßnahmen der wasserwirtschaftlichen Daseinsvorsorge, wie beispielsweise den Hochwasserschutz und die Trinkwasserversorgung, im Landeswassergesetz mit einem „überragenden öffentlichen Interesse" auszustatten. Damit würden nicht nur eventuelle Verteilungskonflikte entschärft werden, sondern auch

Abwägungsentscheidungen rechtssicherer für Genehmigungsbehörden gestaltet werden (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ao, S. 5; Bringewat 2025, S. 4f.). Außerdem sollten die Rechtsnormen der WRRL und des Naturschutzes harmonisiert werden, um klarzustellen, dass Gewässerrenaturierungen keinen Eingriff in den Naturschutz darstellen (Noppen 2025, S. 3f.). Darüber hinaus werden Standardisierung, frühzeitiges Scoping und eine verbesserte Verfahrenskoordination als wichtige Ansatzpunkte zur Beschleunigung wasserbezogener Genehmigungsverfahren hervorgehoben. Hierzu sollen parallele Prüfungen ermöglicht und Zielkonflikte sowie realistische Alternativen frühzeitig geklärt werden. Gleichzeitig wird betont, dass eine Beschleunigung von Verfahren unter Beachtung von wasser- und umweltrechtlichen Standards einhergehen sollte.

Zur Vermeidung von Verfahrensstillständen wird eine teilweise Umgestaltung des Verfahrensrechts hervorgehoben. Dabei sollten technische Ersatzprojekte oder Folgebeantragungen (häufig auch beschrieben mit dem Beispiel „Verlängerungen von Wasserrechten") nach Empfehlung der Sachverständigen in einem vereinfachten Verfahren geprüft werden. Denn in der Regel würde ein neues Verfahren eingeleitet werden, anstatt Prüfungen, Unterlagen und Erkenntnisse aus der vorherigen Genehmigung zu nutzen (Beek 2025b, S. 8). Für kleinere Gewässerausbaumaßnahmen sollten Ausnahmen oder Grenzwertkataloge von der Planfeststellungspflicht nach § 68 WHG geschaffen werden, denn jede Maßnahme wird formal gleich geprüft unabhängig von der Größe und Intensität des Eingriffs (Bringewat 2025, S. 15). Zudem könnten gesetzliche Bearbeitungsfristen für die Behörden und eine „Bestandsfiktion" etabliert werden, die verhindert, dass Fachgutachten während eines laufenden Verfahrens verjähren (Noppen 2025, S. 4). Weitere Beschleunigungspotenziale liegen in der Flexibilisierung des Vergaberechts für KRITIS-Betreiber, dem Einsatz externer Projektmanager analog zum Energiewirtschaftsgesetz (Heinz 2025, S. 4f.) sowie der direkten Zuständigkeit des Oberverwaltungsgerichts in erster Instanz (auf Bundesebene), um den Rechtsweg zu verkürzen (Bringewat 2025, S. 15).

Ein weiterer Aspekt liegt in der Verbesserung der Zuständigkeiten und Vereinheitlichung des Vollzugs, dies dient der Verfahrensstraffung und Kompetenzbündelung. So wurde beispielsweise für lokal begrenzte Projekte an Gewässern zweiter Ordnung empfohlen, die Verfahrensführung von den Bezirksregierungen auf die unteren Wasserbehörden der Kreise oder kreisfreien Städte zu übertragen, um deren Ortskenntnis effizienter zu nutzen. Obere Wasserbehörden könnten trotzdem bei weitreichender Bedeutung das Verfahren übernehmen (Noppen 2025, S. 4f.).

4.2.2.4 Modellregionen

Damit neue Lösungsansätze in der Praxis zunächst getestet werden können, wird die Verwendung von Modellregionen, Reallaboren und Pilotprojekten empfohlen. Dies soll die Rechtssicherheit und Praxistauglichkeit für einen möglichen flächendeckenden Einsatz erhöhen. Auf administrativer Ebene wird die Schaffung von Experimentierklauseln angeregt, um in ausgewählten Reallaboren er-

gebnisorientierte statt rein formalistische Genehmigungsverfahren testen zu können in Anlehnung an die eingangs erwähnte „Initiative Handlungsfähiger Staat“ (Heinz 2025, S. 7). Damit könnten beispielsweise digitale Plattformen, medienbruchfreie Genehmigungsverfahren, Bagatellgrenzen oder sonstige Ansätze erprobt und in der Praxis kritisch evaluiert werden. Ein konkretes Anwendungsbeispiel hierfür wäre die Einrichtung einer Pilotregion, in der wasserrechtliche Genehmigungskompetenzen (in Anlehnung an das niederländische Modell der Waterschappen) probeweise auf die regionalen Wasserverbände übertragen werden, um eine ganzheitliche Steuerung der wasserwirtschaftlichen Interessen bei Hochwasserschutz und Umweltaspekten zu evaluieren. Grundvoraussetzung wären hierfür aber komplexe Änderungen am bestehenden Recht (Noppen 2025, S. 5ff.).

4.2.2.5 Kommunikation, Akzeptanz und Beteiligung

Verschiedene Sachverständige aus Wasserverbänden, Unternehmen und mit juristischer Perspektive wiesen darauf hin, dass klassische Öffentlichkeitsbeteiligungsverfahren teilweise an ihre organisatorischen und zeitlichen Grenzen stoßen. Insbesondere bei komplexen Vorhaben können umfangreiche Abstimmungsprozesse, analoge Verfahren sowie späte Konfliktklärung zu längeren Verfahrensdauern beitragen (Schmidt 2025b, S. 4; Bringewat 2025, S. 11; Noppen 2025, S. 7ff.).

Weiter wurde darauf hingewiesen, dass Rechtsverfahren und Klagen im Einzelfall erhebliche Auswirkungen auf die Dauer von Genehmigungsverfahren haben können. Nach Einschätzung einzelner Sachverständiger tragen dabei sowohl gerichtliche Auseinandersetzungen über komplexe Abwägungsfragen als auch Klagen betroffener Bürgerinnen und Bürger zu Verzögerungen bei wasserwirtschaftlichen Vorhaben bei (Noppen 2025, S. 7; Heinz 2025, S. 2; Bringewat 2025, S. 15).

Gleichzeitig wurde deutlich, dass Beteiligungsformate eine wichtige Funktion erfüllen. Konflikte entstehen häufig dort, wo unterschiedliche Schutz-, Nutzungs- und Eigentumsinteressen aufeinandertreffen, etwa bei Eingriffen in bestehende Nutzungen oder bei Maßnahmen des Hochwasserschutzes und der Klimaanpassung. Dies kann insbesondere auf lokaler Ebene zu kontroversen Diskussionen führen, beispielsweise bei Baumfällungen, Flächenumwidmungen oder dem Bau von Rückhaltebecken (Noppen 2025, S. 8).

Um solchen Konflikten frühzeitig zu begegnen, wird die Einführung einer „Planungsphase 0“ empfohlen. Wie bereits oben beschrieben, kann diese nicht nur die Abstimmung zwischen Behörden erleichtern, sondern auch durch informelle Bürgerforen und einen frühzeitigen Dialog mit Umweltverbänden, Kommunen und weiteren Beteiligten dazu beitragen, Konfliktpunkte frühzeitig zu identifizieren und tragfähige Lösungen noch vor Beginn des eigentlichen Verwaltungsverfahrens zu entwickeln (Noppen 2025, S. 7ff.; Bringewat 2025, S. 11).

Zudem wurde vorgeschlagen, bei Folgegenehmigungen ohne wesentliche Änderungen auf eine erneute Öffentlichkeitsbeteiligung zu verzichten, um Verfahren zu verschlanken (Schmidt 2025b, S. 4). Für besonders dringliche Projekte der wasserwirtschaftlichen Daseinsvorsorge wird darüber hinaus angeregt, zu prüfen, wie Verfahren effizienter gestaltet und Streitigkeiten frühzeitiger beigelegt werden können, etwa durch priorisierte Eilrechtsschutzverfahren oder ergänzende Streitbeilegungsmodelle parallel zum Verwaltungsverfahren (Bringewat 2025, S. 11).

4.2.3 Verzahnung von Genehmigungsverfahren und Fazit

Die aufgezeigten Themenfelder und Lösungsansätze verdeutlichen die enge Verzahnung von Nutzungskonkurrenzen, Verteilungskonflikten und Genehmigungsverfahren. Mit den Folgen des Klimawandels steigen die Anforderungen an die Wasserwirtschaft, den Hochwasserschutz, die Siedlungsentwicklung und den Schutz wasserabhängiger Ökosysteme gleichzeitig. Ohne frühzeitige Anpassungen und eine resiliente Ausgestaltung der Wasserinfrastruktur können bestehende Nutzungskonkurrenzen weiter zunehmen und sich zu Verteilungskonflikten verschärfen.

Gleichzeitig wird deutlich, dass die Umsetzung vieler notwendiger Maßnahmen maßgeblich von leistungsfähigen und rechtssicheren Genehmigungsverfahren abhängt. Dies betrifft sowohl Bau- und Infrastrukturmaßnahmen als auch wasserrechtliche Verfahren und Maßnahmen zur Klimaanpassung. Planungs- und Investitionssicherheit sind dabei ebenso erforderlich wie eine funktionierende Verwaltung, ausreichende personelle Ressourcen, klare Zuständigkeiten und frühzeitige Abstimmungsprozesse

Die vorherigen Ausführungen haben gezeigt, dass zahlreiche Instrumente zur Beschleunigung und Verbesserung von Verfahren bereits bekannt sind. Viele dieser Ansätze finden sich sowohl in den Stellungnahmen der Sachverständigen als auch in aktuellen Reformdiskussionen auf Bundes- und Länderebene wieder. In den Anhörungen wurde zudem deutlich, dass die Perspektiven der Genehmigungsbehörden und Fachverwaltungen für die Weiterentwicklung von Verfahren von besonderer Bedeutung sind. Die praktische Erfahrung der zuständigen Behörden kann wichtige Hinweise zu organisatorischen Hemmnissen, Standardisierungspotenzialen und praxistauglichen Verfahrensabläufen liefern und sollte bei zukünftigen Reformprozessen stärker einbezogen werden.

Gleichzeitig wurde in den Anhörungen deutlich, dass eine erfolgreiche Beschleunigung nicht allein durch den Abbau einzelner Verfahrensschritte erreicht werden kann. Entscheidend sind vielmehr nachvollziehbare Verfahren, frühzeitige Konfliktklärung, bessere Digitalisierung, eine stärkere Nutzung bestehender Ermessensspielräume sowie eine enge Zusammenarbeit auf Augenhöhe zwischen Behörden, Vorhabenträgern, Kommunen und betroffenen Akteuren.

Die Anpassung der Wasserwirtschaft an die Folgen des Klimawandels ist damit nicht nur eine technische oder infrastrukturelle Aufgabe, sondern auch eine Frage staatlicher Handlungsfähigkeit. Ziel sollte es sein, Verfahren effizienter, planbarer und zugleich rechtsstaatlich sowie ökologisch tragfähig auszugestalten.

5. Ökonomische und fiskalische Aspekte

5.1 Infrastruktur, Erneuerungsbedarf und Investitionsdruck in Nordrhein-Westfalen

Die wasserwirtschaftliche Infrastruktur Nordrhein-Westfalens ist überwiegend nach dem Zweiten Weltkrieg entstanden und hat damit den Sanierungszyklus erreicht, bedarf der Sanierung und sieht sich heute einem erheblichen Erneuerungs- und Anpassungsdruck gegenüber, der sich über mehrere Jahrzehnte hinweg aufgebaut hat. Große Teile des Trinkwassernetzes, wie in Kapitel 2.2.4.1 dargestellt, stammen aus den 1950er bis 1970er Jahren und erreichen damit das Ende ihrer technisch-wirtschaftlichen Nutzungsdauer. Vor diesem Hintergrund der in Kapitel 3.2 und 3.12 aufgezeigten Herausforderungen in der Infrastruktur gewinnt ein systematisches Asset-Management an Bedeutung. Zustandsbasierte Erneuerungsstrategien, risikoorientierte Priorisierung sowie langfristige Investitionspfade können dazu beitragen, Investitionsspitzen zu vermeiden und technische Risiken frühzeitig zu adressieren. Eine stärkere Standardisierung entsprechender Managementansätze würde insbesondere kleinere Betreiber unterstützen (Lenz 2025, S. 2).

Hinzu kommen erhebliche Unterschiede zwischen den Kommunen, häufig sind die Netze im Besitz der Kommunen oder kommunaler Tochtergesellschaften. Während große Städte und sondergesetzliche Wasserverbände über professionelle Ingenieurabteilungen, zentrale Planungskapazitäten und datenbasierte Betriebsführung verfügen, sind kleinere ländliche Gemeinden und Versorger häufig eher anlassbezogen tätig, führen bislang nur in begrenztem Umfang strategische Netzanalysen durch und können systematische Reinvestitionsstrategien nur eingeschränkt entwickeln (siehe Kapitel 2.2.3). Viele Sachverständige wiesen darauf hin, dass diese strukturellen Unterschiede zu einer deutlichen Ungleichheit in der Sanierungsgeschwindigkeit führen. Mehrere Stellungnahmen weisen darauf hin, dass sich die Investitionsfähigkeit der Betreiber zunehmend auseinanderentwickelt, da größere Unternehmen bessere Planungs- und Ressourcenstrukturen besitzen (FiFo Köln 2025, S. 113ff.; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025o, S. 6, 18; Beek 2025a, S. 3f.; Hollstein 2025a, S. 2ff.).

Die niedrigen Netzerneuerungsraten verstärken diese Situation. Das NRW-Benchmarking dokumentiert eine durchschnittliche Reinvestitionsrate von lediglich 0,59-0,62 Prozent pro Jahr, obwohl langfristig mindestens 1-1,5 Prozent notwendig wären, um die Substanz zu erhalten (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025o, S. 35; MUNV 2025c, S. 35). Diese Zielgröße leitet sich unmittelbar aus einer technisch-wirtschaftlichen Nutzungsdauer der Trinkwassernetze von rund 60-80 Jahren ab. Eine dauerhaft unterhalb dieses Zielkorridors liegende Rate führt zu einem schleichenden Substanzverlust und später zu überproportionalen Investitions- und Kostenspitzen (FiFo Köln 2025, S. 114ff.). Vertreter der Wasserwirtschaft machten deutlich, dass Investitionen in Millionenhöhe ins Stocken geraten oder Projekte ganz eingestellt werden müssen, wenn Verfahren sich über Jahre hinziehen

(Landtag Nordrhein-Westfalen 2025j, S. 28; 33). Parallel prognostiziert die VKU/BBH-Studie einen Vervierfachungsbedarf der wasserwirtschaftlichen Investitionen auf rund 40 Mrd. €/Jahr im Zeitraum 2025–2044 bei einem Gesamtbedarf von 800 Mrd. €, wovon 35 Prozent auf die Trinkwasser- und 65 Prozent auf die Abwasserinfrastruktur entfallen aufgrund des Alters der aktuellen Infrastruktur und der notwendigen Anpassung an den Klimawandel (Becker Büttner Held PartGMBB 2025, S. 38ff.).

Einen zusätzlichen strukturellen Belastungsfaktor stellt der Eintritt des zweiten Lebenszyklus großer Anlagenkohorten dar. Viele Aufbereitungs-, Speicher- und Pumpwerke stammen aus den 1960er und 1970er Jahren und benötigen nun umfassende Modernisierungen. Wie das von der Enquetekommission beauftragte Gutachten zeigt, sind Reinvestitionen heute erheblich teurer als beim ursprünglichen Aufbau der Anlagen, da technische Standards, Sicherheitsanforderungen und Umweltauflagen deutlich strenger geworden sind (FiFo Köln 2025, S. 82ff.). Zusätzlich belasten lange Genehmigungs-, Planungs- und Abstimmungsprozesse den Substanzerhalt. Sachverständige berichteten von wasserrechtlichen Verfahren, die bis zu zehn Jahre dauerten (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025o, S. 8). Insbesondere größere wasserwirtschaftliche Vorhaben wie überregionale Leitungen oder Talsperren erfordern komplexe Genehmigungsverfahren; für wasserrechtliche Bewilligungen werden aktuell inzwischen Bearbeitungszeiten von drei bis fünf Jahren genannt (Beek 2025b, S. 1.f.; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ao, S. 2). Die Notwendigkeit wiederholter Gutachten bei langen Verfahren verursacht zusätzliche Kosten (Noppen 2025, S. 2ff.). Ein Beispiel aus der Praxis zeigt, dass die Verzögerung einer Transportleitung von 5 auf 10 Jahre zu Mehrkosten von über 40 Prozent bzw. mehr als 10 Mio. € führte (Heinz 2025, S. 4).

Parallel hierzu stiegen die Baupreise drastisch: Der Baupreisindex für Straßenbau und Ortskanäle legte zwischen 2014 und 2023 um 51,6 Prozent zu (MUNV 2025c, S. 21f., 34f.). Dadurch werden sogar unveränderte Maßnahmen heute erheblich teurer. Die Kombination aus veralteter Infrastruktur, langen Verfahren und steigenden Baukosten erzeugt einen massiven strukturellen Erneuerungsdruck.

5.2 Institutionelle Rahmenbedingungen

Die institutionelle Landschaft der Wasserwirtschaft in Nordrhein-Westfalen ist, wie Kapitel 2.2.3 ausführlich darlegt, historisch gewachsen und in ihrer Vielfalt bundesweit einzigartig. Sie umfasst kommunale Regie- und Eigenbetriebe, Anstalten öffentlichen Rechts, Stadtwerke, Wasser- und Bodenverbände, sondergesetzliche Wasserverbände sowie private und gemischtwirtschaftliche Modelle. Diese Vielfalt spiegelt regionale Unterschiede wider, führt jedoch zugleich zu einer erheblichen Fragmentierung von Zuständigkeiten, Datengrundlagen, Entscheidungspraxen und Planungslogiken.

Sondergesetzliche Wasserverbände wie Ruhrverband, Emschergenossenschaft, Erftverband oder Wupperverband verfügen über teilweise hochprofessionalisierte Planungs-, Steuerungs- und Datenanalysekapazitäten. Gleichzeitig existieren in Nordrhein-Westfalen hunderte kleiner Wasserbeschaffungsverbände, Zweckverbände und kommunaler Eigenbetriebe, die oft nur wenige Mitarbeitende haben und sich auf das operative Tagesgeschäft konzentrieren müssen. Die von der Enquetekommission beauftragte Studie beschreibt die organisatorische Landschaft daher zutreffend als „fragmentiert" und weist darauf hin, dass kooperative, gebietsbezogene Steuerungsstrukturen nicht flächendeckend etabliert sind (FiFo Köln 2025, S. 29ff.).

Diese institutionelle Vielfalt führt dazu, dass die Leistungs- und Investitionsfähigkeit von Region zu Region erheblich variiert. Große Stadtwerke können Investitionen frühzeitig planen, Genehmigungen zentral koordinieren und digitale Instrumente einsetzen. Viele kleine Kommunen hingegen müssen externe Ingenieurbüros beauftragen, die wiederum durch Fachkräftemangel und hohe Auslastung selbst zu einem Engpass geworden sind.

Entscheidend ist zudem die komplexe Zuständigkeitsstruktur zwischen Land, Bezirksregierungen und Kommunen. Wasserrechtliche Genehmigungen liegen je nach Art und Größe der Anlage in der Verantwortung der unteren Wasserbehörden oder der Bezirksregierungen (siehe Kapitel 2.2.2). Mehrere Sachverständige beschrieben weniger das materielle Wasserrecht als problematisch, sondern vielmehr dessen Vollzug. Genannt wurden unklare Zuständigkeiten, unterschiedliche behördliche Anforderungen, Doppelprüfungen sowie unvollständige Antragsunterlagen, die Verfahren erheblich verlängern (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025j, S. 10; 28).

Die Vielzahl paralleler Verfahren, von wasserrechtlichen Erlaubnissen und Planfeststellungen über naturschutzrechtliche Bewertungen einschließlich FFH-Prüfungen bis hin zu zusätzlichen regulatorischen Anforderungen etwa im Kontext von KRITIS- und NIS2-Vorgaben, führt nach Darstellung mehrerer Sachverständiger zu erheblichen administrativen Mehrbelastungen. In der Anhörung wurde insbesondere auf komplexe naturschutzrechtliche Anforderungen, Doppelprüfungen von Gutachten sowie unterschiedliche behördliche Vollzugspraxen und Zuständigkeiten hingewiesen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ao, S. 3)(Landtag Nordrhein-Westfalen 2025f, S. 2ff., 2025b, S. 10; Oelmann 2025, S. 2). Auch Schonzeiten (hier: Setz- und Ruhezeiten) und naturschutzrechtliche Bauzeitbeschränkungen erhöhen die Komplexität und führen zu wiederholten Verzögerungen (Noppen 2025, S. 4). Zusätzlich verschärft der Fachkräftemangel die strukturelle Belastung, denn rund 46,5 Prozent der Beschäftigten im Wassersektor sind über 50 Jahre alt (siehe Kapitel 2.2.4.3). Nachwuchsprobleme betreffen insbesondere technische Berufe, und die Abhängigkeit von Ingenieurbüros führt zu zusätzlichen Engpässen. Das Gutachten resümiert: „Die Verwaltungskapazität ist in vielen Kommunen das knappste Gut." (FiFo Köln 2025, S. 113ff.).

Insgesamt zeigt sich eine institutionelle Struktur, die einerseits leistungsfähige regionale Akteure hervorgebracht hat, andererseits aber deutliche Koordinations-, Steuerungs- und Kapazitätsdefizite aufweist, die den Modernisierungsprozess erheblich verzögern.

5.3 Finanzierungsstrukturen und wirtschaftliche Ausgangslage

Aus ökonomischer Perspektive ist die Wasserwirtschaft durch mehrere strukturellen Besonderheiten gekennzeichnet: Erstens handelt es sich bei Wasser um ein öffentliches Gut. Vom Zugang zu Wasser ist ein Ausschluss im Grundsatz nicht möglich. Das Recht auf Zugang zu sauberem Wasser ist ein Menschenrecht. Dies setzt eine gezielte Bewirtschaftung von Wasser für alle Nutzungsansprüche voraus. Aus ökonomischer Sicht sind daher Mechanismen, die einen ressourcenschonenden Umgang mit Wasser sicherstellen, erforderlich (FiFo Köln 2025, S. 19). Zweitens ist die betriebswirtschaftliche Struktur der Wasserwirtschaft durch einen sehr hohen Fixkostenanteil geprägt. Wasserinfrastrukturen müssen zur Sicherstellung der Versorgung auf Spitzenbedarfe ausgelegt werden. Zudem müssen Unsicherheiten in der langfristigen Bedarfsentwicklung berücksichtigt werden. Technische Anforderungen wie Redundanzen und stabile Betriebsbedingungen erfordern eine höhere Dimensionierung und nachträgliche Anpassungen der Infrastruktur sind nur mit erheblichem Aufwand möglich. Rund 80 Prozent der Gesamtkosten sind in der Folge verbrauchsunabhängig, da Netze, Pumpwerke, Speicher und Aufbereitungsanlagen dauerhaft betriebsbereit sein müssen (Stumpe 2025, S. 61ff.). In der Folge liegen sowohl im Bereich der (Trink-)Wasserversorgung als auch im Bereich der Abwasserentsorgung keine herkömmlichen Wettbewerbsmärkte vor, sondern lokale bzw. regionale natürliche Monopole. Der hohe Fixkostenanteil bedeutet zugleich, dass der Markeintritt weiterer Unternehmen aufgrund der Notwendigkeit zur Schaffung eigener Netze mit hohen Kosten verbunden wäre. Der Betrieb paralleler Netze und Infrastrukturen ist so unwirtschaftlich. In der Folge ergeben sich unvermeidbare lokale und regionale Monopole sowohl in der Trinkwasserversorgung als auch in der Abwasserentsorgung (FiFo Köln 2025, S. 21). Diese natürlichen Monopole unterliegen daher der Aufsicht von Kartellbehörden. Diese Kontrolle bringt jedoch erhebliche Herausforderungen mit sich, da sie mit zahlreichen methodischen Schwierigkeiten verbunden ist und eine effektive Preiskontrolle gewährleisten muss, ohne notwendige Investitionen in den Substanzerhalt der Infrastruktur sowie Nachhaltigkeitsziele und Klimawandelanpassungsmaßnahmen zu vernachlässigen. Diese Balance zu finden, wird auch als Herausforderung bei der Finanzierung von notwendigen Infrastruktur- und infrastrukturbezogenen Klimawandelanpassungsmaßnahmen hervorgehoben (Gawel und Bedtke 2013). Trinkwasserentgelte werden durch die Versorger festgelegt, diese sind überwiegend in kommunaler Hand. Abwassergebühren unterliegen der kommunalpolitischen Verantwortung. Drittens sind wasserwirtschaftliche Investitionsgüter besonders langlebig und weisen Nutzungsdauern über mehrere Jahrzehnte auf (FiFo Köln 2025, S. 24). Eine gelingende Wasserpolitik muss daher diesen Besonderheiten Rechnung tragen, Wasser vor einer Übernutzung schützen, langfristig orientiert sein und hierzu verlässliche regulative Rahmenbedingungen setzen.

Wasserwirtschaftliche Aufgaben werden in Nordrhein-Westfalen zurzeit im Wesentlichen durch vier Instrumente finanziert: das **Wasserentnahmeentgelt**, die **Abwasserabgabe**, **(Ab-)Wassergebühren** sowie **Förderprogramme und andere Formen der unmittelbaren Finanzierung aus öffentlichen Haushalten**.

Das **Wasserentnahmeentgelt** soll die umweltökonomischen Kosten von Wasserentnahmen internalisieren und eine Lenkungswirkung hin zu einer Reduktion der Wasserentnahmen entfalten. Die Erhebung eines Wasserentnahmeentgeltes obliegt den Ländern. In Nordrhein-Westfalen wird es seit 2004 erhoben. Rechtliche Grundlage ist das Gesetz über die Erhebung eines Entgelts für die Entnahme von Wasser aus Gewässern (Wasserentnahmeentgeltgesetz des Landes Nordrhein-Westfalen – WasEG). Differenziert nach Zweck der Entnahme werden vor dem Hintergrund der intendierten Lenkungswirkung landesweit einheitlich unterschiedliche Entgeltsätze erhoben: 0,05 €/m³ für reguläre Grund und Oberflächenwasserentnahmen, 0,035 €/m³ für Kühlwasser in Kreislaufführung und 0,0035 €/m³ für industrielle Durchlaufkühlung (§ 2 WasEG). Die Entgeltsätze wurden in Nordrhein-Westfalen zuletzt im Jahr 2013 angepasst und liegen im Vergleich der Länder, die ein Entgelt erheben, auf niedrigem Niveau. Trotz weiter entfalteter Lenkungswirkung (konsequent sinkender pro-Kopf Verbrauch, vgl. Kapitel 3.2 und 3.7) und steigender Wasserqualität (siehe Kapitel 3.2 und 3.12) sowie voranschreitender Erfüllung der WRRL (siehe Kapitel 3.1) wären nach den Berechnungen des von der Enquetekommission beauftragten Gutachtens um 28 Prozent höhere Entgeltsätze erforderlich, um die preisliche Lenkungswirkung zu erhalten. Verschiedene Entnahmezwecke sind von der Entgelterhebung befreit, bspw. Entnahmen von Wasser zum Zwecke der Bewässerung landwirtschaftlich, gärtnerisch und forstwirtschaftlich genutzter Flächen oder Entnahmen von Wasser, das als Löschwasser verwendet wird. Für alle Entnahmen unter 3.000 m³/Jahr gilt zudem eine Bagatellgrenze (§ 1 Abs. 2 WasEG). Die Verwendung des Wasserentnahmeentgelts ist im Grundsatz, aber nicht ausnahmslos, zweckgebunden. Verwendungszwecke nach § 9 WasEG sind: Maßnahmen zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie, Altlastensanierung und Altlastenaufbereitung sowie die Deckung der administrativen Kosten, die bei der Erhebung des Entgeltes anfallen. Nicht verausgabte Mittel können dem allgemeinen Landeshaushalt zugeführt werden. Von 2020 bis 2025 waren dies jeweils 4 Mio. Euro pro Jahr. Das Aufkommen aus dem Wasserentnahmeentgelt ist durch abnehmende Entnahmen bspw. zur Braunkohlegewinnung tendenziell rückläufig. Im Jahr 2023 betrug es 81,3 Mio. €, davon 46,3 Mio. € aus der öffentlichen Wasserversorgung und 35 Mio. € aus Industrie und Gewerbe. Um weiterhin Projekte der WRRL und andere Projekte gleichbleibend aus dem WasEG zu finanzieren, müssten diese fehlende Einnahmen kompensiert werden. Daher ist auch eine WasEG Anpassung notwendig, was allgemein die Wasserkosten erhöhen würde.

Die bundesrechtlich erhobene **Abwasserabgabe** adressiert spiegelbildlich die umweltökonomischen Kosten von Abwassereinleitungen. Die Abwasserabgabe wird seit 1981 erhoben (Gesetz über Abgaben für das Einleiten von Abwasser in Gewässer (Abwasserabgabengesetz – AbwAG)). Ihr Ziel ist es, die negativen externen Effekte von Direkteinleitungen von Abwässern in Gewässer zu internali-

sieren. Der Abgabensatz richtet sich im Grundsatz zum einem nach der Abwassermenge und zum anderen nach dessen Schädlichkeit gemessen in sogenannten Schadeinheiten. Die Abgabenhöhe kann jedoch durch verschiedene Möglichkeiten für Verrechnungen, Reduzierungen und Befreiungen gemindert werden. Der Abgabensatz wurde zuletzt im Jahr 1997 mit der Währungsumstellung angepasst und beträgt seither 35,79 € pro Schadeinheit. Obgleich bundesrechtlich erhoben, steht das Aufkommen aus der Abwasserabgabe den Bundesländern zu. In Nordrhein-Westfalen betrug es zuletzt im Jahr 2023 54,4 Mio. €, was etwa 3 € pro Einwohner und Jahr entspricht. Ebenso wie das Wasserentnahmeentgelt ist die Verwendung der Abwasserabgabe zweckgebunden und für Maßnahmen zur Erhaltung und Verbesserung der Gewässergüte zu verwenden (§ 13 AbwAG).

Zusätzlich zu diesen Instrumenten werden wasserwirtschaftliche Aufgaben auch unmittelbar aus **öffentlichen Haushaltsmitteln** finanziert – unter anderem durch zahlreiche **Förderprogramme**. Sowohl landesseitig als auch seitens des Bundes und der Europäischen Union sowie seitens der Förderbanken bestehen verschiedene Förderprogramme zur Umsetzung wasserwirtschaftlicher Aufgaben. Welchen Beitrag diese insgesamt leisten, ist aufgrund der Fülle der Programme und deren unterschiedlicher Funktionsweise in der Gesamtschau kaum zu beziffern (FiFo Köln 2025, S. 119).

Das von der Enquetekommission beauftragte Gutachten kritisiert, dass viele Förderprogramme und Berichtspflichten nicht wirksam seien, da sie „weder klar priorisiert noch wirkungsorientiert ausgestaltet“ sind (FiFo Köln 2025, S. 165ff.). Mehrere Stellungnahmen verdeutlichen, dass komplexe Antrags- und Genehmigungsverfahren, parallele Prüfstrukturen sowie personelle Engpässe auf Seiten der Behörden und Maßnahmenträger die Umsetzung von Investitions- und Fördermaßnahmen erheblich verzögern (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025j, S. 10; Bringewat 2025, S. 4; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ao, S. 4).

Erschwerend wirken anhaltend steigende Betriebs- und Baukosten sowie langwierige und komplexe Genehmigungsverfahren und Digitalisierungsdefizite. Seit 2020 ist ein erheblicher Anstieg der Betriebskosten festzustellen. Bedingt durch steigende Energiepreise, höhere Material- und Personalkosten sowie weitere Baupreissteigerungen konstatiert der nordrhein-westfälische Benchmarkingbericht eine Zunahme der bereinigten Gesamtkosten um 24 Prozent zwischen 2020 und 2023. Spiegelbildlich verschlechterte sich der handelsrechtliche Kostengrad in der Branche von stabilen 112-116 Prozent auf 107,4 Prozent im Jahr 2023. Dies führt langfristig zu geringeren (Re-)Investitionsmöglichkeiten. Aus der Branche wird zudem berichtet, dass lange Genehmigungsprozesse zu finanziellen Belastungen führen können. Kostensteigerungen von 15-40 Prozent seien möglich (Heinz 2025, S. 4). Problemverstärkend wirkt in diesem Zusammenhang auch der divergierende Digitalisierungsstand in der Branche. Das nordrhein-westfälische Benchmarking 2024/2025 weist darauf hin, dass Smart-Meter-Infrastrukturen, digitale Netzmodellierung und KI-gestützte Prognosetools bislang nur in einem kleinen Teil der Versorger zum Einsatz kommen und viele Unternehmen weiterhin mit analogen oder teilanalogen Datenstrukturen arbeiten (MUNV 2025c, S. 31ff.).

Das von der Enquetekommission beauftragte Gutachten ist der Ansicht, dass zentrale Datengrundlagen, wie etwa zu Entnahmemengen, Abwassermengen, Kostenparametern oder Anlagenzuständen, unzureichend erhoben werden würden, was eine evidenzbasierte Evaluation erschwert (FiFo Köln 2025, S. 133ff.). Wie oben dargelegt, sind landwirtschaftliche Wasserentnahmen vom Wasserentnahmeentgelt befreit, weshalb die tatsächlich entnommenen Mengen der rund 33.500 Betriebe nicht systematisch erfasst werden und überwiegend auf Selbstauskünften beruhen (vgl. auch Kapitel 3.4). Dabei wird der landwirtschaftliche Anteil an der Gesamtentnahme von rund 5,9 Milliarden Kubikmetern auf lediglich etwa 0,7 Prozent geschätzt und die methodischen Schwierigkeiten bei der Erhebung der Daten wurden diskutiert (vgl. Kapitel 3.4). Darüber hinaus erhöhen zusätzliche Anforderungen im Bereich IT-Sicherheit und Resilienz, insbesondere gegenüber Cyberangriffen, den organisatorischen und finanziellen Aufwand, vor allem für kleinere Versorger (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025o, S. 14).

Basierend auf den beschriebenen Erneuerungsbedarfen sehen verschiedene Studien in den kommenden Jahren einen stark wachsenden Finanzierungsbedarf, der über die bestehenden Finanzierungsinstrumente nicht adäquat abgebildet werden kann. Verschiedene Studien zeigen auf, dass aufgrund der Altersstruktur der Wasserinfrastruktur die Investitionsbedarfe bundesweit absehbar massiv steigen werden. Eine durch den Verband der kommunalen Unternehmen in Auftrag gegebene Studie bspw. beziffert den Investitionsbedarf in der Zeit zwischen 2025 und 2044 deutschlandweit auf insgesamt ca. 800 Mrd. €. Hierbei entfielen 35 Prozent auf die Wasserver- und 65 Prozent auf die Wasserentsorgung. Verglichen mit dem aktuellen Investitionsgeschehen prognostiziert die Studie deshalb, dass die Investitionen im Zeitraum bis 2024 auf ca. 45 Mrd. € jährlich deutschlandweit vervierfacht werden müssten, um dieses Investitionsvolumen zu stemmen (Becker Büttner Held PartGMBB 2025, S. 38ff.). Da die Studie in ihrer Erhebung nicht nach Bundesländern differenziert, liefert sie keine spezifischen Werte für Nordrhein-Westfalen. Unter Anwendung üblicher Verteilungsschlüssel wie des Königsteiner Schlüssels ergäbe sich für Nordrhein-Westfalen jedoch ein Investitionserfordernis in Höhe von ca. 110 Mrd. € – die Hälfte hiervon entfiele auf das Kanalnetz. Heruntergebrochen auf die Jahre von 2025 bis 2034 ergäbe sich in Nordrhein-Westfalen so ein jährlich zu stemmendes Investitionsvolumen in Höhe von ca. 6,3 Mrd. €. Zu beachten ist jedoch, dass aktuell nicht genügend Informationen über den Zustand der wasserwirtschaftlichen Anlagen in Nordrhein-Westfalen vorliegen, um den Investitionsbedarf exakt zu beziffern. Bereits die Gegenüberstellung dieser Investitionsbedarfe mit den Aufkommen aus den bisherigen Finanzierungsinstrumenten macht jedoch bereits deutlich, dass die Erschließung weiterer Finanzierungsquellen künftig notwendig sein wird (FiFo Köln 2025, S. 116–118).

5.4 Auswirkungen des Klimawandels

Die in Kapitel 2.3 dargestellten klimatischen Veränderungen in Nordrhein-Westfalen, insbesondere höhere Temperaturen, längere Trockenperioden, veränderte Niederschlagsmuster sowie die Zunahme von Starkregenereignissen, bilden die naturwissenschaftliche Grundlage für die klimawandelbedingten Auswirkungen auf die Wasserwirtschaft. Diese dort beschriebenen physikalischen Entwicklungen werden in diesem Kapitel nicht wiederholt, sondern als exogene Einflussfaktoren vorausgesetzt und hinsichtlich ihrer finanziellen, infrastrukturellen und organisatorischen Konsequenzen für die Wasserwirtschaft analysiert (vgl. Kapitel 2.3).

Steigende Temperaturen und die damit verbundene Verlängerung der Vegetationsperiode führen zu einer erhöhten Evapotranspiration und einem verstärkten Wasserbedarf insbesondere in den Sommermonaten. Dies kann die Belastung der Versorgungsnetze temporär deutlich erhöhen und zusätzliche Anforderungen an Förderung, Aufbereitung, Speicherkapazitäten und Redundanzen generieren. Die im LANUV-Fachbericht 157 dargestellte Zunahme heißer Tage und die Häufung meteorologischer Trockenphasen verweisen darauf, dass Spitzenlastsituationen künftig häufiger auftreten und länger andauern könnten, was Investitionsbedarfe in den Bereichen Versorgungssicherheit und Netzstabilität nach oben verschiebt (vgl. Kapitel 2.3.3).

Auch die veränderten Niederschlagsregime und die daraus resultierenden Auswirkungen auf die Grundwasserneubildung beeinflussen die Rohwasserverfügbarkeit. Längere Trockenperioden können zu einer Verringerung der Grundwasserneubildung führen und machen zusätzliche Maßnahmen zur Sicherung der Wasserversorgung notwendig, darunter die Erschließung neuer Rohwasserressourcen oder verstärkte Monitoring- und Betriebsanpassungen. Das Gutachten betont, dass bereits heute strukturelle Herausforderungen im Bereich der wasserwirtschaftlichen Kapitalanlagen bestehen und die klimawandelbedingten Veränderungen die Notwendigkeit einer vorausschauenden, resilienten Planung nochmals verstärken (FiFo Köln 2025, S. 82ff.).

Die zunehmende Häufigkeit intensiver Starkregenereignisse wirkt sich in besonderem Maße auf die Abwasserinfrastruktur aus. Ereignisse wie das Starkregen- und Hochwasserereignis 2021 zeigen, dass Kanalisationen, Rückhaltebauwerke und technische Schutzanlagen in Nordrhein-Westfalen hydraulisch stark beansprucht werden und in vielen Fällen an ihre Grenzen stoßen. Dies führt perspektivisch zu steigenden technischen Anpassungen im kommenden Sanierungszyklus an Rückhaltevolumen, Überflutungsschutz, Betriebssteuerung sowie an redundante Strukturen. Die von der Enquetekommission beauftragte Analyse weist darauf hin, dass die Alterung des Kanalnetzes ohnehin ein systemisches Risiko darstellt und klimawandelbedingte Extremniederschläge die bestehende Substanzschwäche erheblich verstärken können (FiFo Köln 2025, S. 113ff.).

Aus diesen klimawandelbedingten Veränderungen ergeben sich sowohl steigende CAPEX- als auch OPEX-Bedarfe[29][30]. Infrastrukturkomponenten wie Leitungen, Behälter, Pumpwerke, Kläranlagen oder Anlagen der Regenwasserbehandlung müssen robuster ausgelegt, modernisiert oder mit zusätzlichen Sicherungs- und Redundanzsystemen ausgestattet werden. Gleichzeitig verstärken die zunehmenden klimatischen Schwankungen die Anforderungen an Datenerhebung, Monitoring und Dokumentation.

Im internationalen Vergleich zeigt sich, dass klimabedingte Schäden und Anpassungskosten bereits heute erhebliche Größenordnungen erreichen. Auswertungen großer Rückversicherer dokumentieren für Industrieländer langfristig steigende Schadenskosten infolge hydrometeorologischer Extremereignisse und internationale Berichte weisen auf weltweit wachsende Anpassungslasten hin (Munich Re 2025; Krishnan et al. 2025). Investitionen sind besser als Nicht-Handeln.

Das von der Enquetekommission beauftragte Gutachten hat zu den wasserbezogenen Klimawandelkosten – jeweils bezogen auf Deutschland und Nordrhein-Westfalen – vor diesem Hintergrund eigene detaillierte Szenarioanalysen durchgeführt. Im Ergebnis zeigt sich, dass auch in Nordrhein-Westfalen bezogen auf den Zeitraum bis zum Jahr 2050 gemessen in der Entwicklung des Bruttoinlandsproduktes umfängliche klimawandelbedingte Schäden auftreten dürften, diese aber durch hinreichende Anpassungsinvestitionen kompensiert werden können (FiFo Köln 2025, S. 109).

Gleichzeitig verdeutlichen die Berechnungen der Forscher jedoch, dass die Haushalte entlang der Einkommensverteilung voraussichtlich unterschiedlich stark von den wasserbezogenen Folgen des Klimawandels betroffen sein dürften. Haushalte in Nordrhein-Westfalen werden demnach bis 2050 voraussichtlich mehr belastet als im Bundesdurchschnitt. Dabei werden Haushalte mit geringeren Einkommen mehr belastet sein als einkommensstärkere Haushalte, da weniger Ressourcen zur Anpassung vorhanden sind. Entsprechend können zielgerichtete Maßnahmen zur Klimafolgenanpassung für Haushalte in Nordrhein-Westfalen einen besonders hohen Nutzen stiften (FiFo Köln 2025, S. 110f.).

29 CAPEX sind Investitionsausgaben für langlebige Güter und Anlagen.

30 OPEX sind die laufende Betriebskosten, die für den täglichen Betrieb erforderlich sind.

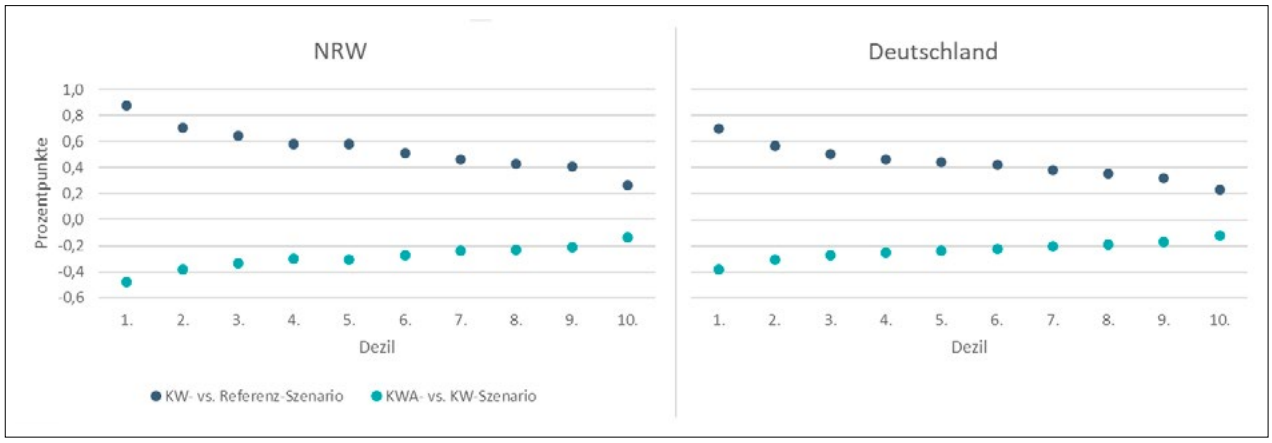


Abbildung 19: Änderung der Konsumanteile für Wohnen und Energie zwischen den Szenarien nach Einkommensdezilen im Jahr 2050 in NRW (links) und Deutschland (rechts) (FiFo Köln 2025, S. 111)

Zur Methode der Szenarioanalyse, zugrundeliegenden Annahmen und den Szenarien gibt das Gutachten detailliert Auskunft.

Die Zusammenschau der vorliegenden Studien zeigt, dass sich die bestehenden strukturellen Herausforderungen der Wasserwirtschaft durch klimatische Veränderungen eher verstärken als relativieren. Bereits ohne Klimawandel weist die VKU/BBH-Investitionsstudie einen bundesweiten Erneuerungsbedarf von rund 800 Mrd. € bis 2044 aus (Becker Büttner Held PartGMBB 2025, S. 38ff.). Das Gutachten der Enquetekommission deutet darauf hin, dass Nordrhein-Westfalen aufgrund seiner hohen Infrastrukturdichte und des überdurchschnittlichen Alters vieler Anlagen einen großen Anteil dieser Investitionen tragen dürfte (FiFo Köln 2025, S. 82ff.). Parallel dokumentiert das NRW-Benchmarking steigende Kosten, sinkende Kostendeckungsgrade und niedrige Reinvestitionsraten, während der Baupreisindex seit 2014 um über 50 Prozent gestiegen ist (MUNV 2025c, S. 21f., 34f.). Die BDEW/DVGW-Pilotstudie ordnet klimawandelinduzierte Zusatzinvestitionen in der Wasserwirtschaft in einer Größenordnung von etwa 7-30 Prozent ein, abhängig von Standort, Netzstruktur und Versorgungsaufgabe (BDEW und DVGW 2025).

Insgesamt deutet die Abwägung der vorhandenen wissenschaftlichen Befunde darauf hin, dass die klimatischen Entwicklungen die bestehenden finanzwirtschaftlichen, infrastrukturellen und organisatorischen Herausforderungen der Wasserwirtschaft Nordrhein-Westfalens nicht grundlegend verändern, aber erheblich verstärken könnten. Klimawandelbedingte Belastungen wirken dabei weniger als eigenständiger Kostentreiber, sondern müssen bei einer ohnehin stattfindenden Sanierung eingepreist werden, insbesondere im Hinblick auf steigende Kosten und komplexere Verfahren. Entsprechend kann eine langfristige Sicherung der wasserwirtschaftlichen Funktions- und Versorgungssicherheit nur durch eine frühzeitige, systematische und resiliente Anpassung der Planung, Bewirtschaftung und Investitionsstrategien gewährleistet werden, die sowohl die klimatischen als auch die strukturellen Entwicklungen berücksichtigt. Diese Einschätzung wird durch die makroökonomischen Modellierungen des von der Enquetekommission beauftragen Gutachtens eindrücklich

bestätigt. Die Studie prognostiziert bis 2050 klimawandelbedingte Schäden von rund 400 Mrd. € für Deutschland, davon etwa 20 Prozent allein in Nordrhein-Westfalen. Besonders betroffen sind die Wasserwirtschaft, Landwirtschaft und nachgelagerte Sektoren. Das Gutachten zeigt zugleich, dass Investitionen in Klimaanpassung die Schäden signifikant reduzieren und Verteilungseffekte zugunsten einkommensschwächerer Haushalte abmildern (FiFo Köln 2025, S. 9f., 93ff.).

Angesichts des dargestellten Investitionsvolumens, der steigenden Kosten und der klimawandelbedingten Mehrbedarfe ist klar, dass das Bundesland die Investitionslücke weder realistisch noch nachhaltig allein über Haushaltsmittel schließen kann. Entscheidend ist daher die Beseitigung struktureller Kosten- und Vollzugshemmnisse sowie die Mobilisierung europäischer und privater Finanzierungsquellen. Der Reformpfad zielt deshalb auf Systemmodernisierung statt bloßer Mittelaufstockung.

5.5 Reformoptionen für eine resiliente Wasserfinanzierung

Die Analyse der vorliegenden Studien, Gutachten und Stellungnahmen zeigt, dass die strukturellen Herausforderungen der Wasserwirtschaft Nordrhein-Westfalens nicht ausschließlich auf fehlende Mittel, sondern auf eine Kombination aus veralteter Infrastruktur, komplexen Vollzugsstrukturen, unzureichenden Datenkapazitäten und steigenden externen Belastungsfaktoren zurückzuführen sind. Das von der Enquetekommission beauftragte Gutachten betont, dass Nordrhein-Westfalen aufgrund seiner hohen Infrastrukturdichte, seines überdurchschnittlichen Anlagenalters und seiner urban industriellen Struktur einen deutlich höheren Erneuerungsbedarf trägt als andere Regionen (FiFo Köln 2025, S. 82ff.). Vor diesem Hintergrund ist eine Gesamtstrategie erforderlich, die Governance, Finanzierung, Digitalisierung und Klimaanpassung systematisch verzahnt.

5.5.1 Governance und Verfahrensmodernisierung

Zahlreiche Sachverständige bestätigen, dass parallele Prüfstrukturen, fehlende Fristen, divergierende Zuständigkeiten und umfangreiche Nachforderungen zu erheblichen Projektverzögerungen führen. So berichten Unternehmen von Doppelprüfungen und mehrfach einzureichenden Unterlagen, fehlenden Bearbeitungsfristen und abgestimmten Verfahren sowie unterschiedlichen behördlichen Standards und Datengrundlagen, die intensive Abstimmungen erforderlich machen (Bringewat 2025, S. 6ff.; Beek 2025b, 2ff.; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025j, S. 2ff., 7f., 18f., 25f.). Genehmigungen werden wiederholt als „Nadelöhr“ für Investitionen beschrieben (Bringewat 2025, S. 1). Ein dokumentierter Fall zeigt zudem, dass sich die Gesamtkosten einer Großmaßnahme um über 40 Prozent erhöhten, weil sich das Genehmigungsverfahren von fünf auf zehn Jahre verlängerte (Heinz 2025, S. 4). Weitere Sachverständige berichten von Planfeststellungsverfahren, die sich über zehn Jahre hinzogen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025j, S. 12).

5.5.2 Finanzierungsarchitektur und Investitionspriorisierung

Zur Begegnung der beschriebenen Herausforderungen und der daraus resultierenden Anpassungserfordernisse sowie der weiteren beschriebenen Investitionserfordernisse sind Anpassungen der Finanzierungsstrukturen und -instrumente wasserwirtschaftlicher Aufgaben erforderlich. Ausgehend von den in Unterkapitel 5.3 beschriebenen bisherigen Finanzierungsstrukturen formuliert dieses Unterkapitel daher Erwägungen zu möglichen Anpassungen sowie daran anschließend zu neuen Finanzierungsinstrumenten.

Die nordrhein-westfälische Wasserwirtschaft ist auch in einen europäischen Steuerungsrahmen eingebettet. Es ist daher insbesondere im Hinblick auf die Mobilisierung weiterer Finanzmittel zur Bewältigung der anfallenden Investitions- und Erneuerungsbedarfe sinnvoll, die nordrhein-westfälische Wasserpolitik EU-anschlussfähig auszugestalten. Anknüpfungspunkte könnten hierbei insbesondere EIB-Programme und die EU-Kohäsionspolitik darstellen. So ermöglicht die Halbzeit-Überprüfung der Kohäsionspolitik bis zu 100 Prozent EU-Kofinanzierung und 30 Prozent Vorfinanzierung für Wasserresilienz-Investitionen (Europäische Kommission 2025, S. 17f.). Für Nordrhein-Westfalen kann das bedeuten, dass die NRW.BANK bzw. ein Landesfonds als Ko-Finanzierungsdrehscheibe dienen könnte, um EIB-Mittel und Kohäsionsgelder mit landeseigenen, wirkungsorientierten Sammelbudgets zu koppeln. Damit ließen sich schnell wirksame „Plug-and-Play"-Pakete (Leckagereduktion, Netzmodernisierung, digitale Instrumente) zügig skalieren (Europäische Kommission 2025, S. 18).

Ausgehend von der bisherigen Finanzierungsstruktur ist nach Auffassung des von der Enquetekommission beauftragten Gutachtens eine Anpassung des Wasserentnahmeentgelts naheliegend. Hier sieht das Gutachten mehrere Ansatzpunkte: Erstens verweist es darauf, dass angesichts steigender Nutzungs- und Anpassungsanforderungen die kontinuierliche Evaluierung des Wasserentnahmeentgelts an Bedeutung gewinnt. Um seine Wirkungen sowie die Wirkung von Anpassungen beurteilen zu können, sei bspw. Begleitforschung hilfreich. Zweitens empfehlen sie angesichts der beschrieben langjährig ausgebliebenen Anpassung des Abgabensatzes diesen anzupassen. Durch eine Berücksichtigung der Preisentwicklung könne auch zukünftig sichergestellt werden, dass die Lenkungs- und Anreizwirkung wieder hergestellt und gewährleistet werde. Drittens könnten durch eine weitere Stärkung der Zweckbindung die ökonomische Konsistenz des Instruments wie auch die Akzeptanz des Instruments gesteigert werden (FiFo Köln 2025, S. 135–144).

Gleichläufige Vorschläge formuliert das von der Enquetekommission beauftragte Gutachten im Hinblick auf eine Anpassung der Abwasserabgabe. Erstens empfehlen die Gutachter zur Erreichung der mit der Abgabe angestrebten Lenkungswirkung eine nachholende Inflationsangleichung des Abgabensatzes. In diesem Zusammenhang empfehlen sie auch hier die Schaffung eines Mechanismus, der die Nachvollziehung der Preisentwicklung auch zukünftig gewährleisten kann. Zweitens

empfehlen sie, die bisherige Orientierung der Abgabenfestsetzung an pauschalierten Schmutzwasserkontingenten zugunsten einer Festsetzung anhand der realen Abwassermengen zu überarbeiten und die hierfür notwendigen Voraussetzungen zu schaffen. Drittens verweist das Gutachten auf die bereits länger bestehende Diskussion zur Berücksichtigung von Indirekteinleitern. Bislang werden Indirekteinleiter nur mittelbar über die Abwassergebühren an der Abwasserabgabe beteiligt. Über eine Indirekteinleiterabgabe für gewerbliche Indirekteinleiter könne diese Belastungsungleichheit zur Stärkung der Verursachergerechtigkeit adressiert werden. Viertens verweisen die Gutachter zur Stärkung der Verursachergerechtigkeit zudem auf die Möglichkeit, die Transparenz über die Mittelverwendung aus der Abgabe durch Berichte zu erhöhen und die im Gesetz vorgesehenen Verrechnungsmöglichkeiten im Hinblick auf eine weitere Stärkung der Wirkungsorientierung zu überarbeiten (FiFo Köln 2025, S. 144–148). Anzumerken ist jedoch, dass all diese Vorschläge einer Gesamtbetrachtung zu unterziehen sind und aufeinander abgestimmt werden müssen: Da sich die Abgabe aus dem Produkt von Abwassermenge und Schadstoffkonzentration berechnet, führen bereits erzielte Reinigungsleistungen (saubereres Einleitungswasser) bspw. nicht zu einer intendierten Entlastung, wenn der Abgabensatz inflationsbedingt pauschal angehoben wird. Eine Novellierung, die Betriebe trotz nachgewiesener Investitionen in die Abwasserqualität mit steigenden Abgaben belastet, könnte den Lenkungseffekt schwächen, den das Instrument ursprünglich bezweckt.

Die im Vorangegangenen festgestellten Investitionserfordernisse lassen nach Auffassung des von der Enquetekommission beauftragten Gutachtens erwarten, dass auch Anpassungen der Trinkwasserentgelte und Abwassergebühren erforderlich sein werden. Die bereits genannte vom Verband der kommunalen Unternehmen beauftragte Studie geht davon aus, dass – ohne weitere kostendämpfende Maßnahmen – aufgrund der notwendigen Investitionen im Durchschnitt mit einer Verdopplung der Wasserkosten für die privaten Haushalte zu rechnen ist. Die Gutachter geben daher zu bedenken, dass deutliche Erhöhungen der Wasserpreise insbesondere für Haushalte mit kleinem oder mittlerem Einkommen belastend sein können. Sie empfehlen daher, obgleich voraussetzungsreich, Tarifmodelle, die dem Rechnung tragen können (FiFo Köln 2025, S. 151–153, 155-161).

Mit der kommunalen Abwasserrichtlinie 2024/3019/EU, die bis 2027 in nationales Recht umzusetzen ist, wird vorgegeben, dass Kläranlagen ab definierten Ausbaugrößen stufenweise um eine vierte Reinigungsstufe ergänzt werden müssen. Ziel ist es, Spurenstoffe, etwa Rückstände von Arzneimitteln, wirksam aus kommunalem Abwasser auf ein technisch mögliches und wirtschaftlich vertretbares Maß zu reduzieren. Für die Finanzierung dieser zusätzlichen Reinigungsleistung verankern die Artikel 9 und 10 verbindlich die Erweiterte Herstellerverantwortung (Extended Producer Responsibility, EPR). Deren Konkretisierung bspw. durch eine Arzneimittelabgabe wird aktuell auf Bundesebene erarbeitet, da ansonsten, dem Verursacherprinzip widersprechend, die Kosten über die kommunalen Abwassergebühren finanziert werden müssten. Dabei ist vorgesehen, dass die erwartbaren Kosten für Anpassungen von jährlich 1,56 Milliarden EU-weit durch die Erweiterte Herstellungsverantwortung und damit bestimmte Industriezweige getragen werden (Europäische

Kommission 2025). In Deutschland werden Kosten von 9 Milliarden Euro bis 2045 erwartet. Davon sollen mind. 80 Prozent durch die betroffenen Industriezweige getragen werden. Daraus resultierende mögliche Preiseffekte bei Medikamenten, weiteren Pharmaprodukten und Kosmetika sowie mögliche Auswirkungen auf den Wirtschaftsstandort bleiben nach der Umsetzung der Richtlinie auf Bundesebene abzuwarten. Diese Preiseffekte würden erwartungsgemäß nicht durch die Industrie getragen werden, sondern an den Konsumenten weitergegeben werden. Dies könnte im Bereich der Pharmaindustrie bedeuten, dass Medikamente teurer und die Krankenkasse mehr belastet würden einhergehend mit sozialen Implikationen.

Im Hinblick auf die Förderstrukturen im Bereich der Wasserwirtschaft kommt das von der Enquetekommission beauftragte Gutachten zu der Folgerung, dass Programme oftmals kleinteilig und administrativ anspruchsvoll ausgestaltet seien. Insbesondere bei EU-Förderungen bestehe das Problem, dass diese aufgrund ihres hohen Verwaltungsaufwands nur sporadisch abgerufen werden (Friedrich 2025, S. 5). Eine stringente und zielgerichtete Anpassung der Förderstrukturen, die alle möglichen Maßnahmenträger als Antragsberechtigte berücksichtigt, wäre daher eine sinnvolle Option zur Anpassung der Finanzierungsstrukturen. Hierbei könnte, wie im von der Enquetekommission beauftragten Gutachten vorgeschlagen, ein besonderes Augenmerk auf die Fokussierung auf wenige, flexible Förderbudgets statt vieler kleinteiliger Programme gelegt werden (FiFo Köln 2025, S. 165ff.).

Eine weitere Handlungsoption in Bezug auf eine Anpassung der Förderstrukturen besteht nach Auffassung des von der Enquetekommission beauftragten Gutachtens in einer weiteren Stärkung der Einbindung der NRW.BANK als landeseigener Förderbank. Die NRW.BANK unterhält bereits verschiedene wasserwirtschaftlich ausgerichtete Förderprogramme. Sie könne nach Vorschlag des Gutachtens darüber hinaus jedoch weiterhin langfristige Kredite bündeln, so Risikoaufschläge senken und dadurch Finanzierungslasten verringern. Als Vorbild könne hierbei die auf wasserwirtschaftliche Aufgaben spezialisierte niederländische Waterboards Bank dienen. Das Gutachten betont in diesem Zusammenhang, dass Deutschland bislang keine vergleichbare Institution besitze und empfiehlt daher die Prüfung eines landesweiten Investitionsfonds oder einer spezialisierten Bankstruktur (FiFo Köln 2025, S. 125ff.).

Mit Blick auf die vielfältigen wasserwirtschaftlichen Aufgaben der Kommunen bspw. im Bereich der Abwasserentsorgung oder im Hochwasserschutz ist eine zielgerichtete Stärkung der kommunalen Finanzkraft auch jenseits von Förderprogrammen eine sinnvolle Handlungsoption. Das von der Enquetekommission beauftragte Gutachten diskutiert hierzu verschiedene Instrumente wie das vom Deutschen Städtetag entwickelte Konzept eines wirkungsorientierten Förderbudgets, dessen Kern es ist, den Kommunen für einen bestimmten Zeitraum im Rahmen eines nach Wirkung evaluierten Maßnahmenkatalogs Pauschalförderungen bei wasserwirtschaftlichen Maßnahmen zur Verfügung

zu stellen, womit sich Bürokratie abbauen ließe und zugleich die kommunale Selbstverwaltungsautonomie bei strikter Wirkungsorientierung gewahrt bliebe (FiFo Köln 2025, S. 122f.).

Zudem weisen die Gutachter auf eine aus ihrer Sicht fehlende Priorisierung, eine begrenzte Wirkungsorientierung sowie eine hohe administrative Komplexität hin (FiFo Köln 2025, S. 165ff.). Mehrere Sachverständige legten gegenüber der Kommission darüber hinaus dar, dass komplexe Antrags- und Genehmigungsverfahren, parallele Prüfstrukturen sowie personelle Engpässe auf Seiten der Behörden und Maßnahmenträger die Umsetzung von Investitions- und Fördermaßnahmen erheblich verzögern können (Landtag Nordrhein-Westfalen 2025j, S. 10; Bringewat 2025, S. 4; Landtag Nordrhein-Westfalen 2025ao, S. 4).

Kapitel 3.3 hat die Komplexität der Aufgaben- und Finanzierungsstrukturen im Bereich des Schutzes vor Hochwasser und Starkregen deutlich gemacht. Anpassungen der Finanzierungsstrukturen müssen dieser Komplexität Rechnung tragen. Das von der Enquetekommission beauftragte Gutachten betont hierbei angesichts zunehmender, schadensintensiverer Ereignisse noch einmal „die steigende Bedeutung präventiver Maßnahmen“ (FiFo Köln 2025, S. 94ff.). Dies gilt umso mehr, da präventive Maßnahmen wie Retentionsmaßnahmen und Schwammstadtprinzipien langfristig günstiger sind als rein reaktive Hochwasserschutzmaßnahmen.

Im Hinblick auf die hierzu notwendigen Finanzierungsinstrumente ist zwischen Instrumenten, die der Finanzierung von Vorbeugungs- und Schutzmaßnahmen dienen, sowie Instrumenten, die die Regulierung von Schäden in Folge von Hochwasser- und Starkregenereignissen zur Aufgabe haben, zu unterscheiden. Zu Letzteren hat sich das von der Enquetekommission beauftragte Gutachten insbesondere mit indexbasierten bzw. parametrischen Versicherungsmodellen auseinandergesetzt. Diese zeichnen sich dadurch aus, dass Auszahlungen regelgebunden bei Eintreten eines vordefinierten Ereignisses erfolgen, wodurch langwierige Schadensprüfungen entfallen und Kommunen sowie private Betroffene schneller entschädigt werden. Auf diese Weise könnten sie ein geeignetes Instrument sein, um die Regulierung von Hochwasserschäden zu vereinfachen (FiFo Köln 2025, S. 164ff.).

Im Bereich der Finanzierung von präventiven Hochwasserschutzmaßnahmen ist wiederum festzuhalten, dass – unabhängig vom gewählten Finanzierungsinstrument – ein Aufwuchs der zur Verfügung stehenden Mittel geboten und mit Blick auf die Begrenzung öffentlicher Mittel entsprechend zu priorisieren ist. In Kapitel 3.3 wurde bereits festgehalten, dass trotz verschiedener bestehender Förderinstrumente sowie ergänzender kommunaler Mittel absehbar eine Diskrepanz zwischen Investitionsbedarf und verfügbaren Mittel bestehen wird. Das von der Enquetekommission beauftragte Gutachten formuliert vor diesem Hintergrund die Empfehlung, zusätzliche Finanzmittel zur Verfügung zu stellen (FiFo Köln 2025, S. 194). Mehrere Sachverständige betonen angesichts begrenzter öffentlicher Haushaltsmittel jedoch zugleich die Notwendigkeit, dass Finanzierungsbedarfe auf Grundlage risikobasierter Hochwasserschutzkonzepte zu identifizieren sind und dass Hochwasser-

schutzmaßnahmen im planerischen und genehmigungsrechtlichen Kontext stärker priorisiert werden sollten (Schüttrumpf 2025, S. 19). Ein Instrument, um beide Ziele zu erreichen und zugleich die Verursachergerechtigkeit der Finanzierung zu stärken, könnte daher darin bestehen, den Klima- und Transformationsfonds auf Bundesebene auch für die Finanzierung von Maßnahmen des Hochwasserschutzes sowie weitere wasserwirtschaftliche Aufgaben zu öffnen.

5.5.3 Folgerungen

Die vorangegangenen Überlegungen machen deutlich, dass die erfolgreiche Umsetzung der in der nordrhein-westfälischen Wasserwirtschaft erforderlichen Anpassungen auch eine Finanzierungsfrage ist. Die zu Erhalt, Modernisierung und Anpassung der wasserwirtschaftlichen Infrastruktur gebotenen Investitionen machen unter anderem die Mobilisierung weiterer Finanzmittel notwendig. Die bisherigen Finanzierungsinstrumente allein werden angesichts steigender Baukosten und klimawandelbedingter Mehrbedarfe nicht genügen, um die benötigen Finanzmittel zur Verfügung zu stellen. Die aktuelle Finanzierungsstruktur sollte daher zur Verbesserung und Wiederherstellung ihrer Lenkungs- und Anreizwirkung angepasst werden, zugleich ist jedoch die Entwicklung neuer Finanzierungsinstrumente erforderlich. Bei allen Anpassungen ist eine unausgewogene Belastung der Haushalte und Unternehmen unbedingt zu vermeiden.

Gleichzeitig erschöpfen sich die erforderlichen Anpassungen nicht mit der Bereitstellung weiterer Finanzmittel. Wie in den verschiedenen thematischen Kapiteln deutlich wird, ist eine Verfahrens- und Strukturmodernisierung unabdingbar – insbesondere in den Bereichen Datenerhebung und datenbasierte Verfahren sowie in Bezug auf Planungs- und Genehmigungsverfahren. Hierdurch können umfängliche Effizienzgewinne gehoben werden. Zudem wäre ohne eine Verfahrens- und Strukturmodernisierung nicht auszuschließen, dass ein großer Teil zusätzlicher Mittel in vermeidbaren Prozessen, wie Schleifen und Doppelprüfungen, wirkungslos verpuffen könnte. Hierzu wurden daher bereits insbesondere in den Kapiteln 3 und 4 Handlungsoptionen diskutiert.

6. Handlungsempfehlungen

Aus der vorangegangenen Analyse und Bestandsaufnahme auf Basis zahlreicher Gespräche, Anhörungen und Stellungnahmen von Sachverständigen und weiteren Akteuren entwickelte die Enquetekommission folgende Handlungsempfehlungen:

Übergreifende Handlungsempfehlungen

1 **Landesregierung**

Die Enquetekommission empfiehlt, die bestehenden Wasserversorgungskonzepte der verantwortlichen Kommunen zu einem landesweiten digitalen Wasserversorgungskonzept zusammenzuführen.

Das Konzept sollte die bestehenden Strukturen systematisch erfassen und der langfristigen Sicherstellung der ortsnahen Wasserversorgung in Nordrhein-Westfalen im Sinne des § 50 Abs. 2 WHG dienen. Eine digitale Plattform, die mittels digitaler Sensorik (Grund-) Wasserspiegel transparent macht, ist dabei empfehlenswert.

2 **Alle**

Die Enquetekommission empfiehlt, dass die öffentliche Trinkwasserversorgung als Bestandteil der Daseinsvorsorge weiterhin höchste Priorität besitzen muss.

Alle wasserwirtschaftlichen, genehmigungsrechtlichen und raumplanerischen Entscheidungen müssen sich daran ausrichten, die langfristige Sicherstellung einer qualitativ hochwertigen und quantitativ ausreichenden Versorgung mit Trinkwasser zu gewährleisten.

3 **Bund, Land, Behörden**

Die Enquetekommission empfiehlt, Akteure zu ermutigen, Pilotprojekte zur Klimaanpassung in enger Kooperation von Behörden und Wasserwirtschaft zu initiieren und umzusetzen. Ziel ist es, schnell erste Lösungen zu erproben und Best-Practice-Berichte als Umsetzungsbeispiele bereitzustellen.

4	**Land**	Die Enquetekommission empfiehlt, den finanziellen Aufwand für Maßnahmen des Klimaschutzes und Klimafolgenanpassung in NRW realistisch zu ermitteln, um auf dieser Grundlage neben bestehenden Mitteln zusätzlich Förderung von Bund und EU zu erlangen.
5	**Land**	Die Enquetekommission empfiehlt, Investitionen in die Digitalisierung der Wasserwirtschaft gezielt weiter auszubauen, insbesondere zur Verbesserung von Wasserverbrauchsprognosen, Hochwasserwarnsystemen, Talsperrenmanagement, Abwasserentsorgung und Grundwassermonitoring bei gleichzeitiger besonderer Berücksichtigung der Anforderungen kleinerer wasserwirtschaftlicher Akteure sowie des Themenkomplexes Cybersicherheit. Kritische digitale Einrichtungen sind redundant auszulegen, um die Resilienz wasserwirtschaftlicher Strukturen zu gewährleisten.
6	**Land**	Die Enquetekommission empfiehlt, neben technischer und wirtschaftswissenschaftlicher Forschung auch sozialwissenschaftliche Forschung zu wasserwirtschaftlichen und wasserpolitischen Fragestellungen zu fördern.
7	**Landesregierung, Bund (Baugesetzbuch), BMUKN, MUNV, Kommunen, Wasserverbände**	Die Enquetekommission empfiehlt, die Prinzipien von Schwammlandschaften und -städten als planerisches Ziel festzuschreiben und durch ein entsprechendes Landesprogramm zu fördern. Die wassersensible und klimaangepasste Siedlungsentwicklung ist als verbindliches Leitprinzip in der Bauleitplanung und Stadtentwicklung zu verankern. Starkregengefahrenkarten, Notabflusswege und die Anforderungen einer schadlosen Wasserführung sind verbindlich in die Planung von Quartieren, Straßen und öffentlichen Räumen einzubeziehen. Die dezentrale Regenwasserbewirtschaftung ist systematisch nach den Prinzipien der wassersensiblen Stadtentwicklung auszubauen. Hierzu gehören eine Kombination aus Retentionsmaßnahmen, Entsiegelung, Trennsystem, Notwasserwegen und intelligenter Steuerung.

		Wir empfehlen die Anpassung der Bemessungsgrundlagen an veränderte Niederschlagsmuster und die Klärung von Zuständigkeiten und Finanzierung. Die multifunktionale Nutzung öffentlicher Flächen sollte gezielt ermöglicht und gefördert werden, um Synergien zwischen Klima-, Wasser- und Freiraumfunktionen zu schaffen.
8	**Landesregierung/ MUNV/LANUK**	Die Enquetekommission empfiehlt, den Auf- und Ausbau einer landesweiten transparenten zentralen Datenplattform zur Erfassung wasserwirtschaftlicher Daten (u.a. Grundwasser, Speicherdaten, Qualitätsparameter) als Grundlage einer Wasserbilanz.
9	**Gesellschaft**	Die Enquetekommission empfiehlt, Klimaschutz und Klimaanpassung als zentrale und miteinander verknüpfte Voraussetzungen für eine langfristig resiliente Wasserwirtschaft zu stärken. Die Begrenzung der Erderwärmung ist wesentlich für die Sicherung der Wasserverfügbarkeit, die Verringerung klimabedingter Extremereignisse und die langfristige Stabilität natürlicher Lebensgrundlagen und gesellschaftlicher Infrastrukturen.
10	**Gesellschaft**	Die Enquetekommission empfiehlt, den Umgang mit Wasser landesweit als zentrale Zukunfts- und Vorsorgefrage zu begreifen und entsprechend zu behandeln. Wasserpolitik sollte nicht als Umwelt- oder Nischenthema verstanden werden, sondern als gesamtgesellschaftliche Aufgabe, die Gesundheit, Sicherheit, sozialen Zusammenhalt und wirtschaftliche Stabilität gleichermaßen betrifft.
11	**Entscheidungsträger**	Die Enquetekommission empfiehlt, Risiken, Zielkonflikte und politische Entscheidungen im Wasserbereich transparent zu kommunizieren, um Vertrauen und Nachvollziehbarkeit zu stärken. Sie spricht sich dafür aus, die gesellschaftliche Wasser- und Risikokompetenz gezielt zu fördern und damit ein besseres Verständnis für Vorsorge- und Anpassungsnotwendigkeiten zu schaffen.

12	**Landesregierung, Bund, EU, MUNV, BMEL, MLV, MWIKE**	Die Enquetekommission empfiehlt, die Mikroschadstoffstrategie des Landes zur weiteren Reduktion von Mikroschadstoffen/Spurenstoffen kontinuierlich weiterzuentwickeln. Dazu ist aus Vorsorgegründen die Vermeidung und Substitution problematischer Stoffe gegenüber End-of-Pipe-Lösungen zu priorisieren und gewässerschonende Anbausysteme zu fördern. Ein besonderer Fokus ist auf Einzugsgebiete der Wassergewinnungsanlagen sowie Gewässer in Niedrigwasserphasen zu legen.
13	**Landesregierung, Kommunen**	Die Enquetekommission empfiehlt, die Stärkung interkommunaler Kooperationen und Verbundlösungen, um Know-how, Planungs- und Betriebskapazitäten zu bündeln.
14	**Landesregierung**	Die Enquetekommission empfiehlt, eine Fachkräfteoffensive für Wasserwirtschaft und wasserbezogene Technologien aufzulegen, die Aus- und Weiterbildungsprogramme modernisiert, neue duale Studiengänge fördert und Unternehmen gezielt unterstützt.

Grundlagen

Wasserwirtschaft in Nordrhein-Westfalen

15	**Land**	Die Enquetekommission empfiehlt, das wasserwirtschaftliche Management der sondergesetzlichen Wasserverbände, dort wo dies förderlich ist und unter Einvernehmlichkeit der betroffenen Akteure, auf die gesamten jeweiligen Flusseinzugsgebiete zu erweitern, und ihnen zu ermöglichen, auf Wunsch ihrer Mitglieder, die Umsetzung weiterer Infrastrukturvorhaben ausführen zu dürfen. So können überholte Prozesse an moderne Anforderungen angepasst werden, Verantwortlichkeiten eindeutiger geregelt und Effizienzgewinne realisiert werden.
16	**Land**	Die Enquetekommission empfiehlt, geeignete Regularien und Anreize zu schaffen, um Wasserwirtschaft und grün-blaue Infrastrukturbedarfe in Siedlungsbereichen möglichst aus einer Hand zu realisieren.

17	**Land, Kommunen**	Die Enquetekommission empfiehlt, unter Einbeziehung der betroffenen Akteure zu prüfen, wo, insbesondere im ländlichen Raum, den Flusseinzugsgebieten folgend neue sondergesetzliche Wasserverbände gegründet werden können, der Zusammenschluss kleinerer wasserwirtschaftlicher Verbände gefördert werden kann sowie bestehende sondergesetzliche Verbände erweitert werden können, um Hindernisse bei der Umsetzung der WRRL oder Sanierung/Modernisierung der Infrastruktur zu beseitigen, Verantwortlichkeiten zu bündeln, Verfahren zu beschleunigen und Skaleneffekte zu realisieren.
18	**Land**	Die Enquetekommission empfiehlt, die Handlungsfähigkeit der Wasserwirtschaft langfristig zu sichern und zukunftsfähig aufzustellen, indem in Zusammenarbeit mit den wasserwirtschaftlichen Akteuren gezielt Maßnahmen zur Gewinnung, Qualifizierung, Sicherung und der vereinfachten Anerkennung und Integration von Fachkräften umgesetzt werden. Es sollen insbesondere Aus- und Weiterbildungsprogramme modernisiert, Verfahren vereinfacht, Unternehmen und Bildungsträger gezielt unterstützt und Förderinstrumente zur Fachkräfteanwerbung weiterentwickelt werden.
19	**Land, Kommunen**	Die Enquetekommission empfiehlt, den Infrastrukturerhalt der öffentlichen Abwasserentsorgung durch eine beschleunigte und systematisch nach Bedarf priorisierte Sanierung der Kanalnetze sicherzustellen. Angesichts des hohen Anteils sanierungsbedürftiger Abwasserkanäle und der derzeit unzureichenden Sanierungsquote sind bestehende Strategien und Umsetzungsinstrumente weiterzuentwickeln, um den Substanzerhalt langfristig zu gewährleisten.
20	**Landesregierung**	Die Enquetekommission empfiehlt, ein digitales Resilienz-Dashboard für die Wasserwirtschaft aufzubauen, welches verfügbare Echtzeitdaten und Notfallkapazitäten integriert, um schnelle Entscheidungen und effiziente Ressourcensteuerung zu ermöglichen. Der Zugang zu sicherheitskritischen Daten sollte nur bei berechtigtem Interesse gewährt werden.

Klimawandel in Nordrhein-Westfalen

21	**Landesregierung**	Die Enquetekommission empfiehlt, regionale Notfallpläne für Dürre und Hochwasser mit klaren Zuständigkeiten, automatisierten Alarmierungsprozessen und digitaler Vernetzung der Akteure zu entwickeln, um die Handlungsfähigkeit bei Extremwetterereignissen zu sichern, wobei kritische und sensible Einrichtungen besonders zu berücksichtigen sind.

Handlungsfelder

Ökosysteme

22	**Land**	Die Enquetekommission empfiehlt, landesweit Maßnahmen, die die Flächenknappheit in NRW berücksichtigen, zur Stabilisierung des Landschaftswasserhaushalts zu fördern. Es sollte geprüft werden, welche technischen oder naturnahen Maßnahmen lokal geeignet sind.
23	**Land**	Die Enquetekommission empfiehlt, zur Sicherung des Flächenzugriffs das bestehende Vorkaufsrecht nach § 99a Wasserhaushaltsgesetz konsequent und im Bedarfsfall anzuwenden und ein digitales, landesweit einheitliches Informations- und Anzeigeverfahren aufzubauen, das sich an bestehenden Systemen zur Sicherung von Naturschutzflächen orientiert (VO-KAR) und einen frühzeitigen, rechtssicheren Zugriff auf relevante Flächen ermöglicht.
24	**Land, Bezirksregierung, Kommunen**	Die Enquetekommission empfiehlt, auf allen relevanten Planungsebenen – insbesondere auf Ebene der Landes- Regional- und Kommunalplanung, der Bezirksregierungen und der Kommunen – Planungsinstrumente weiterzuentwickeln, die eine multifunktionale Nutzung von Flächen ermöglichen. Zudem wird empfohlen, dass Fließgewässer, unter der Voraussetzung vorhandener Flächenverfügbarkeit, mehr Raum für eine eigendynamische Entwicklung erhalten, beispielsweise durch eine Reaktivierung von Auen.

Dabei sollen Flächen so geplant und ausgewiesen werden, dass unterschiedliche Nutzungen in Abhängigkeit von zeitlich oder ereignisbezogen wechselnden Zuständen rechtssicher abgebildet werden können (z.B. Flussauen). Es ist dabei sicherzustellen, dass übergreifende Schutzgebiete, die eine ökologische kritische Schwelle darstellen, besonderer Fokus zuteilwird.

Die Enquetekommission empfiehlt hierbei ausdrücklich, im Zuge der Einführung solcher multikodierten Flächen frühzeitig klare Regelungen zu Haftungs-, Entschädigungs- und Nutzungskonflikten zu treffen, um Rechtssicherheit für Eigentümer, Bewirtschafter und öffentliche Akteure zu gewährleisten.

25 Land, Bund

Die Enquetekommission empfiehlt, zu prüfen, ob und wie das bestehende Ökopunktesystem weiterentwickelbar ist, mit dem Ziel ökologische Ausgleichsleistungen nicht ausschließlich bei vollständig eigenfinanzierten Maßnahmen zu berücksichtigen.

Ökopunkte könnten so künftig auch dann angerechnet werden, wenn Maßnahmen im Rahmen von Förderprogrammen oder Mischfinanzierungen umgesetzt werden, sofern sie nachweislich zu einer ökologischen Aufwertung beitragen. Ziel ist es, Anreize für die Umsetzung wirksamer Maßnahmen zu erhöhen und die Bündelung unterschiedlicher Finanzierungsquellen nicht zu benachteiligen.

26 Landesregierung

Die Enquetekommission empfiehlt, eine landesweite Renaturierungsoffensive in Synergie zur WRRL durchzuführen. Dafür sollte geprüft werden, wie erforderliche Flächen gesichert werden können. Konflikte FFH vers. WRRL müssen aufgelöst werden.

27 Landesregierung

Die Enquetekommission empfiehlt, obsolete Querbauwerke prioritär zurückzubauen und das bestehende Landesprogramm dafür besser auszustatten.

28 Landesregierung

Die Enquetekommission empfiehlt, wo sinnvoll, vernetzte Schutzgebiete/Biotopverbunde zu schaffen bzw. zu stärken.

29	**Landesregierung**	Die Enquetekommission empfiehlt, Maßnahmen zu entwickeln, um die Landschaft, Gewässer und Ökosysteme möglichst kühl und feucht zu halten – ggf. in Synergie zu Maßnahmen zur Herstellung der Durchgängigkeit, zur Weiterentwicklung des Biotopverbundes und einer Renaturierungsoffensive.
30	**Landesregierung / LEP / Regionalpläne / Landschaftspläne / Kommunen**	Die Enquetekommission empfiehlt, die bewährte Landschaftsplanung durch eine strategische Ökosystementwicklungsplanung zu stärken und diese in Klimaanpassungsstrategien, wo sinnvoll, zu integrieren.

Trink- und Brauchwasserversorgung

31	**Bund, Land**	Die Enquetekommission empfiehlt, die Resilienz der öffentlichen Wasserversorgung mit klaren Planungsvorgaben und Risikoanalysen zu stärken. Zielführend sind beispielsweise redundante Infrastrukturen (z. B. Speicher, Pumpwerke, Transportleitungen), Eigenstromlösungen und überregionale Verbundsysteme. Punktuelle Fördermaßnahmen können die Investitionen in Anpassung an klimabedingte Spitzenlasten und Krisenfälle unterstützen. Zudem sollte die Fähigkeit der Wasserver- und -entsorgung, im Krisenfall eine Grundversorgung für mindestens 72 Stunden aufrechtzuerhalten, strukturell gestärkt und als Standard definiert werden – inklusive Energie- und Treibstoffversorgung.
32	**Land**	Die Enquetekommission empfiehlt, den Talsperren in NRW weiterhin eine hohe Bedeutung für die Trinkwasserversorgung und für den Hochwasserschutz einzuräumen. Es sollte geprüft werden, ob das Gesamtvolumen an die klimatischen Veränderungen angepasst werden muss, zur Sicherung der Trinkwasserversorgung. Eine Flexibilisierung des Wassermanagements wird als erforderlich angesehen, unter Berücksichtigung der Trinkwasserversorgung und ökologischer Belange.

33 **EU, Bund, Land**

Die Enquetekommission empfiehlt, den Bereich von kritischer Infrastruktur für Ergänzungen laufend an die aktuellen Herausforderungen anzupassen. Zusätzlich muss der Schutz vor (digitalen) Angriffen weiter ausgebaut werden und erfolgreiche Modelle, wie das Kompetenzzentrum CyberSec@Wasser, weiterverfolgt werden. Alle, aber insbesondere kleinere Versorger und Unternehmen, sollten ihre Resilienz stärken und aktiv dabei unterstützt werden, bspw. bei der Umsetzung der NIS2-Richtlinie.

34 **Land**

Die Enquetekommission empfiehlt, den Vorrang des Örtlichkeitsprinzips in der Wasserversorgung gemäß Landeswassergesetz grundsätzlich zu wahren, aber Verbundausbau sowie Fernwasserversorgung ergänzend als Optionen vorzusehen. Ein Abweichen vom Vorrang der örtlichen Wassergewinnung soll in begründeten Ausnahmefällen möglich sein, wenn dies zur Stärkung der Resilienz in Gebieten mit klimawandelinduziert knapper werdenden Wasserressourcen erforderlich ist. Dadurch können Genehmigungsverfahren und Resilienz-Projekte gezielt beschleunigt werden. Die entsprechende Infrastrukturmaßnahme ist frühzeitig zu prüfen, damit notwendige Schritte zeitnah eingeleitet werden können.

35 **Land**

Die Enquetekommission empfiehlt, den in §37 Abs. 2 LWG NRW formulierten Vorrang von Wasserentnahmen zur öffentlichen Trinkwasserversorgung sicherzustellen. Für die hierbei notwendigen Abwägungsentscheidungen bedarf es der gesetzlich vorgesehenen Verwaltungsvorschrift. Diese Verwaltungsvorschrift sollte sich nach Auffassung der Enquetekommission bei der Priorisierung an einer Verbrauchsperspektive orientieren und insbesondere sicherstellen, dass im Falle einer Mangellage zum Schutz der Gesundheit der Bevölkerung die Trinkwasserversorgung der privaten Haushalte prioritär gewährleistet wird. Näheres zu einer Priorisierung sollte ein Expertengremium empfehlen.

36	**Land**	Die Enquetekommission empfiehlt, die bestehenden Kooperationen zwischen Wasserversorgungsunternehmen und Landwirtschaft in NRW als zentralen Baustein vorsorgenden Gewässerschutzes langfristig abzusichern. Die Finanzrahmen sollten verlässlich und planungssicher ausgestaltet werden, damit die Kooperationen dauerhaft tragfähig bleiben und ihre Wirkung regional und problemangepasst entfalten können. Das Modell von Trinkwasserschutzgebieten sollte auch in Trinkwasserreservegebieten ermöglicht werden.
37	**Bund, Land, Unternehmen**	Die Enquetekommission empfiehlt, strukturiert-branchenspezifisch zu prüfen, bei welchen Anwendungszwecken Wasser in Trinkwasserqualität durch Brauchwasser ersetzt werden kann und zu prüfen, ob zu diesem Zweck nötigenfalls rechtliche Rahmenbedingungen anzupassen sind.
38	**MUNV**	Die Enquetekommission empfiehlt, den Einsatz von gewässerschädlichen Stoffen in Wasserreserve- und Wasserschutzgebieten weiter zu begrenzen. Dafür sollte geprüft werden, ob und wie der Einsatz von synthetischen Flockungsmitteln substituiert werden kann.

Schutz vor Wasser

39	**Land**	Die Enquetekommission empfiehlt, den Herausforderungen beim Schutz vor Hochwasser, wie z.B. Flächenverfügbarkeit oder Abwägung von Schutzgütern, zu begegnen. Für die Flächenverfügbarkeit bieten sich multifunktionale Lösungen (u.a. auch Retention auf Wasser) an; alle Beteiligten sollten bereits beim Abwägungsprozess eingebunden werden. Hierbei sind zwecks Schonung landwirtschaftlicher Nutzflächen alle Abwägungen ins Auge zu fassen.

40	**Land, Kommunen**	Die Enquetekommission empfiehlt, den Schutz der Bevölkerung und von Besitz vor Hochwasser weiterhin konsequent zu verfolgen. Es sollte immer ergebnis- und technologieoffen sowie lokal / regional geprüft werden, welche Hochwasserschutzmaßnahmen nach wirtschaftlichen und ökologischen Faktoren am wirkungsvollsten sind.
41	**Land, Kommunen**	Die Enquetekommission empfiehlt, den weiteren Ausbau und die Anpassung von Infrastruktur sowie weitere Vorsorgemaßnahmen für häufigere Starkregenereignisse auf der lokalen Ebene im Rahmen der Zuständigkeiten zu verfolgen.
42	**Bund**	Die Enquetekommission empfiehlt, die Prüfung einer verpflichtenden Elementarschadensversicherung für hochwassergefährdete Gebiete, weiter zu verfolgen.
43	**Land, Bund, EU**	Die Enquetekommission empfiehlt, den Einsatz von KI in Forschung und Entwicklung zur Vorhersage von Hochwasser in Folge von Starkregen stärker zu fokussieren. Es ist zu prüfen, ob ein erweitertes europaweites Erfassungs- und Warnsystem eine EU-Finanzierung ermöglichen könnte.
44	**Land**	Die Enquetekommission empfiehlt, dass in NRW angestrebt werden sollte, auf ausgewiesenen oder potenziell geeigneten Hochwasser- und Retentionsflächen Instrumente einzusetzen, die eine langfristige Sicherung, Vorsorge und eine zügige Umsetzung von Hochwasserschutzmaßnahmen ermöglichen.
45	**Land**	Die Enquetekommission empfiehlt, zur Sicherstellung von Handlungsfähigkeit und Planungssicherheit auf Grundlage bestehender Daten und Prognosen nach dem Beispiel anderer Bundesländer und/oder bewährten Ansätzen aus bestehenden Projekten einen Klimawandelzuschlag bei Baumaßnahmen an Hochwasserschutzanlagen in geeigneter Form durch ein Expertengremium zu entwickeln.

46 **Bund, Land**

Die Enquetekommission empfiehlt, zu prüfen, wie auf Landesebene ein verbindliches planerisches Ziel zur Sicherung von Retentionsräumen und hochwasserrelevanten Schutzflächen festgelegt werden kann und wie dieses konsequent in der Landes- und Regionalplanung verankert werden könnte.

Hierzu sollen Ausnahmetatbestände von der Sicherung solcher Überschwemmungsgebiete gem. §78 WHG restriktiver gefasst werden, um ihre dauerhafte Verfügbarkeit für den Hochwasserschutz sicherzustellen.

Die Schaffung zusätzlicher Retentionsflächen soll dabei vorrangig auf fachlich begründeten Vorschlägen der Wasserwirtschaft basieren und koordiniert umgesetzt werden.

47 **Land**

Die Enquetekommission empfiehlt, die Hochwasservorhersage und Überflutungsprognose für kleine und mittlere Fließgewässer, insbesondere in den Mittelgebirgsregionen Nordrhein-Westfalens, systematisch zu verbessern und ein landesweit integriertes Frühwarnsystem zu etablieren.

Hierzu sollen relevante staatliche, nicht-staatliche und öffentlich-rechtliche digital verfügbare Mess-, Sensor- und Betriebsdaten in einer gemeinsamen, landesweiten Dateninfrastruktur zusammengeführt und für Prognosemodelle, Warnsysteme und Einsatzplanung nutzbar gemacht werden, um Prognosegenauigkeit, Reaktionsgeschwindigkeit und Warnkommunikation deutlich zu erhöhen.

Der Zugang zu sicherheitskritischen Daten sollte nur bei berechtigtem Interesse gewährt werden.

48 **Land**

Die Enquetekommission empfiehlt, Starkregenrisikomanagement stärker entlang hydrologischer Einzugsgebiete zu organisieren, entsprechende interkommunale Kooperationen zu fördern sowie eine gesetzliche Verbandsoption zu schaffen, nach der sondergesetzliche Wasserverbände auf Antrag ihrer Mitglieder zusätzliche Aufgaben im kommunalen Hochwasserschutz und im Starkregenrisikomanagement übernehmen können.

49	**Landesregierung/ MUNV**	Die Enquetekommission empfiehlt, die Ergänzung einer rein gefahrenbezogenen Bemessung (HQ100) durch die Einführung eines integralen Risikomanagements (Gefahr – Exposition – Vulnerabilität) mit differenzierten Schutzzielen, insbesondere für kritische Infrastrukturen (KRITIS) und besonders schutzwürdige Nutzungen.
50	**Landesregierung/ MUNV**	Die Enquetekommission empfiehlt, für Retentionsräume und Flächen für Hochwasserschutzmaßnahmen bedarfsorientierte, einzugsgebietsbezogene Flächenziele festzulegen und deren Umsetzung durch Instrumente wie Vorkaufsrecht, Flurbereinigung, Bodenordnung und Tauschlandmodelle zu unterstützen.
51	**Landesregierung/ MUNV**	Die Enquetekommission empfiehlt, • die Aufstellung eines landesweiten Deichsanierungs- und Ausbauprogramms mit Klimawandelzuschlag bzw. unter Berücksichtigung des Klimawandels • die Berücksichtigung von Überströmungsszenarien und Notpoldern • die Erstellung von klaren Regelungen zu Unterhaltung, Bewuchs, Entschädigungen • Brücken und Querungen hochwasserresilient umzubauen
52	**Landesregierung/ MUNV**	Die Enquetekommission empfiehlt, im Zuge der Verbesserung des Hochwasserschutzes, wo möglich, naturnahe Schutzmaßnahmen gleichwertig zu notwendigen und sinnvollen technischen Projekten umzusetzen. Technische Maßnahmen sollten vorwiegend dem Schutz von Siedlungsstrukturen dienen, außerhalb von Siedlungsstrukturen sind möglichst naturnahe Maßnahmen (Fläche) anzusetzen.
53	**Landesregierung**	Die Enquetekommission empfiehlt, private Investitionen in präventiven Hochwasserschutz für die Eigenvorsorge durch steuerliche Anreize und Haftungsprivilegien für Vorsorgemaßnahmen zu erleichtern.

54	**Land**	Die Enquetekommission empfiehlt, zu prüfen unter welchen Umständen Hochwasserschutz als überragendes öffentliches Interesse verbindlich festgelegt und im Zuge dessen eine unabhängige Beratungs- und Clearingstelle eingerichtet werden kann.

Land- und Forstwirtschaft, Gartenbau

55	**EU, Bund, Land**	Die Enquetekommission empfiehlt, den Einsatz von wassersparenden Bewässerungsmethoden und -strategien klimagerecht anzuwenden, bestehende erfolgreiche Konzepte sollten erhalten bleiben. Insbesondere die Beratung vor Ort für Landwirte ist ein Erfolgsmodell.
56	**Land**	Die Enquetekommission empfiehlt die Förderung wassersparender Bewässerungstechnologien (z. B. Tröpfchen-, sensorgestützte Systeme). Die Landwirtschaft braucht ein ausreichendes Wasserdargebot, damit die Ernährungs- und Versorgungssicherheit erhalten bleibt.
57	**MLV, MUNV, Wasserbehörden**	Die Enquetekommission empfiehlt, Maßnahmen zur Verbesserung des Landschaftswasserrückhalts (z.B. Humusaufbau, verringerte Bodenverdichtung, Agroforstsysteme, Wiedervernässung geeigneter Flächen), wo sinnvoll, gezielt zu fördern. Zudem sollte, wo es wasserwirtschaftlich sinnvoll ist, der Rückbau oder die Anpassung bestehender Drainagen gefördert werden, um Synergien mit der Hochwasser- und Dürreprävention zu schaffen.
58	**MLV, MUNV**	Die Enquetekommission empfiehlt, Wälder und Forste zu standortgerechten, biodiversen und strukturreichen Mischwäldern umzubauen. Dabei sind sogenannte „Schwammwälder“ (Verbesserung der Bodenstruktur, Erhalt von Totholz und Stärkung des Wasserrückhalts) besonders zu fördern. Darüber hinaus sind regionale Wiederbewaldungskonzepte für Kalamitätsflächen sowie Maßnahmen zur Waldmehrung insbesondere in waldarmen Regionen zu entwickeln und umzusetzen. Dabei ist insbesondere auf Laubgehölze für eine verbesserte Grundwasserneubildung zu setzen.

59	**Bund, Land**	Die Enquetekommission empfiehlt, regional bestehende, erhöhte Nährstoffeinträge weiterhin differenziert und verursachergerecht zu betrachten und auszuweisen. Für belastete Messstellen sind die Ursachen und Verursacher der erhöhten Nährstoffeinträge fachlich belastbar zu ermitteln; erst auf dieser Grundlage sind gezielte, verursachergerechte Maßnahmen zur Trendumkehr bzw. zum Schutz vor weiteren Nitrateinträgen einzuleiten.

Siedlungsstrukturen

60	**Land, Kommune**	Die Enquetekommission empfiehlt, Grundsätze einer wassersensiblen Siedlungsentwicklung in Bauleitplanung und Städtebau verbindlich zu verankern – etwa durch Entsiegelung, Schwammstadt-Konzepte, Regenwasserrückhalt und grün-blaue Infrastrukturen. Planungshoheit und wasserwirtschaftliche Anforderungen sind stärker zu verzahnen. Dies sollte im Bestand, als auch im Neubau einfließen.
61	**Bund, Land, Kommune, Wasserverbände**	Die Enquetekommission empfiehlt, Investitionen in die Anpassung kommunaler Entwässerungssysteme an veränderte Starkregen- und Trockenheitsrisiken gezielt voranzubringen. Dazu gehören u.a. Trennsysteme, Rückhalteanlagen und technische sowie naturnahe Maßnahmen zur Reduktion der Überflutungsgefahr.
62	**Kommunen**	Die Enquetekommission empfiehlt, durch Vorab-Konferenzen (oder sogenannte Planungsphase 0) die beteiligten Akteure besser aufeinander abzustimmen. Um Starkregen effektiv zu begegnen, braucht es im Bestand eine enge Koordination. Flächendruck und nicht ausreichend abgestimmte Baumaßnahmen erschweren dies.
63	**Land, Kommunen, Bezirksregierungen**	Die Enquetekommission empfiehlt, zur besseren Integration wasserwirtschaftlicher Anlagen in eine wassersensible Landschafts- und Stadtentwicklung gemeinsam mit den Verfassern untergesetzlicher Regelwerke zu prüfen, inwieweit bestehende Anforderungen an Verkehrssicherungspflichten und Einzäunungen fachlich geboten und verhältnismäßig sind.

Ziel ist es, unnötige bauliche Barrieren abzubauen, die multifunktionale Nutzung wasserwirtschaftlicher Anlagen zu ermöglichen und deren Einbindung in Stadt- und Landschaftsräume unter Wahrung der Sicherheit weiterzuentwickeln.

64	**Land**	Die Enquetekommission empfiehlt, bei größeren Stadtentwicklungs- und Infrastrukturvorhaben eine verbindliche wasserwirtschaftliche Folgenabschätzung als Bestandteil von Planungs- und Genehmigungsprozessen beizubehalten. Diese soll insbesondere Auswirkungen auf Starkregen- und Hochwasserrisiken, Retentionsräume und Notabflusswege, den Grundwasserhaushalt sowie auf bestehende Entwässerungs- und Wasserinfrastrukturen berücksichtigen. Zudem sollen Möglichkeiten zur Umsetzung von Schwammstadt-Prinzipien systematisch geprüft werden. Die zuständigen wasserwirtschaftlichen Institutionen sollen frühzeitig in die Planungsprozesse eingebunden werden.
65	**Kommunen, Wasserverbände**	Die Enquetekommission empfiehlt, Zielkonflikte zwischen Wohnungsbau, Nachverdichtung, Verkehrsflächen, Freiraumsicherung und wasserbezogener Klimaanpassung in Planungsprozessen offen zu benennen und aufzulösen.
66	**Kommunen, Wasserverbände**	Die Enquetekommission empfiehlt, die Wasserverbände und ähnlich gelagerte Institutionen (z.B. Abwassernetzwerk Rheinland) als regionale Kompetenz- und Umsetzungsträger für eine wassersensible Siedlungsentwicklung zu stärken. Dabei sollte ihr Beitrag zur Beratung und Umsetzung insbesondere in den Bereichen Starkregenmanagement und Gewässerentwicklung gezielt ausgebaut und unterstützt werden.
67	**MUNV, MWIKE, MHKBD**	Die Enquetekommission empfiehlt, Förderprogramme und Verwaltungsverfahren gezielt weiterzuentwickeln, um integrierte und quartiersbezogene Ansätze in der wasser- und klimasensiblen Stadtentwicklung zu unterstützen. Gleichzeitig sollten Verfahren vereinfacht und die kommunalen Planungskapazitäten gestärkt werden, um eine effektive und koordinierte Umsetzung vor Ort zu ermöglichen.

68 **Planungsbehörden, Wasserbehörden, Kommunen**

Die Enquetekommission empfiehlt, den Ausbau und die langfristige Sicherung blau-grüner Infrastrukturen in Städten und Regionen gezielt voranzutreiben. Dabei sollte der Mehrfachnutzen dieser Infrastrukturen – etwa für Erholung, Hitzeminderung, Wasserrückhalt und Gesundheit – systematisch berücksichtigt und gestärkt werden. Die EK betont zudem die Bedeutung eines gerechten Zugangs zu Erholungsräumen, insbesondere in dicht besiedelten Gebieten, um soziale Teilhabe und Lebensqualität zu fördern.

69 **Landesregierung**

Die Enquetekommission empfiehlt, die Einführung einer landesweiten Mustersatzung für Gebührenanreize sowie Förderprogramme für Regenwassernutzung und Regenwasserversickerung zu prüfen, um private und gewerbliche Investitionen in dezentrale Regenwasserbewirtschaftung zu stärken und die öffentliche Infrastruktur nachhaltig zu entlasten.

70 **Landesregierung**

Die Enquetekommission empfiehlt, den Aufbau landesweiter digitaler Zwillinge für Siedlungsstrukturen und Entwässerungsnetze voranzutreiben, KI-gestützte Prognosemodelle für Starkregenereignisse zu entwickeln und die Integration von BIM in die kommunale Infrastrukturplanung zu fördern, um dynamische Gefahrenkarten und eine effiziente Steuerung von Kanalnetzen und Retentionssystemen zu ermöglichen.

Gesundheit

71 **Land**

Die Enquetekommission empfiehlt, den Schutz der Bevölkerung vor klimawandelbedingten Gesundheitsrisiken als einen gesellschaftlichen Auftrag zu betrachten und damit als Querschnittsaufgabe zwischen den Bereichen Gesundheits-, Umwelt- und Klimaschutz im staatlichen Handeln auf Bundes-, Landes und kommunaler Ebene zu verstehen und konsequent zu behandeln. Damit gezielte sozialräumliche und institutionelle Strategien gesundheitliche Risiken erfolgreich reduzieren, bedarf es einer Betrachtung der jeweiligen Siedlungsstrukturen unter sozio-ökonomischen Aspekten und der Integration dieses zentralen Kriteriums in Planungs- und Entscheidungsprozesse.

72	**Gesundheits-, Umwelt- und Wasserbehörden, Kommunen**	Die Enquetekommission empfiehlt, eine landesweite, und aktuelle Gesundheits- und Klimarisikobewertung für Nordrhein-Westfalen aufzubauen, die Klimawandelfolgen, wie hitze-, wasser- und extremwetterbedingte Gesundheitsrisiken systematisch erfasst und regional differenziert darstellt. Dabei sollten relevante Behörden eingebunden sowie bestehende Daten genutzt werden.
73	**Planungsbehörden, Kommunen, Wasserwirtschaft, Gesundheitswesen und Katastrophenschutz**	Die Enquetekommission empfiehlt, die dauerhafte Funktionsfähigkeit von Krankenhäusern, Pflegeeinrichtungen und Rettungsdiensten bei Hitze, Hochwasser und Dürre sicherzustellen, prioritäre Einrichtungen aus Überschwemmungsgebieten auszuschließen und regelmäßig Krisenübungen unter Einbeziehung von Wasserwirtschaft, Gesundheitswesen und Katastrophenschutz durchzuführen.
74	**Gesundheitsbehörden**	Die Enquetekommission empfiehlt, Aufklärung über klimawandelbedingte Gesundheitsrisiken zielgruppenspezifisch auszubauen.
75	**EU, Bund, Land und Kommunen**	Die Enquetekommission empfiehlt, die bestehenden Programme von Land, Bund und EU wie Klimaanpassung.Kommunen.NRW, das Fachzentrum Klimaanpassung (LANUV) oder das EU-LIFE-Programm weiterzuentwickeln und damit Kommunen zu befähigen sowie anzuhalten, kommunale Hitzeaktionspläne mit klaren Zielen, Zuständigkeiten, Frühwarnsystemen und Evaluation umzusetzen. Dabei sind psychische und soziale Aspekte systematisch zu integrieren sowie intersektorale Verhältnisprävention und die Stärkung der Selbstschutzfähigkeit der Bevölkerung dabei zu berücksichtigen. Verdichtete Quartiere mit hoher Hitzebelastung sollten dabei im Fokus stehen. Der Umbau hin zu wassersensiblen Siedlungsräumen soll prioritär in diesen Wohngebieten erfolgen. Stadt- und Regionalplanung haben dies beim Ausbau grün-blauer Infrastruktur (offene Wasserflächen, renaturierte Flussläufe, Entsiegelung, wassersensible Ausgestaltung von Siedlungen, usw.) zu berücksichtigen.

76 **Land**

Die Enquetekommission empfiehlt, die Zusammenarbeit zwischen Wasserwirtschaft, Gesundheitswesen, Katastrophen- und Bevölkerungsschutz und dem Public-Health-Sektor – mit einem Fokus auf die positiven Aspekte einer engeren Verzahnung – dauerhaft in bestehenden Strukturen zu etablieren sowie die vorsorgende Wasserwirtschaft durch Schwammstadtkonzepte, Retentionsräume, moderne Aufbereitungstechnologien in der Abwasserentsorgung und den Schutz von Grundwasserressourcen so weiterzuentwickeln, dass sie sowohl Versorgungssicherheit, Hochwasserschutz als auch – dem One-Health-Ansatz folgend – gesundheitliche Risiken zuverlässig adressiert.

Zum anderen sollte die Kontrolle und Überwachung wasser- und vektorübertragender Erreger in NRW in Kooperation mit der Wissenschaft gestärkt werden, um Infektionsrisiken nach Starkregen und Hochwasserereignissen zu reduzieren.

Zudem sind gemeinsame Standards, Übungen und eine aktive Einbindung der Bevölkerung zu stärken.

Industrie, Gewerbe, Handwerk

77 **Bund, Land**

Die Enquetekommission empfiehlt, in Kooperationen mit industriellen Akteuren Maßnahmen zur Reduktion von Stoffeinträgen in Gewässer zu erarbeiten und gezielt zu unterstützen – bspw. durch branchenspezifische Leitfäden, Stoffstrommanagement und Investitionsanreize zur Vorbehandlung. Vermeidung an der Quelle ist gegenüber nachgelagerter Reinigung zu priorisieren.

78 **EU, Bund, Land**

Die Enquetekommission empfiehlt, den Einsatz von Kühlwasser in der Industrie weiter zu optimieren, z.B. mit geschlossenen Kühlwasserkreisläufen, Einsatz von KI und Digitalisierung oder auch dem Einsatz von aufbereitetem Brauchwasser. Es sollte geprüft werden, ob Pilotprojekte und Forschung gefördert werden können.

79	**Land, Behörden**	Die Enquetekommission empfiehlt, Einleitgenehmigungen an die Herausforderungen des Klimawandel anzupassen; dabei sollten Wasserkleinstmengen von der Überwachung befreit werden. Diese müssen die Folgen längerer Dürreperioden berücksichtigen, da Spurenstoffkonzentrationen steigen und starre Grenzwerte schwer einzuhalten sind. Um Gewässerschutz und Wirtschaft zu sichern, sollte ein flexibles Einleitungsmanagement geprüft werden.
80	**Land**	Die Enquetekommission empfiehlt, Genehmigungen für Einleitungen in Niedrigwasserphasen zu flexibilisieren. Hierzu sollen, im Einvernehmen mit den zuständigen Behörden, zeitlich befristete sowie pegel- und temperaturabhängige Anpassungen bestehender Einleitrechte ermöglicht und für unwesentliche Änderungen vereinfachte Anzeigeverfahren eingeführt werden, sofern die ökologischen Anforderungen und wasserrechtlichen Bewirtschaftungsziele gewahrt bleiben.
81	**Landesregierung**	Die Enquetekommission empfiehlt, Water-Reuse-Pilotprojekte gemäß EU-VO 2020/741 mit Risikomanagementplan zu unterstützen.
82	**Landesregierung**	Die Enquetekommission empfiehlt, die Entwicklung und Implementierung von Technologien zur Wasserwiederverwendung und Kreislaufführung in Industrie und Gewerbe zu stärken, um die Resilienz gegenüber Klimawandel und Nutzungskonflikten zu stärken. Dazu empfiehlt sich auch der Einsatz von Beraternetzwerken insb. für kleine und mittelständische Unternehmen.
83	**Bund**	Die Enquetekommission empfiehlt, die Rückgewinnung von Rohstoffen aus industriellen und kommunalen Abwasserströmen zur Verbesserung der Abwasserqualität durch Forschungspartnerschaften, Investitionsanreize und geeignete regulatorische Rahmenbedingungen sicherzustellen.

84 Landesregierung Die Enquetekommission empfiehlt, die Entwicklung und Anwendung von Konzepten zur Nutzung alternativer Wasserressourcen wie Kläranlagenabläufe, Grubenwasser und andere nicht konventionelle Wasserressourcen für wasserintensive Prozesse durch Pilotprojekte unter Berücksichtigung des Vorsorgeprinzips zu unterstützen, um ökologische Effizienz mit wirtschaftlicher Tragfähigkeit zu verbinden und die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie zu stärken.

85 Landesregierung Die Enquetekommission empfiehlt, wasserrechtliche Genehmigungsverfahren bei Forschungs- und Entwicklungsvorhaben deutlich zu vereinfachen und für Technologien bei Forschungs- und Entwicklungsvorhaben durch Anzeigeverfahren bei unwesentlichen Änderungen zu vereinfachen, um Forschung und industrielle Transformation zu beschleunigen.

86 Landesregierung Die Enquetekommission empfiehlt, für die Wasserwirtschaft eine landesweite digitale Datenplattform für wesentliche Wasserentnahmen und -verbräuche aufzubauen, um Nutzungskonflikte frühzeitig zu erkennen und Entscheidungen auf verbesserter Datenbasis zu ermöglichen.

87 Landesregierung Die Enquetekommission empfiehlt, die berufliche Bildung und Weiterbildung im Bereich Wassertechnologien und Kreislaufwirtschaft zu stärken, um die Umsetzung innovativer Lösungen zu beschleunigen.

88 Landesregierung Die Enquetekommission empfiehlt, die Wettbewerbsfähigkeit des Wirtschaftsstandorts Nordrhein-Westfalen im Bereich Wassertechnologien durch den gezielten Ausbau von Exportprogrammen und internationalen Forschungskooperationen sowie die Unterstützung von Gründungen in relevanten Technologiefeldern (z. B. Membranverfahren, Recycling, digitale Netzsteuerung) zu stärken.

89 Landesregierung Die Enquetekommission empfiehlt, Reallabore zur Nutzung alternativer Wasserquellen wie gereinigtes Abwasser, Grubenwasser oder industrielle Kreislaufsysteme einzurichten und regulatorische Rahmenbedingungen zu verbessern.

90 **Bund, Land**

Die Enquetekommission empfiehlt, das Vorhalten eines dauerhaften Wasserdargebots aufgrund seiner Bedeutung als Teil von Wertschöpfungsketten als wichtigen Standortfaktor zu betrachten. Dafür gilt es neue Konzepte und Instrumente zu erproben, die im kleinen und auch großen Maßstab Wasser zurückhalten können.

Energie

91 **Land, Behörden**

Die Enquetekommission empfiehlt, Nutzungskonflikte zwischen der energetischen Nutzung von Gewässern (z. B. durch Wasserkraft oder Kühlwassernutzung) und wasserwirtschaftlichen Belangen (z. B. Durchgängigkeit, Ökologie, Trinkwasserschutz) frühzeitig durch die zuständigen Behörden und Akteure zu erkennen und aktiv zu moderieren. In wasserrechtlichen Verfahren müssen alle relevanten Belange transparent und angemessen gewichtet werden.

92 **Kommunen**

Die Enquetekommission empfiehlt, Energie- und wasserwirtschaftliche Infrastrukturen künftig systematisch gemeinsam zu planen – etwa bei Standortwahl, Flächenverfügbarkeit und Ressourcenbedarfen, um somit die Auswirkungen des Klimawandels auf das Ökosystem zu minimieren. Dabei sind auch Synergien zu nutzen (z. B. Abwärmenutzung, Speicherintegration, Mehrfachnutzung von Flächen, Wasserwiederverwendung zur Schonung des Wasserdargebots), wenn diese sozial, betriebswirtschaftlich und ökologisch sinnvoll sind.

93 **Bund, Land**

Die Enquetekommission empfiehlt, Floating-PV als Baustein in der Energiewende mit Potenzial für Flächenmehrfachnutzung zu betrachten. Es sollte geprüft werden, welche künstlichen Gewässer hierfür sinnvoll genutzt werden können.

94 **Land**

Die Enquetekommission empfiehlt, Wasserkraft als nützliche Ergänzung im Energiemix weiterhin zu nutzen. Diese sollte auch an bestehenden Querbauwerken ertüchtigt werden und zur dauerhaften und sicheren Stromversorgung beitragen. Dort wo möglich und sinnvoll sollte es Repowering-Maßnahmen geben, an allen Talsperren sollte die Nutzung grundsätzlich ermöglicht werden. Dabei müssen ökologische Aspekte wie ichthyologische Belange beachtet werden, damit die Anforderungen der WRRL eingehalten werden können.

95	**Bund, Land**	Die Enquetekommission empfiehlt, den Einsatz von Flusswärmepumpen grundsätzlich zu ermöglichen. Es bedarf hierzu einer zuverlässigen Erneuerbaren Energiequelle und idealerweise zur Sicherstellung der Effizienz den Zugang zu einem Fernwärmenetz.
96	**Land**	Die Enquetekommission empfiehlt, rechtliche Rahmenbedingungen wie bspw. die Selbstüberwachungsverordnung Abwasser zur verstärkten Ermöglichung von Aquathermieprojekten zu novellieren.
97	**Land, Bund**	Die Enquetekommission empfiehlt, die Rolle wasserwirtschaftlicher Infrastruktur im Energiesystem, wo möglich bzw. sinnvoll, stärker zu berücksichtigen und die rechtlichen Rahmenbedingungen für Sektorenkopplungsprojekte weiterzuentwickeln, solange es keine potenziellen Gefahren für die Qualität von Trinkwasser gibt. Hierzu zählen insbesondere die Nutzung von Klärgas zur Strom- und Wärmeerzeugung, die Nutzung von Abwasserwärme für kommunale Wärmenetze, Photovoltaik auf wasserwirtschaftlichen Anlagen sowie die flexible Steuerung wasserwirtschaftlicher Infrastruktur zur Unterstützung der Netzstabilität auch über Einspeisung. Gleichzeitig soll die Integration wasserwirtschaftlicher Anlagen in lokale Energiesysteme dazu beitragen, die Resilienz kritischer Infrastrukturen zu erhöhen, etwa durch Notstromfähigkeit und lokale Energieversorgung wasserwirtschaftlicher Anlagen.
98	**MWIKE, MUNV, LANUK, Wasserbehörden, Vorhabenträger**	Die Enquetekommission empfiehlt, wasserwirtschaftliche Belange frühzeitig in die Energieplanung zu integrieren, um sich durch den Klimawandel verschärfende Konflikte zwischen Energie- und Wassernutzung zu vermeiden. Dazu gehört eine enge Abstimmung zwischen Energie-, Wasser- und Raumplanung, um eine kohärente und nachhaltige Ressourcenbewirtschaftung sicherzustellen. Sie betont die Notwendigkeit klarer Standards und Leitfäden für wasserbezogene Anforderungen in energiebezogenen Planungs- und Genehmigungsprozessen.

99 Landesregierung

Die Enquetekommission empfiehlt, eine One-Stop-Agency mit einheitlicher Datenplattform für Energie-/Wasser-Genehmigungen einzurichten und dadurch Mehrfachmeldungen zu beenden und zu prüfen, ob Anzeigeverfahren für unwesentliche Änderungen (z.B. Wärmepumpen-Upgrades) möglich und sinnvoll sind.

100 Landesregierung

Die Enquetekommission empfiehlt, technologieoffene Reallabore für dezentrale Wasserstofferzeugung in Regionen jenseits des H_2-Kernnetzes zu ermöglichen, gekoppelt an lokale Wasserverfügbarkeit und erneuerbare Energien.

101 Landesregierung

Die Enquetekommission empfiehlt, zu prüfen, wie integrierte Energieparks, die erneuerbare Stromerzeugung und verschiedene Wärmequellen wie Rechenzentrums-, Fluss-, Abwasser- und industrielle Abwärme sowie Großwärmepumpen bündeln, gezielt gefördert werden können. Dabei soll insbesondere geprüft werden, welche tariflichen und regulatorischen Vorgaben – etwa Strom und Wärmeabgaben sowie Netzentgelte – die Wirtschaftlichkeit solcher Projekte behindern und wie diese Hürden abgebaut werden können.

Zudem empfiehlt die Enquetekommission die Prüfung einer landesweiten Innovationslinie (Reallabore) zur Erprobung solcher Verbundlösungen.

102 Landesregierung

Die Enquetekommission empfiehlt, Floating-PV-Projekte auf industriellen und gewerblichen Wasserflächen mit standardisierten BIM-Basismodellen, digitalen Zwillingen und vereinfachten Anzeigeverfahren zu unterstützen, um Genehmigungszeiten zu halbieren und die Kombination aus Rohstoffgewinnung und Energieproduktion zu ermöglichen.

103 Landesregierung

Die Enquetekommission empfiehlt, dort wo praktikabel und wirtschaftlich, Kühlwasser von allen Wärmeproduzenten (wie bspw. Rechenzentren) als Abwärmequelle in kommunale Wärmeplanungen einzubeziehen und durch verbindliche Wärmenutzungskonzepte sicherzustellen, dass nutzbare Abwärme systematisch zur Einspeisung in Nah- und Fernwärmenetze bereitgestellt wird.

Rohstoffabbau/Bergbau

104	**Land, Behörden**	Die Enquetekommission empfiehlt, beim Rückbau und der Nachnutzung von Rohstoffgewinnungsstätten wasserwirtschaftliche Anforderungen frühzeitig und eng mit den relevanten Akteuren – insbesondere der öffentlichen Wasserversorgung – abzustimmen.
105	**Land, Bund**	Die Enquetekommission empfiehlt, Versorgungsunternehmen bei der Erschließung von Wärmepotenzialen aus Grubenwasser zu unterstützen.
106	**Wasserbehörden, Bergamt**	Die Enquetekommission empfiehlt, das Vorsorgeprinzip beim Rohstoffabbau, insbesondere bei Nassabgrabungen weiterhin konsequent anzuwenden (insbesondere zum Schutz vor dauerhaften Folgen für Grundwasser und Deckschichten). Abbauvorhaben in wasserwirtschaftlich sensiblen Regionen sollen geprüft und gegebenenfalls begrenzt werden. Zudem sind negative Einflüsse durch synthetische Flockungsmittel zu vermeiden. Präventive Maßnahmen sollten hier Vorrang haben.
107	**Landesregierung**	Die Enquetekommission empfiehlt, die Nutzungspotentiale der Gewinnung von Rohstoffen aus Grubenwasser bei gegebener Wirtschaftlichkeit positiv zu begleiten.
108	**Land**	Die Enquetekommission empfiehlt, die Qualität des entnommenen Rheinwassers fortlaufend zu prüfen und bei Bedarf Maßnahmen zur Sicherstellung der Wasserqualität zu ergreifen.
109	**Land**	Die Enquetekommission empfiehlt, eine planerische Absicherung von Wasserreserve- und Wasserschutzgebieten als Ausschlussgebiet ggü. konfliktträchtigen Nutzungen wie Rohstoffabbau.

Wasser als Transportweg

110	**Bund, Land**	Die Enquetekommission empfiehlt, dem Ausbau und der Ertüchtigung des Logistiksektors der Binnenschifffahrt weiterhin eine hohe Bedeutung zuzuschreiben. Die Infrastruktur ist insbesondere mit Blick auf die Herausforderungen des Klimawandels zu ertüchtigten und nach Bedarf auszubauen, dabei sind, so weit wie möglich ökologische Auswirkungen auf ein Minimum zu reduzieren.
111	**Bund, Land**	Die Enquetekommission empfiehlt, ergebnisoffen zu prüfen, wie Bund und Land Anpassungen in der Infrastruktur durchführen können, damit auch unter den Folgen des Klimawandels Binnenschifffahrt stattfinden kann und Lieferketten nicht gestört werden. Infrastrukturen (dazu zählen u. a. Schiene, Straße, Schiff) müssen vor den Auswirkungen des Klimawandels geschützt werden.
112	**MUNV, WSV, MWIKE, BMWE, BMV, EU, Bund, BMUKN**	Die Enquetekommission empfiehlt, die zunehmende Häufigkeit und Intensität von Niedrigwasser- sowie Extremereignissen bei der Planung und dem Betrieb von Wasserstraßen systematisch zu berücksichtigen. Ausbaumaßnahmen an Wasserstraßen sind dabei so zu gestalten, dass zusätzliche Belastungen für die Gewässerökologie vermieden und die Ziele der Wasserrahmenrichtlinie eingehalten werden. Um die Schiffbarkeit der Wasserstraßen bei zunehmenden Niedrigwasserphasen zu unterstützen, ist insbesondere die Förderung niedrigwasserangepasster Schiffe auch mit emissionsarmen Antrieben zielführend, anstatt auf ökologisch problematischer Ausbau- oder Vertiefungsmaßnahmen zu setzen. Zur Resilienzsteigerung und zur Umsetzung der WRRL sollen die fachlichen Ansätze des „Entwicklungskonzepts für den Rheinhauptstrom“ sowie die Ziele des IKSR-Programms „Rhein 2040“ unterstützt und an geeigneten Stellen in NRW umgesetzt werden, insbesondere dort, wo sie zur ökologischen Aufwertung, zur Entwicklung von Nebenrinnen und Auen sowie zur Stabilisierung der Gewässersohle beitragen.

Tourismus, Freizeit und Erholung

113	**Land, Kommunen**	Die Enquetekommission empfiehlt, wasserbezogene Erholungsräume so zu planen und zu gestalten, dass von diesem öffentlichen Gut – insbesondere in dicht besiedelten, urbanen Gebieten – alle Bürgerinnen und Bürger NRWs einkommensunabhängig profitieren und, wo möglich, wohnortnahen Zugang erhalten.
114	**Planungsbehörden, Wasserbehörden, Tourismuswirtschaft**	Die Enquetekommission empfiehlt, Freizeit- und Erholungsnutzungen an und auf Gewässern so zu steuern, dass sie im Einklang mit den Zielen des Gewässerschutzes und der Gewässerökologie stehen. Gerade in Zeiten von Trockenheit und Hitze haben Gewässer wichtige Funktionen in Bezug auf Freizeit, Tourismus und Erholung. Sie spricht sich dafür aus, durch Lenkungsmaßnahmen sensible Ufer-, Auen- und Naturräume gezielt vor Übernutzung zu schützen. Saisonale Belastungen, etwa durch Niedrigwasser- oder Hitzeperioden, müssen bei der Planung und Steuerung von Freizeitaktivitäten berücksichtigt werden.

Abwasser

115	**Land**	Die Enquetekommission empfiehlt, die zukünftige Entsorgung und Verwertung von Klärschlämmen vorausschauend zu planen und infrastrukturell abzusichern – insbesondere im Hinblick auf die verpflichtende Phosphorrückgewinnung und steigende Entsorgungskosten.
116	**BMUKN, MUNV, Wasserversorger**	Die Enquetekommission empfiehlt, die Abwasserinfrastruktur resilient und krisenfest auszubauen. Dazu sind die Hochwasser- und Starkregenvorsorge systematisch zu stärken und Abwasseranlagen explizit als kritische Infrastruktur (KRITIS) zu behandeln.
117	**MUNV**	Die Enquetekommission empfiehlt, zu prüfen, ob und wie insbesondere für Maßnahmen des Starkregen-, Oberflächenabfluss- und Überflutungsmanagements klare Zuständigkeits- und Finanzierungsverantwortungen geschaffen werden können, um verlässliche Rahmenbedingungen für Investitionen zu schaffen.

118	**Landesregierung & Bund**	Die Enquetekommission empfiehlt, die Rohstoffrückgewinnung aus kommunalen und industriellen Abwasserströmen (u. a. Phosphor, Stickstoff, Salze, Metalle, Kohlenstoff) als Zukunftsfeld der nordrhein-westfälischen Wirtschaft zu prüfen.
119	**Landesregierung**	Die Enquetekommission empfiehlt, die Wiederverwendung von aufbereitetem Brauchwasser für Landwirtschaft, Bewässerung städtischer Grünflächen sowie industrielle Prozesswasserbedarfe nach fachlich anerkannten Qualitätsstandards zu ermöglichen und gezielt zu fördern.
120	**Landesregierung**	Die Enquetekommission empfiehlt, Genehmigungsverfahren für innovative Wassertechnologien durch digitale Verfahren, Anzeigeprozesse und verbindliche Fristen zu beschleunigen ohne die Anforderungen des Gewässer-, Gesundheits- und Umweltschutzes abzusenken.
121	**Landesregierung**	Die Enquetekommission empfiehlt, digitale Zwillinge, sowie KI-gestützte Prognosesysteme für Abwasser- und Stoffflüsse wo möglich und sinnvoll einzuführen.
122	**Landesregierung**	Die Enquetekommission empfiehlt, angesichts knapper Ressourcen Sanierungs- und Investitionsentscheidungen risikoorientiert auszurichten, um die begrenzt vorhandenen Mittel möglichst effizient einzusetzen.
123	**Bund, Land**	Die Enquetekommission empfiehlt, dass zur Sicherstellung einer Vergleichbarkeit der Anforderungen in Europa, zur Angleichung der Anforderungen im Gewässerschutz und zur Vereinfachung der behördlichen Überwachung im Zuge der nationalen Umsetzung der europäischen Kommunalabwasserrichtlinie die Überwachungsmethodik zur Einhaltung der Vorgaben für Stickstoff und Phosphor vereinheitlicht (24h-Mischprobe) und die qualifizierte Stichprobe (2h-Mischprobe) abgeschafft wird.

Verteilungsfragen und Beschleunigung

124 Bund, Land, Behörden

Die Enquetekommission empfiehlt, die organisatorischen Zuständigkeiten im wasserrechtlichen Vollzug zu vereinheitlichen und transparenter zu machen.

Ein enger Austausch zwischen beteiligten Behörden sowie abgestimmte Anforderungen beschleunigen die Verfahren erheblich und können unnötige Verzögerungen verringern. Dazu müssen Zuständigkeiten, koordinierte Verfahrensführung und medienbruchfreie Kommunikation dauerhaft etabliert werden. Eine digitale Zuständigkeitskarte sowie die Bündelung komplexer Verfahren in spezialisierten Kompetenzzentren könnten hier Abhilfe schaffen. Der ebenenübergreifende Einsatz von KI kann hier Aktivitäten von Land, Bezirken und Kommunen bündeln, beschleunigen und vereinfachen.

125 Land, Behörden

Die Enquetekommission empfiehlt, Beteiligungsverfahren in Genehmigungsprozessen stärker zu digitalisieren und medienbruchfrei zu gestalten.

Gleichzeitig ist eine abgestimmte Anwendung bestehender gesetzlicher Vorgaben in den Wasserbehörden sicherzustellen, um Transparenz und Verfahrenssicherheit zu erhöhen.

126 EU, Bund, Land, Kommunen

Die Enquetekommission empfiehlt, ein integriertes digitales Datenmanagement für alle wasserwirtschaftlich relevanten Daten in NRW aufzubauen. Ziel ist eine sektorspezifische „Datendrehscheibe Wasser NRW“, die das Once-Only-Prinzip umsetzt: Daten werden nur einmal erfasst, automatisiert verarbeitet und allen relevanten Stellen standardisiert bereitgestellt. Dies erhöht Transparenz, Effizienz und Datenqualität und schafft eine fundierte Basis für Genehmigungen, Steuerung und Krisenvorsorge.

127 Land, Behörden

Die Enquetekommission empfiehlt, Genehmigungsverfahren stärker nach Eingriffsintensität und Trinkwasserversorgungsrelevanz zu differenzieren.

Für Vorhaben mit geringem Risiko – wie etwa die Fortführung erloschener Erlaubnisse/Bewilligungen bestehender Entnahmegenehmigungen zur Trinkwasserversorgung – sollten vereinfachte Anzeigeverfahren mit klaren Fristen geschaffen werden.

Auch für den Bau wasserwirtschaftlicher Infrastrukturen (z. B. Versorgungsleitungen, Speicher) sollte geprüft werden, ob Genehmigungstatbestände vereinfacht werden können.

128 Land

Die Enquetekommission empfiehlt, wasserwirtschaftliche und infrastrukturelle Genehmigungsverfahren inhaltlich auf die Zielerreichung zu fokussieren und zu beschleunigen.

Der Vorhabensträger benötigt mehr Flexibilität und Geschwindigkeit unter Beachtung der Schutzgüter ohne umfangreiche Detailprüfungen und Auflagen.

Dementsprechend sind Genehmigungsverfahren durch geeignete Maßnahmen wie u.a.

- serielle Genehmigungen für Standard-Maßnahmen und Sanierungen,
- die Schaffung einer Clearingstelle,
- die Bündelung von Genehmigungsverfahren an zentraler Stelle
- zu beschleunigen und die hierfür notwendigen Schritte zeitnah umzusetzen.
- Rechtssichere Selbstverpflichtungen, Branchenstandards oder Selbstgenehmigungen sind zur Zielerreichung zu prüfen.

Die Genehmigungsbehörden sind zur Ausübung ihrer Ermessensspielräume zu stärken, insbesondere hinsichtlich der Abwägung von unterschiedlichen Interessen und Rechtsgütern.

129 Land

Die Enquetekommission empfiehlt, Hochwasserschutzmaßnahmen, die zu einer ökologischen Verbesserung führen, bspw. die Wiederbelebung von Auen, von der Eingriffs- und Ausgleichsregelung zu befreien, um Flächenbedarfe zu verringern, die Umsetzung dieser Maßnahmen zu erleichtern und zu beschleunigen sowie bei der Genehmigung von Hochwasserschutzmaßnahmen insgesamt den ökologischen Mehrwert des Zielzustands eines Gesamtprojekts gegenüber konservierenden Einzelaspekten zu priorisieren. Damit sollen die Bewilligungsverfahren von ökologisch vorteilhaften Gewässerausbauprojekten erleichtert und deren Ökosystemleistungen bei naturschutzrechtlichen Abwägungen priorisiert werden.

130 Bund, Landesregierung

Die Enquetekommission empfiehlt, gemeinsam mit den wasserwirtschaftlichen Akteuren klimaschutz- und klimaanpassungsbezogene Forschungsbedarfe sowie Handlungskonzepte zu identifizieren und hierfür passgenaue Förderinstrumente weiterzuentwickeln. Dabei sollen insbesondere praxisnahe Projekte zu klimaresilienten Infrastrukturen, ressourceneffizienten Verfahren, qualitativen und quantitativen Anforderungen an Entwässerungssysteme, ökologisch integrierter Gewässerbewirtschaftung, Digitalisierung und Automatisierung sowie Wasserwiederverwendung gestärkt werden.

131 Bund, Landesregierung

Die Enquetekommission empfiehlt die Beschleunigung des Wissenstransfers durch Pilotprojekte, Reallabore und Demonstrationsvorhaben, durch wissenschaftliche Begleitung der Umsetzung neuer Verfahrenskonzepte, und durch eine frühzeitige Einbindung der kommunalen Wasserwirtschaft und best practices für Umsetzung in der Praxis und Hochskalierung.

132 Bund, Landesregierung

Die Enquetekommission empfiehlt, die Rahmenbedingungen von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zu verbessern durch Entbürokratisierung der Beantragung und Abwicklung von Forschungsvorhaben sowie durch langfristige Förderprogramme und längere Förderzeiträume.

133 Landesregierung

Die Enquetekommission empfiehlt, Nutzungskonkurrenzen zwischen Trinkwasserversorgung, Landwirtschaft, Industrie, Energieerzeugung, Schifffahrt und Ökologie systematisch durch ein Fachgremium zu identifizieren und zu bewerten. Die finale Entscheidung ist politisch bzw. obliegt dem Gesetzgeber.

Sie spricht sich für eine vorsorgeorientierte Priorisierung der Wassernutzungen aus, die bei möglicher Wasserknappheit die öffentliche Trinkwasserversorgung, ökologische Mindestabflüsse sowie zentrale Aufgaben der Daseinsvorsorge verbindlich unter Berücksichtigung aller gesellschaftlichen Belange priorisiert.

Darüber hinaus empfiehlt die Kommission, klare Zuständigkeiten für Konfliktentscheidungen festzulegen, um handlungsfähige und konsistente Entscheidungsprozesse zu gewährleisten.

134 Landesregierung

Die Enquetekommission empfiehlt, bei der Gestaltung wasserbezogener Anpassungsstrategien unterschiedliche Betroffenheiten und Verwundbarkeiten systematisch zu berücksichtigen. Das bedeutet wasserbezogene Anpassungsmaßnahmen mit einer ausgewogenen Preis- und Gebührenpolitik weiterhin zu verzahnen.

135 MUNV, MWIKE

Die Enquetekommission empfiehlt, wasserbezogene Genehmigungsverfahren durch Standardisierung und frühzeitiges Scoping zu beschleunigen.

Hierzu sollen parallele Prüfungen ermöglicht und Zielkonflikte sowie realistische Alternativen frühzeitig geklärt werden. Gleichzeitig betont die Kommission, dass eine Beschleunigung von Verfahren unter Beibehaltung bestehender wasser- und umweltrechtlicher Standards einhergehen sollte.

136 Landesregierung

Die Enquetekommission empfiehlt, die fachliche, personelle und organisatorische Leistungsfähigkeit wasserrelevanter Behörden nachhaltig zu stärken sowie eine durchgängige digitale Aktenführung als Grundlage effizienter und kontinuierlicher Verfahren.

137 Landesregierung

Die Enquetekommission empfiehlt, die Digitalisierung wasserbezogener Verwaltungs- und Genehmigungsprozesse konsequent als unterstützendes Werkzeug für effizientere Verfahren einzusetzen.

Dazu gehören digitale Aktenführung, einheitliche Formate und Schnittstellen, KI-gestützte Vollständigkeits- und Plausibilitätsprüfungen sowie eine vorgelagerte Prozessanalyse. Medienbrüche sind zu vermeiden und Abläufe möglichst zu verschlanken.

138 Landesregierung

Die Enquetekommission empfiehlt, vorrangige Ziele und Flächen für wasserwirtschaftliche Belange (z.B. Trinkwasserversorgung, Hochwasserschutz, Auen, Retentions- und Versickerungsflächen) klimawandelangepasst weiterzuentwickeln und über bestehende Festlegungen hinaus festzulegen, in Anlehnung zur Systematik von Windvorranggebieten. Darüber hinaus sollte die Raumordnung um Elemente einer Hitzeplanung erweitert werden, mit dem Ziel unsere Landschaften möglichst kühl und feucht zu halten und wasser- und klimasensible Standortentscheidungen zu fördern.

139 Landesregierung

Die Enquetekommission empfiehlt, ein landesweites Fristen-Benchmarking auf Grundlage einer digitalen Aktenführung für alle Wasserbehörden einzuführen (Anzahl Verfahren, Durchschnittsdauer, begründete Fristverlängerungen), um Leistungsunterschiede transparent zu machen und gezielt Verzögerungen abzubauen. Dieses sollte bürokratiearm implementiert werden.

140 Landesregierung

Die Enquetekommission empfiehlt, verpflichtende Vorab-Qualitätschecks der Genehmigungsunterlagen bei komplexen Vorhaben, um Nachforderungen im Hauptverfahren zu vermeiden und Verfahren durch ein zentrales Portal zu beschleunigen.

141 Landesregierung

Die Enquetekommission empfiehlt, landeseinheitliche Standard-Nebenbestimmungen und Textbausteine für wiederkehrende Fallkonstellationen behördenintern auszutauschen (z. B. Monitoring, Artenschutzauflagen), um Auslegungsspielräume zu verringern und Entscheidungen zu beschleunigen.

142	**Landesregierung**	Die Enquetekommission empfiehlt, die Einführung eines Portals für Träger öffentlicher Belange mit standardisierten Antwortfenstern (z.B. 6–8 Wochen), strukturierten Upload /Download-Funktionen und Funktionspostfächern zu prüfen.
143	**Landesregierung**	Die Enquetekommission empfiehlt, Modellregionen mit vereinfachter Verfahrenslogik (höhere Bagatellgrenzen, verkürzte Prüfpfade, externer Projektmanager) zu starten und wissenschaftlich zu evaluieren, um skalierbare Beschleunigungsregeln unter Sicherstellung bestehender rechtlicher Anforderungen zu testen.
144	**Landesregierung**	Die Enquetekommission empfiehlt, die Veröffentlichung einer Leitlinie mit klaren Bewertungsmaßstäben, die die Vorrangstellung der Trinkwasserversorgung bei Zielkonflikten festlegt und Vorgaben für Prognoseunsicherheiten enthält.
145	**Landesregierung**	Die Enquetekommission empfiehlt, relative Wasserrechte (prozentuale Förderobergrenzen) als Nebenbestimmung für große Wasserentnahmen zu testen.
146	**Landesregierung, Bezirksregierung**	Die Enquetekommission empfiehlt, weiterhin Onboarding-Standards (Übergabeprotokoll, Fallübersichten, digitale Wissensdatenbank, Mentoring) bei Personalwechsel in Genehmigungsbehörden weiterzuentwickeln, um Verfahrensabbrüche und Neubewertungen zu vermeiden. Für Modernisierungsansätze in der Verwaltung sollte das vorhandene Fachwissen der Behörden selbst genutzt werden.
147	**Landesregierung**	Die Enquetekommission empfiehlt, Vollständigkeits-/Plausibilitätsprüfungen (ggf. KI-gestützt) durch die Genehmigungsbehörde vor formaler Annahme eines Antrags einzuführen, inkl. automatischer „Fehler-/Fehlstellenberichte“ an Antragssteller.
148	**Land**	Die Enquetekommission empfiehlt, zur Sicherung der Trinkwasserversorgung Vorratshaltung und überregionale Leitungen auszubauen. Zur vorsorgenden Vermeidung von Wasserknappheit, aber insbesondere bei akuter Knappheit (z.B. durch Unfall, Klimaereignis,

Unwetter) greift eine abgestufte Priorisierung. Die finale Entscheidung obliegt dem Gesetzgeber bzw. ist eine politische Entscheidung, die einer rechtssicheren Grundlage bedarf. An der Entwicklung der Leitlinien für eine solche Priorisierung sind die Fachverbände und Markpartner im Rahmen eines Fachgremiums zu beteiligen. Dabei werden auch Bevorratungsstrategien und Bedarfe geprüft.

Durch eine ausreichende Bevorratung sollte eine dauerhafte Versorgung mit ausreichend Trinkwasser bestmöglich abgesichert werden.

Ökonomische und fiskalische Aspekte

149 EU, Bund, Land

Die Enquetekommission empfiehlt, gezielte Förderprogramme für die klimawandelbedingte Anpassung der Wasserinfrastruktur aufzulegen, um die Resilienz in der Wasserwirtschaft zu verbessern und Maßnahmen zur Klimaanpassung zu etablieren. Dabei soll nach Möglichkeit auf bestehende Förderprogramme zurückgegriffen und diese erweitert werden. Gleichzeitig sollte die Wasserwirtschaft am Klimatransformationsfonds partizipieren.

150 Land

Die Enquetekommission empfiehlt, sicherzustellen, dass Investitionen der Wasserversorgungsunternehmen zur Klimaanpassung – insbesondere zur Erhöhung der Versorgungssicherheit und Resilienz – rechtssicher und nachvollziehbar in den Wasserentgelten abgebildet werden können.

Da es sich hierbei häufig um Vorhaltekosten ohne unmittelbare Effizienzsteigerung handelt (z. B. Redundanzen, Notstromversorgung, Netzreserven), ist eine klare Abgrenzung gegenüber klassischen Effizienzkriterien notwendig.

Die erforderlichen Investitionen sind so zu gestalten, dass sie über die gesamte Nutzungsdauer verursachungsgerecht in die Entgeltstruktur integriert werden können, um langfristige Finanzierbarkeit und Planungssicherheit zu gewährleisten.

151 Land, Bund und EU

Die Enquetekommission empfiehlt, dass vor dem Hintergrund der spezifischen wasserwirtschaftlichen Strukturen in NRW künftig bei der Ausgestaltung von Förderverfahren dafür Sorge getragen wird, dass der Kreis der Antragsberechtigten auch auf Körperschaften des öffentlichen Rechts, die im Wasserbereich tätig sind, ausgeweitet wird.

152 Land

Die Enquetekommission empfiehlt, die Flächensicherung und den gezielten Einsatz raumbezogener Instrumente als zentrale Elemente einer umfassenden Finanzierungs- und Steuerungsstrategie zu verankern.

153 Land

Die Enquetekommission empfiehlt, die Datenbasis, das Monitoring und die Transparenz im Wasserbereich deutlich zu stärken. Dazu gehört insbesondere, Daten zum Aufkommen und Verwendung des Wasserentnahmeentgeltes als Grundlage für politische Entscheidungen und Prioritätensetzungen zu erfassen.

154 BMUKN, MUNV

Die Enquetekommission empfiehlt, dort wo notwendig, kommunale Kläranlagen, um eine vierte Reinigungsstufe auszubauen. Dazu ist wie vorgesehen, die erweiterte Herstellerverantwortung einzuführen, um die Finanzierung der vierten Reinigungsstufe bei Kläranlagen sicherzustellen und die zeitnahe Umsetzung der neuen Kommunalabwasserrichtlinie wirksam zu unterstützen.

155 Landesregierung

Die Enquetekommission empfiehlt, sämtliche wasserwirtschaftlichen Förderprogramme des Landes so auszurichten, dass die Vergabe wirkungsorientiert und bürokratiearm erfolgt.

156 Land

Die Enquetekommission empfiehlt, verursachergerechte und ökologische Finanzierungsinstrumente in der Wasserwirtschaft zu stärken, um die Kosten wasserbezogener Belastungen fair zu verteilen und notwendige Investitionen langfristig abzusichern.

Um die Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie sowie Maßnahmen zur wasserbezogenen Klimaanpassung langfristig und verlässlich zu finanzieren, sollte das Wasserentnahmeentgelt angemessen

weiterentwickelt werden. Durch eine Berücksichtigung der Preisentwicklung könnte auch zukünftig sichergestellt werden, dass die Lenkungs- und Anreizwirkung gewährleistet und wieder hergestellt wird. Dies dient auch zur Umsetzung der WRRL und Maßnahmen zur wasserbezogenen Klimaanpassung.

Gleiches gilt für die Abwasserabgabe. Auch diese sollte überprüft reformiert und unter Berücksichtigung der Preisentwicklung zur Erreichung der Lenkungswirkung fortentwickelt werden. Dabei sollte ihre Zweckbindung um Maßnahmen zu Klimaanpassung im Wasserbereich erweitert werden.

157 Land

Die Enquetekommission empfiehlt, kleinere Deichverbände zu unterstützen. Es sollte geprüft werden, wie – ergänzend zu verstärkter Beratung, Organisationsreformen und Kooperationen – Deichbaumaßnahmen im Einzelfall auch über das bisher praktizierte Verhältnis von 80 zu 20 hinaus gefördert werden können.

158 Fördergebende

Die Enquetekommission empfiehlt, die bestehende Förderlandschaft zu einem wirkungsorientierten und transparenten System weiterzuentwickeln, das klar auf die Ziele der Klimaanpassung – etwa in den Bereichen Schwammstadtentwicklung und Hochwasserversorge – ausgerichtet ist. Ein mögliches Mittel ist ein wirkungsorientiertes Förderbudget.

In diesem Zusammenhang sollte geprüft werden, wie bestehende Förderbanken zur Vereinfachung der Förderstrukturen eingebunden werden können.

7. Sondervoten zu den Handlungsempfehlungen

Sondervotum der Fraktion der AfD zum Thema Mandat und Klimaschutz – Handlungsempfehlungen Nr. 4, 9 und 10:

Handlungsempfehlung Nr. 9 macht die Sicherung der Wasserverfügbarkeit von der „Begrenzung der Erderwärmung“ abhängig und verknüpft so die Aufgabe der Wasserwirtschaft mit dem globalen Klimaschutz, ebenso die übergreifenden Empfehlungen Nr. 4 und 10. Das Ziel einer resilienten, vorsorgenden Wasserwirtschaft teilt die Fraktion der AfD; der Vermengung des Anpassungsauftrags der Kommission mit dem globalen Klimaschutz ist jedoch zu widersprechen. Die globale Erderwärmung lässt sich durch die Wasserpolitik eines Bundeslandes nicht steuern; eine Empfehlung, die das eine vom anderen abhängig macht, überschreitet den Auftrag und den Wirkungsbereich der Kommission.

Der Auftrag dieser Enquetekommission ist die Anpassung der nordrhein-westfälischen Wasserwirtschaft an veränderte klimatische Bedingungen. Die globale Erderwärmung lässt sich durch die Wasserpolitik eines Bundeslandes nicht steuern; eine Empfehlung, die die Sicherung der Wasserverfügbarkeit von der „Begrenzung der Erderwärmung“ abhängig macht (Handlungsempfehlung Nr. 9), überschreitet daher den Auftrag und den Wirkungsbereich der Kommission. Sinnvoll und wirksam sind dagegen Maßnahmen der Klimafolgenanpassung und der Vorsorge, die unabhängig vom globalen Temperaturpfad einen Nutzen stiften, sogenannte No-regret-Maßnahmen wie Speicherung, Rückhalt, Verbundsysteme, Substanzerhalt und ein robustes Risikomanagement.

Die Handlungsempfehlungen Nr. 4, 9 und 10 sind auf die Klimafolgenanpassung und die Vorsorge zu fokussieren; auf die Vermengung mit dem globalen Klimaschutz ist zu verzichten. Die Ermittlung des finanziellen Aufwands (Handlungsempfehlung Nr. 4) sollte sich auf die Anpassung der Wasserinfrastruktur beziehen. Die Bedeutung des Wassers als Vorsorgefrage (Handlungsempfehlung Nr. 10) ist zu unterstützen, sofern sie nüchtern als Aufgabe der Daseinsvorsorge und nicht ideologisch überhöht verstanden wird. Die der Anpassungsplanung zugrunde gelegten Klimaszenarien sind in ihrer Bandbreite realistisch zu wählen.

Eine wirksame, bezahlbare und resiliente Wasserwirtschaft entsteht durch konkrete Vorsorge, nicht durch die Übernahme eines globalen Klimaschutzanspruchs, den die Wasserpolitik des Landes nicht einlösen kann.

Sondervotum der Fraktion der AfD zu den Themen Kommunen, Eigenvorsorge und Versicherung – Handlungsempfehlungen Nr. 7, 42, 53 und 60:

Diese Handlungsempfehlungen betreffen die wassersensible Siedlungsentwicklung (Nr. 7 und 60), die Eigenvorsorge der Bürger (Nr. 53) und die Prüfung einer verpflichtenden Elementarschadensversicherung (Nr. 42). Die Ziele der Vorsorge sind zu unterstützen; gegen Zwangsverbindlichkeiten ohne gesicherte Finanzierung und gegen Versicherungspflichten ist jedoch Widerspruch zu erheben.

Die Prinzipien der Schwammstadt und der wassersensiblen Siedlungsentwicklung sind sinnvoll und über ein Landesprogramm sowie Anreize zu fördern; auch die Anpassung der Bemessungsgrundlagen an veränderte Niederschlagsmuster ist mitzutragen. Gegen die in den Handlungsempfehlungen Nr. 7 und 60 vorgesehene „verbindliche" Verankerung als pauschale Pflicht ist jedoch Widerspruch zu erheben. Maßgeblich sind die kommunale Planungshoheit und das Konnexitätsprinzip nach Art. 78 Abs. 3 der Landesverfassung: Überträgt das Land den Kommunen neue Pflichten, hat es für deren Finanzierung einzustehen. Die in Handlungsempfehlung Nr. 7 selbst angesprochene Klärung von Zuständigkeiten und Finanzierung ist daher vorab und verbindlich zugunsten der Kommunen zu regeln.

Die in Handlungsempfehlung Nr. 53 vorgesehene Stärkung der privaten Eigenvorsorge durch steuerliche Anreize und Haftungsprivilegien ist nachdrücklich zu unterstützen. Der in Handlungsempfehlung Nr. 42 angelegte Weg einer verpflichtenden Elementarschadensversicherung ist hingegen abzulehnen. Eine Pflichtversicherung belastet Eigentümer unabhängig von ihrem tatsächlichen Risiko und kann in stark gefährdeten Lagen zu hohen Prämien führen; vorzuziehen sind freiwillige Lösungen, eine transparente Risikoinformation und Anreize zur baulichen Eigenvorsorge. Die interkommunale Kooperation, etwa die freiwillige Übernahme von Aufgaben durch die sondergesetzlichen Wasserverbände auf Wunsch ihrer Mitglieder, ist zu fördern, nicht zu erzwingen.

Sondervotum der Fraktion der AfD zu den Themen Eigentum, Flächen und Renaturierung – Handlungsempfehlungen Nr. 23, 24, 26, 50 und 138:

Mehrere Handlungsempfehlungen betreffen den Zugriff auf Flächen für wasserwirtschaftliche und ökologische Zwecke: das Vorkaufsrecht (Nr. 23), multifunktionale Flächen und die eigendynamische Gewässerentwicklung (Nr. 24), die Renaturierungsoffensive (Nr. 26), Flächenziele für Retentions-

räume (Nr. 50) sowie vorrangige Flächen „in Anlehnung an die Systematik von Windvorranggebieten“ (Nr. 138). Die wasserwirtschaftlichen Ziele sind zu teilen; auf dem Vorrang von Freiwilligkeit, Flächentausch und Entschädigung vor Zwang ist jedoch zu bestehen.

Flächen für Retention, Auen und Renaturierung sind vorrangig über freiwillige Instrumente zu sichern: über Ankauf zu fairen Bedingungen, Flächentausch, Bodenordnung und Flurbereinigung sowie Ausgleichszahlungen (vgl. Handlungsempfehlung Nr. 50). Das Vorkaufsrecht nach § 99a WHG und, als äußerstes Mittel, die Enteignung sind nur im begründeten Einzelfall und unter strenger Verhältnismäßigkeit einzusetzen; die in Handlungsempfehlung Nr. 23 angelegte Ausrichtung auf einen „konsequenten“ Flächenzugriff ist entsprechend zu relativieren. Ausdrücklich zu begrüßen ist, dass Handlungsempfehlung Nr. 24 die eigendynamische Gewässerentwicklung von der vorhandenen Flächenverfügbarkeit abhängig macht und frühzeitige Regelungen zu Haftung, Entschädigung und Nutzungskonflikten zur Sicherung der Rechte der Eigentümer fordert; diese Sicherungen sind auf alle flächenbezogenen Instrumente zu erstrecken.

Eine Renaturierungsoffensive (Handlungsempfehlung Nr. 26) ist nur dort durchzuführen, wo Flächen tatsächlich verfügbar sind; eine übermäßige Flächeninanspruchnahme zulasten der Landwirtschaft und des Eigentums ist zu vermeiden, zumal der Bericht die Flächenverfügbarkeit selbst als zentrales Querschnittsthema benennt (vgl. Bericht, Abschnitt 3.1.5). Die geforderte Auflösung des Konflikts zwischen dem FFH-Recht und der Wasserrahmenrichtlinie ist zu begrüßen, da sie Doppelprüfungen abbaut. Der in Handlungsempfehlung Nr. 138 vorgeschlagene Flächenvorrang „in Anlehnung an die Systematik von Windvorranggebieten“ ist allenfalls für die Daseinsvorsorge, den Trinkwasserschutz und den Hochwasserschutz, vertretbar; er darf nicht zu einem pauschalen Vorrang werden, der das Eigentum und die kommunale Planungshoheit verdrängt. Standortentscheidungen bleiben einzelfallbezogen abzuwägen.

Maßgeblich bleibt durchgängig der Vorrang von Freiwilligkeit, Flächentausch und fairer Entschädigung; ein hoheitlicher Flächenzugriff, einschließlich Vorkaufsrecht und Enteignung, kommt nur als eng begrenztes, streng verhältnismäßiges letztes Mittel in Betracht.

Sondervotum der Fraktion der SPD zum Thema Weiterführung der Stoffstrombilanz zur Sicherung der Grund- und Trinkwasserqualität in NRW – Handlungsempfehlungen Nr. 12 und 59:

In Bezug auf die Beeinträchtigung der Wasserqualität durch die landwirtschaftliche Nutzung von Wirtschaftsdüngern und Pflanzenschutzmitteln ist es der SPD-Fraktion im Landtag NRW ein Anliegen, deutlich zu benennen, dass die derzeitige Aussetzung der Stoffstrombilanz nicht bedeutet,

dass es in Nordrhein-Westfalen keine Nitrat-belasteten oder eutrophierten Gebiete mit entsprechendem Handlungsbedarf gibt, im Gegenteil:

1. Seit Dezember 2025 ist die Landesdüngeverordnung in Nordrhein-Westfalen außer Kraft gesetzt, da das Bundesverwaltungsgericht (BVerwG) geurteilt hatte, dass deren bundesrechtliche Ermächtigungsgrundlage (§ 13a Abs. 1 Düngeverordnung) zur Ermittlung von Nitrat belasteten Gebiete formell-rechtlich nicht hinreichend geregelt ist. Jedoch bleibt die fachliche Erforderlichkeit wirksamer Maßnahmen zur Verringerung von Nährstoffeinträgen materiell unberührt; infolge fordert das BVerwG ein nationales Aktionsprogramm zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen.[31] So fordert die Nitratinitiative (BDEW, ver.di und zehn Umweltverbände) den Bund auf, zeitnah eine rechtssichere Ermächtigungsgrundlage vorzulegen, um mit den Bundesländern tragfähige Nitrat-Ausweisungen vorzulegen, die den Gewässerschutzstandards und den EU-rechtlichen Vorgaben entsprechen.[32]

2. Das Ministerium für Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW hingegen begrüßt die Abschaffung der Stoffstrombilanz ausdrücklich als Entlastung nordrhein-westfälischer Landwirte von strengen Düngeauflagen.[33] Mit der Stoffstrombilanzierung mussten bestimmte landwirtschaftliche Betriebe bisher jährlich ihre Nährstoffzufuhr und -abgabe darlegen.

3. Die Tatsache, dass die Stoffstrombilanz aktuell ausgesetzt ist und es keine Transparenz über nitratbelastete und eutrophierte Gebiete gibt, bedeutet allerdings nicht, dass keine Grenzwertüberschreitungen von 50mg Nitrat pro Liter Grund- oder Trinkwasser[34] in Nordrhein-Westfalen stattfinden. Im Gegenteil: Die gemeinnützige Umweltschutzorganisation „VSR-Gewässerschutz“ kam zu dem Ergebnis, dass die Schwellenwerte des oberflächennahen Grundwassers von Privatbrunnen in NRW zwischen 2019 und 2024 überschritten wurden. Im Kreis Heinsberg war dies sogar bei mehr als 50 Prozent der Brunnen der Fall. In den besonders von Nitrat belasteten „roten Gebieten“ darf laut EU-Vorgaben

31 UBA: Indikator: Nitrat im Grundwasser. Verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/indikator-nitrat-im-grundwasser#die-wichtigsten-fakten, Zugriff am 26.06.2026.

32 BDEW (2026): Nitratinitiative: Bundesverwaltungsgericht unterstreicht hohen Stellenwert des Gewässerschutzes im Düngerecht. Verfügbar unter: https://www.bdew.de/presse/bundesverwaltungsgericht-gewaesserschutzes-duengerecht-nitrat/, Zugriff am 26.06.2026.

33 MLV (2026). Nach Entscheidung des Bundesverwaltungsgerichts: Land NRW schafft Rechtssicherheit durch Aufhebung der Landesdüngeverordnung. Verfügbar unter: https://www.mlv.nrw.de/nach-entscheidung-des-bundesverwaltungsgerichts-land-nrw-schafft-rechtssicherheit-durch-aufhebung-der-landesduengeverordnung/, Zugriff am 26.06.2026.

34 UBA: FAQs zu Nitrat im Grund- und Trinkwasser. Verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/grundwasser/nutzung-belastungen/faqs-zu-nitrat-im-grund-trinkwasser#warum-ist-der-grenzwert-der-trinkwasserverordnung-von-50-milligramm-nitrat-je-liter-im-trinkwasser-aus-gesundheitlichen-grnden-wichtig, Zugriff am 26.06.2026.

nur begrenzt gedüngt werden, was laut EU-Kommission für ein Drittel der landwirtschaftlichen Fläche in NRW gilt.[35]

4. Aus diesem Grund sieht die SPD-Fraktion im Landtag NRW weitergehenden Handlungsbedarf und empfiehlt dringend die vorliegende Handlungsempfehlung 59 durch folgenden Wortlaut zu ersetzen:

HE 59 (neu)

Die Enquetekommission empfiehlt, regional bestehende, erhöhte Nährstoffeinträge/ Nitratbelastungen weiterhin differenziert zu betrachten und auszuweisen. **Für die belasteten Gebiete sind anschließend wirksame Maßnahmen für eine Trendumkehr bzw. zum Schutz vor Nitrateinträgen einzuleiten. Grundlage dafür ist eine rechtssichere und bürokratiearme Stoffstrombilanz zur verursachergerechten Anwendung der einschlägigen gesetzlichen Vorgaben auf EU- und Bundesebene.**

Replik der Fraktion der CDU zum Sondervotum der Fraktion der SPD

Die CDU-Fraktion begrüßt die Abschaffung der Stoffstrombilanz durch die Bundesregierung. Hierdurch entsteht Rechtssicherheit und unsere Landwirte werden so von unnötiger Bürokratie entlastet.

Auch ohne Gebietsausweisung ist das Grundwasser nicht schutzlos gestellt: Seit 2017 gilt bundesweit die Obergrenze von 170 Kilogramm organischem Stickstoff pro Hektar. Diese Beschränkung ist in Anhang III der Nitratrichtlinie eigentlich für belastete Gebiete vorgesehen, wurde in Deutschland jedoch flächendeckend eingeführt. Betriebe erheben darüber hinaus bereits umfangreiche Nährstoffdaten (z. B. Düngebedarfsermittlung, Düngemengendokumentation und Ertragsdaten) und Betriebe in den ehemaligen „roten Gebieten" hatten trotz nachweislich gewässerschonender Bewirtschaftung keine Chance, sich von den strengen Auflagen befreien zu lassen.

Bei der Gegenüberstellung der eingesetzten Stickstoffmenge aus Wirtschafts- und Mineraldüngern mit der Nährstoffabfuhr durch die Ernte zeigt sich: Auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen ist der Stickstoffüberschuss in den vergangenen zehn Jahren kontinuierlich gesunken. Im Jahr 2023 wurde mit 54 Kilogramm pro Hektar der bislang niedrigste Wert erreicht. Das Ziel der Landesregierung, den Überschuss bis 2030 auf maximal 60 Kilogramm pro Hektar und Jahr zu reduzieren, ist damit erstmals erfüllt. Maßgeblich dafür sind insbesondere der geringere Einsatz von Mineral-

[35] Vgl. auch LANUK (2025): Jahresbericht. Verfügbar unter: https://www.lanuk.nrw.de/das-lanuk/jahresbericht-2025, Zugriff am 26.06.2026.

dünger, der Abbau der Tierbestände sowie die Verschärfung der Düngeverordnung. Des Weiteren ist durch eine Aufhebung des Umbruchszwangs für extensivierte Feldgrasflächen – und damit des Risikos des Verlustes des Ackerstatus – eine Verringerung der Stickstoffmineralisation aus der Grasnarbe zu erwarten.

Wir stehen umfänglich zu der geeinten Handlungsempfehlung 59. Bei belasteten Messstellen müssen Ursachen und Verursacher fachlich ermittelt und nachfolgend verursachergerechte Maßnahmen zur Trendumkehr bzw. zum Schutz vor weiteren Nitrateinträgen eingeleitet werden.

Wir setzen uns weiter für eine verursachergerechte, betriebsbezogene Differenzierung im Düngerecht ein, die vorhandene betriebliche Daten nutzt und die Landwirte von Bürokratie entlastet, ohne den Gewässerschutz zu vernachlässigen.

Die Behauptung der SPD-Fraktion (Punkt 3), dass es keine Transparenz über nitratbelastete Gebiete gibt, entspricht zudem nicht der tatsächlichen Faktenlage. Tatsächlich betreibt Nordrhein-Westfalen weiterhin zahlreiche Messstellen zur Erfassung der Nitratbelastung im Grundwasser. Deren Ergebnisse sind online beim Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen einsehbar.[36]

Wasser aus Privatbrunnen, welches der Eigenwasserversorgung dient – einschließlich der Versorgung von Mietwohnungen, muss der Trinkwasserverordnung entsprechen. Die Wasserqualität wird regelmäßig durch qualifizierte und akkreditierte Labore überprüft; bei der Probenentnahme sind festgelegte Standards einzuhalten, für die eine entsprechende Zulassung erforderlich ist. Außerdem können Messergebnisse beispielsweise durch den Aufbau des Privatbrunnens, seine Lage, seine Tiefe und sogar durch Art und Beschaffenheit der Flasche, in die das Wasser abgefüllt wird, beeinflusst werden.

Vor diesem Hintergrund ist es aus unserer Sicht entscheidend, bei der Bewertung der Trinkwasserqualität auf belastbare, fachgerecht erhobene Daten zurückzugreifen.

Replik der Fraktion von Bündnis 90/Die Grünen zum Sondervotum der Fraktion der SPD

Die Fraktion von Bündnis 90/Die Grünen sieht die im Sondervotum der SPD hervorgehobene Bedeutung eines wirksamen Schutzes des Grund- und Trinkwassers vor Nitrateinträgen. Eine wirksame und verursachergerechte Ausgestaltung des Düngerechts setzt hierfür eine belastbare Da-

[36] LANUK: Umweltindikatoren NRW. Nitratkonzentration im Grundwasser. Verfügbar unter: https://umweltindikatoren.nrw.de/boden-und-wasser/nitratkonzentration-im-grundwasser, Zugriff am: 15.07.2026.

tengrundlage voraus, die eine möglichst einzelbetriebliche Bewertung des Nährstoffmanagements ermöglicht.

Aus Sicht der Fraktion von Bündnis 90/Die Grünen sollte dieses Ziel durch eine Weiterentwicklung der Nährstoffdokumentation hin zu einem digitalen, praxisnahen und rechtssicheren System erreicht werden. Ein solches System muss den Anforderungen eines wirksamen Gewässer- und Grundwasserschutzes ebenso gerecht werden wie den berechtigten Interessen der landwirtschaftlichen Betriebe an einer möglichst unbürokratischen Umsetzung.

Vor diesem Hintergrund unterstützt die Fraktion von Bündnis 90/Die Grünen den bereits von den Regierungsfraktionen eingeschlagenen Weg, ein praxisnahes digitales Nährstoffdokumentations- und Meldesystem für Nordrhein-Westfalen aufzubauen. Das bestehende Düngeportal Nordrhein-Westfalen sollte hierfür konsequent weiterentwickelt werden. Dabei sollten bewährte digitale Ansätze berücksichtigt werden, um eine transparente, überprüfbare und verursachergerechte Dokumentation des betrieblichen Nährstoffmanagements zu ermöglichen. Auf dieser Grundlage können düngerechtliche Regelungen künftig stärker verursachergerecht, binnendifferenziert und rechtssicher ausgestaltet werden.

Ergänzend sind das landesweite Nährstoffmonitoring sowie das Messstellennetz weiter auszubauen und kontinuierlich fortzuentwickeln. Die jüngeren rechtlichen Entwicklungen zur Ausweisung belasteter Gebiete verdeutlichen, dass belastbare Daten künftig noch stärker Voraussetzung für eine rechtssichere und verursachergerechte Ausgestaltung wasser- und düngerechtlicher Regelungen sein werden.

Die Fraktion von Bündnis 90/Die Grünen sieht in diesem Ansatz einen geeigneten Weg, den Schutz der Grund- und Trinkwasserressourcen nachhaltig zu stärken und zugleich die Digitalisierung, Praxistauglichkeit und Rechtssicherheit im Düngerecht weiterzuentwickeln.

8. Sondervoten zu den Kapiteln 2 bis 5

Sondervotum der Fraktion der AfD zum Thema Sanierungsbedarf und Investitionsstau – Kapitel 2.2

Über den eigentlichen Befund des Kapitels 2.2 besteht in der Sache kein Streit. Dass das wasserwirtschaftliche Anlagevermögen in die Jahre gekommen ist, dass weite Teile des Netzes aus den 1950er und 1960er Jahren stammen und ein erheblicher Sanierungs- und Investitionsbedarf besteht, ist durch die Aktenlage gedeckt und bildet eine tragfähige Grundlage der weiteren Beratung. Diese Sachdarstellung trägt die Fraktion der AfD ausdrücklich mit.

Der Vorbehalt gilt nicht der Beschreibung, sondern den Stellen, an denen das Kapitel über die nüchterne Befundaufnahme hinausgeht und in Wortwahl und Akzent bereits eine Wertung vorwegnimmt: dem politisch vorgeprägten Begriff der „Generationenschuld“ in Abschnitt 2.2.4.1 und der Art, in der das Wasserentnahmeentgelt eingeführt wird und die als Vorgriff auf eine spätere Anhebung gelesen werden könnte. In beiden Fällen geht es nicht um den Inhalt, sondern um die Tonlage und gerade ein Grundlagenkapitel sollte wertneutral bleiben.

Die wasserwirtschaftliche Infrastruktur ist Daseinsvorsorge; ihr Substanzerhalt hat Vorrang. Der im Kapitel zutreffend beschriebene Sanierungsrückstau ist real und vorrangig abzubauen, durch verlässliche, bedarfspriorisierte Investitionen, durch die Beschleunigung von Genehmigungs- und Planungsverfahren sowie durch sparsame Mittelverwendung. Er ist hingegen nicht durch neue oder erhöhte Abgaben zulasten der Bürger, der Landwirtschaft und der Industrie zu finanzieren. Die Verantwortung gegenüber künftigen Beitrags- und Gebührenzahlern verlangt sachliche Priorisierung, keine ideologische Aufladung.

Der Bericht beschreibt es als Kernaufgabe der Wasserwirtschaft, die Infrastruktur zu erhalten und „keine Generationenschuld aufzubauen“. Der Begriff der „Generationenschuld“ ist sachlich entbehrlich und politisch vorgeprägt: Er überträgt eine aus der allgemeinen klimapolitischen Debatte stammende Schuldrhetorik auf einen rein wasserwirtschaftlichen, technisch-finanziellen Sachverhalt. Gemeint und belegt ist ein Sanierungs- und Investitionsrückstau, dessen Lasten bei unterlassener Erneuerung auf künftige Beitrags- und Gebührenzahler verlagert würden. Genau dies sollte der Bericht auch so benennen, nüchtern und ohne wertende Konnotation.

Die Darstellung des Wasserentnahmeentgelts (WasEG), derzeit 5 Cent je Kubikmeter, 3,5 Cent für Kühlwasser in Kreislaufführung, 0,35 Cent für industrielle Durchlaufkühlung, ist als Beschreibung des geltenden Rechtsrahmens zutreffend. Sie darf jedoch nicht als Vorgriff auf eine spätere Empfehlung zur Anhebung oder „Reform“ des Entgelts gelesen werden. Bereits an dieser Stelle ist darauf

hinzuweisen, dass die nordrhein-westfälischen Entgeltsätze, wie der Bericht an anderer Stelle selbst festhält, im Vergleich der Länder, die ein Entgelt erheben, auf niedrigem Niveau liegen und dass dieser Standortvorteil zu wahren ist. Die in späteren Kapiteln diskutierte Verschärfung der Lenkungswirkung ist abzulehnen. Das Grundlagenkapitel ist wertneutral zu halten.

Der Bericht beziffert den bundesweiten Investitionsbedarf, gestützt auf eine vom Verband kommunaler Unternehmen beauftragte Studie, auf rund 40 Milliarden Euro jährlich über die kommenden zwanzig Jahre; etwa 450 Milliarden Euro entfielen allein auf die kommenden zehn Jahre bis 2034, davon ein Drittel auf die Trinkwasser- und zwei Drittel auf die Abwasserinfrastruktur. Ein Großteil des Leitungsnetzes stammt aus den 1950er und 1960er Jahren und nähert sich mit einer veranschlagten Nutzungsdauer von 50 bis 80 Jahren dem Ende. Diese Befunde sind nicht strittig. Zugleich dokumentiert der Bericht an anderer Stelle, dass langwierige Genehmigungs- und Planungsverfahren, mit Verfahrenszeiten von mehreren Jahren bis zu einem Jahrzehnt, den Substanzerhalt zusätzlich belasten und erhebliche Mehrkosten verursachen. Beides zusammen stützt die Schlussfolgerung, dass Beschleunigung und Priorisierung, nicht zusätzliche Abgaben, der sachgerechte Weg sind.

Sondervotum der Fraktion der AfD zum Thema Szenarienwahl – Kapitel 2.3

Dieses Sondervotum betrifft die Szenarienwahl in Abschnitt 2.3.4 sowie die im Fazit (Abschnitt 2.3.5) gesetzte normative Rangfolge. Gegen die übrige Sachdarstellung des Kapitels, die Beschreibung der beobachteten und projizierten Veränderungen, die Einführung in die Klimaprojektionen und die regionale Differenzierung, bestehen keine Einwände. Die Szenarienwahl ist gleichwohl keine technische Detailfrage: Sie bestimmt die Dimensionierung und damit die Kosten sämtlicher nachgelagerter Anpassungsmaßnahmen und ist daher von grundlegender haushalterischer und ordnungspolitischer Bedeutung.

Der Bericht legt der Klimaanpassung keine ausdrückliche Regelbemessung zugrunde. Er empfiehlt, Klimaanpassungsmaßnahmen „an einer Bandbreite möglicher Szenarien“ zu orientieren, und bezieht dabei die „Berücksichtigung von Szenarien mit hohen klimatischen Belastungen“ ein (vgl. Bericht, Abschnitt 2.3.4, Unterabschnitt „Vorsorgeprinzip und Verantwortung“). Damit bleibt der maßgebliche Planungspfad unbenannt und die Heranziehung des Extremszenarios unbegrenzt. Das ist unzureichend: In der praktischen Umsetzung lässt eine derart offene Vorgabe eine faktische Überdimensionierung am ungünstigsten Pfad zu, ohne dass hierfür ein sachlicher Maßstab benannt wäre.

Die Wasserwirtschaft ist Daseinsvorsorge. Ihre Bemessung hat sich an der wahrscheinlichen Entwicklung zu orientieren und gegenüber der gesamten Bandbreite der Projektionen robust zu sein; sie

darf weder einseitig am ungünstigsten noch am günstigsten Modell ausgerichtet werden. Vorsorge im sachgerechten Sinne bedeutet, besonders schadensempfindliche kritische Infrastrukturen gegen Extremfälle abzusichern, nicht aber, den Regelfall flächendeckend nach dem unwahrscheinlichsten Pfad zu überdimensionieren. Den Maßstab hierfür liefert der Bericht selbst: Unter Bezugnahme auf den Climate Action Tracker weist er für die Fortführung der gegenwärtigen Maßnahmen eine Spanne von 2,2 °C bis 3,4 °C mit einem Medianwert von 2,7 °C aus, der „etwa dem RCP6.0-Szenario" entspricht; bei Umsetzung der bis 2030 zugesagten Beiträge sinkt der Median auf 2,5 °C (vgl. Bericht, Abschnitt 2.3.4). Der wahrscheinliche Entwicklungspfad liegt damit nach den berichtseigenen Daten im mittleren Bereich um RCP6.0, nicht bei RCP8.5.

Dieser Befund wird durch externe Quellen bestätigt: Der UNEP Emissions Gap Report 2025 verortet den Pfad der gegenwärtigen Politiken bei etwa 2,8 °C und denjenigen der zugesagten Beiträge bei 2,3 °C bis 2,5 °C. Eine vorrangige Stützung der Regelbemessung auf RCP8.5 entspricht zudem nicht mehr dem aktuellen wissenschaftlichen Stand. Das für den kommenden Sachstandsbericht des Weltklimarats maßgebliche Szenarienrahmenwerk ScenarioMIP im Rahmen von CMIP7 stuft die hohen Emissionsniveaus von SSP5-8.5 beziehungsweise RCP8.5 für das einundzwanzigste Jahrhundert ausdrücklich als implausibel ein und entfernt sie aus dem prioritären Szenariensatz (vgl. Van Vuuren et al. 2026, Geoscientific Model Development 19, S. 2627–2656); bereits Hausfather und Peters kritisierten RCP8.5 als unrealistisches „Weiter-wie-bisher"-Szenario (vgl. Nature, Band 577, 2020). Das Extremszenario gehört daher in die Stresstest-Betrachtung, nicht in die Regelbemessung.

Über die Szenarienwahl hinaus überschreitet der Bericht an zwei Stellen die Grenzen des Kommissionsauftrags. Die Formulierung, die Erderwärmung müsse „so weit wie möglich begrenzt werden" (vgl. Bericht, Abschnitt 2.3.4), vermengt die globale Klimaschutzpolitik mit dem Anpassungsauftrag der Kommission. Die globale Erwärmung ist durch das Land Nordrhein-Westfalen nicht steuerbar; der Einsetzungsbeschluss richtet das Mandat auf die Anpassung an bereits eintretende Veränderungen. Die im Fazit gewählte Wendung von „noch dringenderen Klimaschutzmaßnahmen" sowie die als Tatsache formulierte Aussage über die „Kosten des Nichtstuns" (vgl. Bericht, Abschnitt 2.3.5 [Fazit]) setzen eine politische Prioritätenordnung, die nicht zum Auftrag einer Wasser-Enquetekommission gehört, und beruhen auf modellabhängigen Szenarioannahmen, die nicht als belegte Gewissheit dargestellt werden dürfen.

Die Fraktion der AfD vertritt daher die abweichende Auffassung, dass der Regelbemessung der Klimaanpassung ein mittleres, dem tatsächlichen globalen Emissionspfad entsprechendes Szenario der Bereiche RCP4.5 beziehungsweise RCP6.0 zugrunde zu legen ist, das mit dem berichtseigenen Medianwert von 2,7 °C übereinstimmt. Das Extremszenario RCP8.5 ist auf die Funktion eines ergänzenden Stresstests für besonders schadensempfindliche kritische Infrastrukturen zu beschränken; auf diese Weise bleibt der Vorsorgegedanke gewahrt, ohne dass der Regelfall unverhältnismäßig überdimensioniert wird. Globale Minderungsappelle sind als eine außerhalb des Kommissionsman-

dats liegende Aufgabe zu kennzeichnen, und die Maßnahmen sind nach ihrem Kosten-Nutzen-Verhältnis zu ordnen, wobei solchen Maßnahmen Vorrang gebührt, die unabhängig vom tatsächlich eintretenden Klimapfad nutzen (No-regret-Maßnahmen). Wirksame Klimaanpassung und ein sparsamer Umgang mit öffentlichen Mitteln stehen nicht im Gegensatz zueinander.

Sondervotum der Fraktion der AfD zum Thema Flächenzugriff, Eigendynamik und Renaturierung – Kapitel 3.1

Intakte Ökosysteme erfüllen handfeste wasserwirtschaftliche Funktionen: Auen und Feuchtgebiete dämpfen als natürliche Speicher die Hochwasserspitzen, naturnahe Böden erhöhen die Versickerung, Vegetation mindert städtische Hitze. Diese Zusammenhänge erkennt die Fraktion der AfD ausdrücklich an, und sie teilt die Einordnung vieler Maßnahmen, wie Entsiegelung, Grün- und Wasserflächen, naturnaher Hochwasserschutz als „No-regret"-Maßnahmen, die unabhängig vom konkreten Klimapfad nutzen. Strittig ist nicht das Ziel des Ökosystemschutzes, sondern sein Maßstab und seine Instrumente: Die in den Abschnitten 3.1.5 bis 3.1.7 erhobenen Anforderungen greifen zu weit auf Flächen zu und folgen einem Leitbild, das den berechtigten menschlichen Nutzungsanspruch zurückdrängt.

In einem der am dichtesten besiedelten Länder der Bundesrepublik muss Ökosystemschutz die Kulturlandschaft und ihre Nutzung als gleichrangige Schutz- und Gestaltungsgüter begreifen. Die Legitimation von Schutzmaßnahmen erwächst aus ihrer Funktion, Wasserrückhalt, Hochwasserschutz, Kühlung, Sicherung der Trinkwasserversorgung, die der Bericht selbst überzeugend herausarbeitet, nicht aus einem abstrakten Leitbild ungestörter „Eigendynamik". Soweit der Bericht Ökosystemen einen „Eigenwert" zuschreibt, ist dem ein funktionaler, am Menschen und an der Versorgungssicherheit orientierter Maßstab entgegenzusetzen. Maßnahmen sind dort vorrangig, wo sie einen nachweisbaren wasserwirtschaftlichen Nutzen erbringen, und sie sind nach ihrem Kosten-Nutzen-Verhältnis zu ordnen.

Der Bericht beschreibt die Flächenverfügbarkeit zu Recht als zentrales Querschnittsthema, zieht daraus jedoch unverhältnismäßige Schlüsse. In Abschnitt 3.1.5 wird ein aktives Flächenmanagement durch Ankauf, Tausch, Vorkaufsrechte und Nutzungsänderungen „bis hin zur Enteignung an besonders bedeutenden Standorten" gefordert (vgl. Bericht, Abschnitt 3.1.5); hinzu treten ein pauschales Flächenziel von zwei Prozent zusätzlicher Entwicklungsflächen für Fließgewässer sowie, in Abschnitt 3.1.6, das Ziel eines Biotopverbunds auf fünfzehn Prozent der Landesfläche (derzeit 8,8 Prozent) und das unionspolitische Ziel der EU-Biodiversitätsstrategie 2030, in den Mitgliedstaaten 25.000 Kilometer frei fließender Flussabschnitte wiederherzustellen (vgl. Bericht, Abschnitt 3.1.6). Jeder faktische Enteignungsdruck ist abzulehnen. Flächenbedarf ist vorrangig über Freiwilligkeit, Flächentausch und faire Entschädigung zu decken; eine Enteignung kommt allenfalls als eng be-

grenzte letzte Maßnahme unter strenger Verhältnismäßigkeitsprüfung in Betracht. Pauschale Flächenprozentziele zulasten der land- und forstwirtschaftlichen Nutzung sind abzulehnen. Dass der Bericht selbst die hohe Flächennutzungskonkurrenz in NRW betont, ist dabei ein Argument für Zurückhaltung, nicht für einen Ausbau hoheitlicher Zugriffsrechte.

In Abschnitt 3.1.7 fordert der Bericht „größere Räume, in denen menschliche Einflüsse zurücktreten und sich Ökosysteme wieder selbst organisieren und regulieren können", stuft großräumige, intensiv genutzte Kulturlandschaften als „zu naturfern" ein und hält eine „grundlegende Überprüfung gegenwärtiger Formen der Landnutzung" für erforderlich (vgl. Bericht, Abschnitt 3.1.7). Diese Stoßrichtung wird der Realität Nordrhein-Westfalens nicht gerecht. NRW ist eine über Jahrhunderte gewachsene Kulturlandschaft; deren Pflege und Bewirtschaftung ist nicht ein Defizit, sondern ein legitimer und vielfach selbst klimawirksamer Beitrag, etwa durch bewirtschaftete Wälder, Grünland und Auen mit ihrer Verdunstungs-, Rückhalte- und Kühlleistung. An die Stelle einer großflächigen Nutzungsaufgabe haben gezielte, örtlich begrenzte und kosten-nutzen-geprüfte naturnahe Maßnahmen zu treten, etwa die Aufweitung einzelner Uferabschnitte oder die Reaktivierung von Sekundärauen dort, wo Flächen freiwillig verfügbar sind.

Mehrere Befunde des Berichts sind ausdrücklich mitzutragen und hervorzuheben. Der in Abschnitt 3.1.6 beschriebene Konflikt zwischen den Umsetzungsfahrplänen der Wasserrahmenrichtlinie und den FFH-Maßnahmenkonzepten, der dazu führen kann, dass ökologisch sinnvolle Gewässermaßnahmen aus Gründen eines konservierenden Naturschutzes blockiert werden, ist zügig im Sinne einer Harmonisierung aufzulösen (vgl. Bericht, Abschnitt 3.1.6). Ebenso ist die Feststellung zu teilen, dass das Vollzugsdefizit nicht auf fehlende Rechtsinstrumente, sondern auf mangelnde Umsetzungskapazitäten zurückgeht; daraus folgt die Notwendigkeit beschleunigter Verfahren und „verhältnismäßiger, wirtschaftlich vertretbarer Auflagen", wie der Bericht sie selbst anspricht. Schließlich ist die in den vergangenen Jahrzehnten bereits deutlich verbesserte Gewässergüte anzuerkennen, die der Bericht selbst als wichtigen Erfolg der bisherigen Maßnahmen würdigt (vgl. Bericht, Abschnitt 3.1.5); sie mahnt zu einer realistischen, nicht dramatisierenden Bewertung des verbleibenden Handlungsbedarfs.

Sondervotum der Fraktion der AfD zum Thema Lösungsansätze – Kapitel 3.2

Kapitel 3.2 sucht nach Lösungen, und es tut dies in weiten Teilen überzeugend; das Ziel der Versorgungssicherheit und der Vorrang der öffentlichen Trinkwasserversorgung als Aufgabe der Daseinsvorsorge sind uneingeschränkt zu teilen. An einem Punkt jedoch ist gegenzusteuern: Zwischen den Lösungsansätzen in Abschnitt 3.2.3 klingt eine Rangordnung an, die den Ausbau der Versorgung und überregionale Lösungen einem Vorrang des Verbrauchsverzichts unterordnet. Dieses Sonder-

votum setzt dem eine technologieoffene, konsequent an der Versorgungssicherheit ausgerichtete Linie entgegen.

Die sichere Versorgung der Bevölkerung mit Trinkwasser hat höchste Priorität. Effizienz und Wassersparen sind dort sinnvoll, wo sie wirtschaftlich sind; sie sind jedoch kein Ersatz für eine gesicherte Versorgung. Der Vorrang ortsnaher Wassergewinnung nach § 50 Abs. 2 WHG ist zu wahren, darf aber nicht zu einem Hemmnis für die Versorgungssicherheit werden. Sämtliche Optionen sind technologieoffen und nach ihrem Kosten-Nutzen-Verhältnis zu prüfen.

Der Bericht referiert die Auffassung, Verbund- und Fernwasserversorgung seien erst als „allerletzte Option" nach Ausschöpfung von Einsparpotenzialen bei Bürgern und Industrie in Betracht zu ziehen (vgl. Bericht, Abschnitt 3.2.3.1). Diese Rangordnung ist abzulehnen. Verbundnetze und Fernwasser sind bundesweit etablierte und bewährte Instrumente und als gleichrangige Resilienzoptionen zu behandeln. Zugleich sind die im Bericht angeführten Ansätze ausdrücklich zu unterstützen: die flexiblere Bewirtschaftung der Talsperren nach dem Vorbild der Novelle des Ruhrverbandsgesetzes, die Mehrzwecknutzung und gegebenenfalls Erhöhung bestehender Talsperren, für Trinkwasser, Hochwasserschutz, Naherholung und, wo geeignet, Pumpspeicher zur Netzstabilisierung, der Einsatz von Hochbehältern sowie die Digitalisierung und der KI-gestützte Betrieb zur Leckageerkennung und Verbrauchsprognose. Ergänzend sind die künstliche Grundwasseranreicherung und die Uferfiltration als technologieoffene Optionen ausdrücklich einzubeziehen. Bei der Talsperrenbewirtschaftung ist dem Vorrang der Trinkwasserversorgung Rechnung zu tragen; die im Bericht erörterte Möglichkeit, Mindestabflüsse in begründeten Fällen abzusenken, ist im Rahmen einer sorgfältigen Abwägung zwischen Versorgungssicherheit und ökologischen Belangen zu eröffnen. Da diese Maßnahmen mit hohem Kapitalbedarf verbunden sind, sind die Genehmigungsverfahren zu beschleunigen und die Versorger durch Bürokratieabbau und geeignete Finanzierungsinstrumente zu unterstützen.

Die Lösungsansätze des Kapitels sind so zu fassen, dass die Versorgungssicherheit das leitende Kriterium bleibt und alle technischen Optionen, ortsnahe Gewinnung, Verbund- und Fernwasser, Erhöhung und Flexibilisierung der Talsperren, Speicherung, Grundwasseranreicherung und Digitalisierung, technologieoffen und gleichrangig geprüft werden. Der Verbrauchsverzicht ist eine sinnvolle Ergänzung, aber kein vorrangiges Ordnungsprinzip. Der Vorrang der öffentlichen Trinkwasserversorgung ist verbindlich abzusichern.

Sondervotum der Fraktion der AfD zum Thema Hochwasser und Starkregen – Kapitel 3.3

Dass Menschen vor Hochwasser und Starkregen wirksam zu schützen sind, steht für die Fraktion der AfD außer Frage; ein robuster Hochwasserschutz ist uneingeschränkt geboten. Das Kapitel 3.3 wird dem in weiten Teilen gerecht: Es arbeitet risikobasiert, unterscheidet Schutzgrade, verbindet technische Ertüchtigung mit naturnaher Flächenentwicklung und misst Vorhersage und Frühwarnung zu Recht großes Gewicht bei. Der Widerspruch gilt deshalb nicht dem Schutzziel, sondern einzelnen Akzentuierungen: einer zu pauschalen Kausalaussage zu Kapitelbeginn, der Gewichtung zwischen technischem und naturnahem Schutz, der Reichweite des hoheitlichen Flächenzugriffs sowie der unterschätzten Dringlichkeit von Verfahrensbeschleunigung und Eigenvorsorge.

Hochwasserschutz hat höchste Priorität und ist robust auszugestalten. Technischer und naturnaher Schutz sind keine Gegensätze, sondern zu kombinieren; für dicht besiedelte Gebiete und kritische Infrastrukturen genießt der wirksame technische Schutz Vorrang, weil dort das Schadenspotenzial am größten ist. Hochwasserschutz beruht zugleich, wie der Bericht in Abschnitt 3.3.2.3 zutreffend ausführt, auf einer geteilten Verantwortung von staatlicher Vorsorge und privater Eigenvorsorge. Da die Folgekosten von Schäden den Preis der Vorsorge um ein Vielfaches übersteigen, ist die zügige Umsetzung wirksamer Maßnahmen ein Gebot der Wirtschaftlichkeit.

Die Einleitung des Kapitels stellt die Erwartung, Häufigkeit und Intensität von Starkregen und Hochwasser würden klimawandelbedingt „zunehmen", als gesicherte Grundlage des gesamten Kapitels voran (vgl. Bericht, Kapitel 3.3, Einleitung). Diese Aussage ist stärker zu differenzieren, denn die in der Kommission gehörten Sachverständigen ordnen den Befund vorsichtiger und ortsbezogener ein: Prof. Schüttrumpf betont die starke Abhängigkeit von den lokalen Bedingungen („Hochwasser ist nicht gleich Hochwasser"), der Deutsche Wetterdienst spricht von einer tendenziellen Zunahme. Entscheidend ist: Der Handlungsdruck bedarf dieser pauschalen Kausalaussage gar nicht. Er folgt bereits aus den unstrittigen Gegebenheiten, die der Bericht selbst dokumentiert: Nordrhein-Westfalen zählt zu den vier Bundesländern mit dem höchsten Hochwasserrisiko, weist mit 6,8 Prozent die höchste Flächenbetroffenheit und rund 30.000 betroffene Wohnadressen auf, ist durch Mittelgebirgstopografie mit schmalen Talräumen und durch fortschreitende Flächenversiegelung besonders gefährdet (vgl. Bericht, Abschnitt 3.3.1). Auf diese Faktoren gestützt, bleibt die Begründung robust gegenüber jeder Unsicherheit über das künftige Ausmaß der Entwicklung, ohne den Handlungsbedarf zu relativieren.

Der im Bericht beschriebene kombinierte Ansatz, der nach der Katastrophe von 2021 technische Ertüchtigung mit zusätzlicher Retentionsraumgewinnung verbindet, wie ihn etwa die „Roadmap Krisenhochwasser" und die großräumigen Retentionsprojekte am Rhein verfolgen, ist ausdrücklich zu unterstützen (vgl. Bericht, Abschnitt 3.3.2.2). Der reaktive technische Schutz von Siedlungen

darf dabei nicht zugunsten naturnaher Maßnahmen relativiert werden; beide sind nach Wirksamkeit und Schadenspotenzial einzusetzen. Bei der Bemessung künftiger Anlagen ist ein maßvoller, bewährter Klimazuschlag zu befürworten, wie ihn der Bericht selbst als Empfehlung der Fachwelt anführt (vgl. Bericht, Abschnitt 3.3.2.2) und wie ihn Baden-Württemberg und Bayern seit rund zwei Jahrzehnten in Gestalt des Klimaänderungsfaktors von 1,15 auf den Bemessungswert des hundertjährlichen Hochwassers anwenden, statt einer Überdimensionierung am ungünstigsten denkbaren Fall. Dies entspricht der risikobasierten, nach Schutzgraden differenzierten Logik des Bundesraumordnungsplans Hochwasserschutz und sichert kritische Infrastrukturen verhältnismäßig ab.

Der Bericht benennt die geringe Flächenverfügbarkeit zu Recht als zentrales Umsetzungshindernis (vgl. Bericht, Abschnitt 3.3.4.1). Die hierfür bereitstehenden wasserrechtlichen Instrumente, das Vorkaufsrecht des Landes für unbebaute Flächen nach § 99a WHG sowie die Enteignungsmöglichkeit nach § 71 WHG in Verbindung mit Kapitel 6 LWG, die ausdrücklich auch „grüne“ Hochwasserschutzmaßnahmen erfasst, greifen tief in das Eigentumsgrundrecht ein. Der Flächenbedarf ist vorrangig über Freiwilligkeit, Flächentausch und faire Entschädigung zu decken. Eine Enteignung kommt allenfalls als eng begrenztes letztes Mittel unter strenger Verhältnismäßigkeitsprüfung in Betracht, insbesondere bei naturnahen Maßnahmen, deren Schutzbeitrag im Einzelfall nachzuweisen ist. Die Ausweisung rückgewinnbarer Vorbehaltsgebiete ist nur in transparenter Abwägung und mit verlässlicher Entschädigungsperspektive zulässig. Mit Nachdruck ist davor zu warnen, den Hochwasserschutz pauschal zu einem „überragenden öffentlichen Interesse“ zu erheben, das anderen Rechtsgütern generell vorgeht; der Bericht stellt selbst fest, dass eine solche verbindliche Festschreibung gerade nicht besteht (vgl. Bericht, Abschnitt 3.3.2.2). Sie darf nicht zum Hebel werden, um Eigentumsrechte ohne hinreichende Sicherungen zu überwinden.

Planung, Genehmigung und Umsetzung von Schutzmaßnahmen nehmen nach den Feststellungen des Berichts viele Jahre, bei überregionalen Projekten „mehr als ein Jahrzehnt“ in Anspruch (vgl. Bericht, Abschnitt 3.3.4). Diese Verfahren sind durch Parallelisierung von Prüfschritten, verbindliche Bearbeitungsfristen und vereinfachte Verlängerungen konsequent zu beschleunigen. Zugleich ist die Hochwasservorhersage und Frühwarnung, auch mit Blick auf die Lehren aus der Flutkatastrophe von 2021, prioritär auszubauen; die im Bericht angeführten KI-gestützten Warnsysteme wie „Floodlight“ und „KIWASuS“ weisen den richtigen Weg (vgl. Bericht, Abschnitt 3.3.3.1). In diesem Zusammenhang ist an den Schlussbericht des Parlamentarischen Untersuchungsausschusses II „Hochwasserkatastrophe“ zu erinnern, der unter anderem die ständige Aktualisierung der Hochwassergefahrenkarten, die Ausweitung des Pegelmessnetzes, redundante Warnsysteme und klare Führungsstrukturen angemahnt hat (Drucksache 18/14500, S. 568 ff.); an den dort, auch im Sondervotum der AfD-Fraktion (ebenda, S. 654 ff.), erhobenen Forderungen ist festzuhalten, und ihre konsequente Umsetzung ist anzumahnen. Die private Eigenvorsorge ist durch klare Information und Anreize zu stärken.

Sondervotum der Fraktion der AfD zum Thema Land- und Forstwirtschaft – Kapitel 3.4

Über 33.500 Betriebe bewirtschaften in Nordrhein-Westfalen rund die Hälfte der Landesfläche und tragen Ernährungssicherheit, Kulturlandschaft und die Wirtschaftskraft des ländlichen Raums (vgl. Bericht, Abschnitt 3.4.1). Vor diesem Hintergrund versteht sich dieses Sondervotum als Schutz der landwirtschaftlichen Betriebe vor unverhältnismäßigen Belastungen. Die Darstellung des Kapitels 3.4 ist sachlich und in weiten Teilen tragbar; der Widerspruch beschränkt sich im Kern auf einen einzigen Punkt, die Forderung nach einer flächendeckenden amtlichen Erhebung landwirtschaftlicher Wasserentnahmen und setzt im Übrigen Akzente zugunsten von Versorgungssicherheit, Freiwilligkeit und Bürokratieabbau.

Wasser ist für Pflanzenbau und Tierhaltung unverzichtbar; die sichere Verfügbarkeit von Wasser für die Landwirtschaft ist daher ein Belang der Ernährungssicherheit und angemessen zu gewichten. Die Anpassung an veränderte klimatische Bedingungen gelingt am besten über Freiwilligkeit, Beratung und Förderung, nicht über zusätzliche Auflagen und Abgaben. Eigentum und betriebliche Handlungsfähigkeit der Landwirte sind zu schützen.

Der Bericht referiert die Forderung einzelner Akteure, die Entnahmemengen aller über 33.000 landwirtschaftlichen Betriebe systematisch amtlich zu erheben (vgl. Bericht, Abschnitt 3.4.3). Diese Forderung ist als unverhältnismäßig abzulehnen. Auf die Landwirtschaft entfällt nach den Zahlen des Berichts nur ein Bruchteil der gesamten Wasserentnahme in Nordrhein-Westfalen, rund 0,7 Prozent (vgl. Bericht, Abschnitt 3.4.1); zugleich besteht für relevante Entnahmen ohnehin eine Anzeige- und Genehmigungspflicht. Eine flächendeckende Mess- und Meldebürokratie über 33.500 überwiegend bäuerlich-familiengeführte Betriebe stünde in keinem Verhältnis zu diesem geringen Anteil und zum erwartbaren Erkenntnisgewinn. Die Befreiung landwirtschaftlicher Bewässerungsentnahmen vom Wasserentnahmeentgelt nach § 1 Abs. 2 WasEG ist zu erhalten. Dass selbst Bayern den mit der Novelle des Bayerischen Wassergesetzes zum Jahr 2026 eingeführten „Wassercent“ ohne flächendeckende Messverpflichtung ausgestaltet, die Veranlagung erfolgt nach der genehmigten Jahresmenge oder per Selbstauskunft, und landwirtschaftliche Entnahmen über Freibeträge und Ausnahmetatbestände spürbar entlastet, bestätigt die Angemessenheit dieser Linie.

Studien gehen von einer Verdreifachung des landwirtschaftlichen Wasserbedarfs aus, insbesondere in den Regierungsbezirken Düsseldorf und Köln sowie im westlichen Münsterland (vgl. Bericht, Abschnitt 3.4.2). Daraus folgt die Aufgabe, die Wasserverfügbarkeit für die Landwirtschaft regional vorausschauend zu sichern. Der Zugang zu wasserrechtlichen Genehmigungen ist, wie es bereits die Enquetekommission „Landwirtschaft“ des Landtags Nordrhein-Westfalen empfohlen hat, in Dürre- und Notlagen unter Berücksichtigung der Nutzungskonkurrenzen und des verfügbaren Dargebots zu vereinfachen. Eine effizientere Bewässerung ist über Beratung und Förderung zu unterstützen,

nicht über Zwang: Das Land fördert angepasste Bewässerungstechnik bereits mit bis zu 70 Prozent der Kosten; verlustarme Verfahren wie die Tröpfchenbewässerung oder die sensorgestützte Steuerung sind dort auszubauen, wo sie betrieblich geeignet sind, der Bericht weist zu Recht darauf hin, dass sie sich nicht für alle Kulturen eignen. Ergänzend ist die Nutzung aufbereiteten Brauchwassers nach der EU-Verordnung 2020/741 zügig im deutschen Recht zu ermöglichen, und die bewährten freiwilligen Wasserkooperationen zwischen Landwirtschaft und Wasserversorgern sind fortzuführen.

Für die Forstwirtschaft, die kein Wasser zu Bewässerungszwecken entnimmt, jedoch unter Dürre, Kalamitäten und Vitalitätsverlusten leidet, ist ein pragmatischer, standortangepasster Waldumbau mit robusten Baumarten sowie die im Bericht genannten Förder-, Beratungs- und Forschungsansätze zu unterstützen (vgl. Bericht, Abschnitt 3.4.3); zusätzliche Auflagen sind zu vermeiden.

Sondervotum der Fraktion der AfD zum Thema Wassersensible Entwicklung – Kapitel 3.5

Siedlungen müssen künftig mit Starkregen, Überflutung und städtischer Hitze rechnen; ihre Anpassung daran ist eine wichtige Aufgabe der Daseinsvorsorge. Kapitel 3.5 benennt die Strukturprobleme, hohe Versiegelung, eine an historischen Niederschlägen bemessene Entwässerung, Flächenkonkurrenz im Bestand, zutreffend, und das Leitbild einer wassersensiblen Siedlungsentwicklung ist zu teilen. Vorbehalte bestehen allein gegenüber der Stoßrichtung: der im Kapitel angelegten Verschiebung von freiwilligen, anreizbasierten Instrumenten hin zu verbindlichen Vorgaben, der Ausblendung der damit verbundenen Finanzierungs- und Zuständigkeitsfragen sowie einer zu schwachen Gewichtung von Eigentum, Wohnraumbedarf und Substanzerhalt.

Die „Schwammstadt“ und die wassersensible Stadtentwicklung sind als Leitbild sinnvoll und vielfach „No-regret“. Sie sind über Anreize, Förderung, Beratung und Eigenvorsorge zu verfolgen, nicht über pauschalen Zwang. Die kommunale Planungshoheit ist zu achten; Maßnahmen müssen örtlich angepasst, kosten-nutzen-geprüft und finanziell unterlegt sein. Technische Infrastruktur und blau-grüne Maßnahmen sind, wie der Bericht selbst ausführt, zu kombinieren, nicht gegeneinander auszuspielen.

Der Bericht hält fest, dass freiwillige Instrumente, Empfehlungen und Modellprojekte „wichtige Impulse“ gesetzt hätten, und referiert sodann die Sachverständigenforderung nach „stärkerer Verbindlichkeit“ (vgl. Bericht, Abschnitt 3.5.4.2; Abschnitt 3.5.5.2). Dieser Schritt von der Empfehlung zum verbindlichen Gebot ist abzulehnen. Verbindliche Landesvorgaben, etwa pauschale Entsiegelungsquoten oder Flächenzielvorgaben, greifen in die kommunale Planungshoheit ein und überfordern insbesondere die ohnehin schwer anpassbaren Bestandsquartiere. Die wassersensible Entwicklung

ist rechtlich bereits heute möglich; sie ist über Anreize und die im Bericht zu Recht betonte Eigenverantwortung der Eigentümer voranzubringen. Wo der Bericht selbst feststellt, dass Eigentümer „selbst aktiv werden" und Eigenverantwortung übernehmen müssen, bestätigt er den Vorrang von Anreiz und Mitwirkung vor Zwang.

Der Bericht benennt finanzielle und administrative Hemmnisse als zentrale Umsetzungshürde (vgl. Bericht, Abschnitt 3.5.4.2), zieht daraus aber nicht die gebotene Konsequenz. Jede neue verbindliche Vorgabe des Landes löst nach dem strikten Konnexitätsprinzip des Artikels 78 Absatz 3 der Landesverfassung Nordrhein-Westfalen eine Ausgleichspflicht des Landes aus: Wer bestellt, bezahlt. Angesichts angespannter kommunaler Haushalte sind unfinanzierte Vorgaben abzulehnen. Soweit das Land Standards setzt, hat es die Mehrkosten vollständig auszugleichen; andernfalls bleibt es bei Anreiz- und Förderlösungen.

Vorrang gebührt dem Erhalt und der bedarfsgerechten Ertüchtigung der bestehenden Entwässerungsinfrastruktur, die nach den Feststellungen des Berichts vielfach auf historischen, zehn- bis fünfzigjährigen Bemessungsereignissen beruht und zunehmend an ihre hydraulischen Grenzen stößt (vgl. Bericht, Abschnitt 3.5.3.1). Die Bemessungsgrundlagen sind an aktuelle Niederschlagsdaten anzupassen; dezentrale Rückhaltung und Entsiegelung ergänzen die technische Kapazität. Zugleich ist der im Kapitel benannte Zielkonflikt zwischen Wohnraumbedarf, Nachverdichtung und Klimaanpassung (vgl. Bericht, Abschnitt 3.5.4.1) im Sinne einer ausgewogenen Abwägung zu lösen: Der dringende Bedarf an bezahlbarem Wohnraum und die Eigentumsrechte dürfen nicht pauschalen Klimaanpassungsvorgaben untergeordnet werden.

Sondervotum der Fraktion der AfD zum Thema Wasserbezogene Risiken – Kapitel 3.6

Der Schutz der Gesundheit vor wasserbezogenen Risiken, Hitze, Krankheitserreger im Trink- und Badewasser, hygienische Hochwasserfolgen, gehört zu den Kernaufgaben der öffentlichen Daseinsvorsorge, und Kapitel 3.6 stellt diese Risiken überwiegend sachlich und tragfähig dar. Zwei Linien verfolgt dieses Sondervotum: Es bekräftigt einen konkreten, verhältnismäßigen und kosteneffizienten Schutz gerade für die tatsächlich gefährdeten Gruppen, und es wendet sich zugleich gegen die Überdehnung des Kapitels zu einem sozial- und verteilungspolitischen Steuerungsinstrument. Eine nüchterne Risikokommunikation stärkt Vorsorge und Vertrauen; Dramatisierung schwächt beides.

Gesundheitsschutz ist bedarfsorientiert auf jene Gruppen auszurichten, die tatsächlich besonders gefährdet sind: ältere und vorerkrankte Menschen, Schwangere, Säuglinge und Kleinkinder sowie im Freien körperlich Tätige. Maßnahmen sind nach Wirksamkeit, Verhältnismäßigkeit und Kosten-Nutzen-Verhältnis zu gestalten und sachlich, nicht alarmistisch zu kommunizieren.

Die im Bericht benannten konkreten Ansätze sind zu unterstützen. Die Zunahme von Hitzewellen ist real und belegt: Sie traten zwischen 1951 und 1980 etwa alle zehn Jahre, zwischen 1991 und 2020 bereits alle drei Jahre auf (vgl. Bericht, Abschnitt 2.3.3.1) und sind nach den Analysen des Robert-Koch-Instituts regelmäßig mit erhöhter Sterblichkeit und Erkrankungslast verbunden (vgl. Bericht, Abschnitt 3.6.3.1). Ein gezielter Hitzeschutz für vulnerable Gruppen, etwa über gesicherten Trinkwasserzugang, Beschattung, Kühlräume und verständliche Information, ist daher geboten. Ebenso sind die Überwachung und Prävention wasserbürtiger Krankheitserreger, insbesondere der Legionellen in Trinkwasserinstallationen, das Monitoring potenzieller Krankheitsüberträger, das der Bericht selbst zu Recht als regional stark variabel und vorrangig auf Überwachung und Information ausgerichtet einordnet, sowie die Ertüchtigung der bereits bewährten wasserwirtschaftlichen und hygienischen Strukturen durch technische Modernisierung zu unterstützen (vgl. Bericht, Abschnitt 3.6.4). Schließlich ist der Befund zu teilen, dass der vorsorgende Gewässerschutz nach dem Verursacherprinzip langfristig kosteneffizienter ist als eine stetig steigende nachgelagerte Aufbereitung.

Abzulehnen ist die im Kapitel angelegte Ausweitung des Gesundheitsthemas zu einer Frage der „sozialen Ungleichheit“ und „Umweltgerechtigkeit“, bis hin zur Forderung, „Vulnerabilität“ als zentrales Kriterium in sämtliche Planungs- und Entscheidungsprozesse zu integrieren (vgl. Bericht, Abschnitt 3.6.3.4). Der Auftrag der Kommission ist der Schutz der Gesundheit vor wasserbezogenen Gefahren, nicht die allgemeine Umverteilung gesellschaftlicher Lebenslagen. Gefährdete Menschen werden am wirksamsten über konkrete, bedarfsorientierte Maßnahmen erreicht, nicht über eine ideologisch aufgeladene Verteilungsdebatte, die das Mandat der Wasser-Enquete überschreitet.

Sondervotum der Fraktion der AfD zum Thema Industrie, Gewerbe, Handwerk – Kapitel 3.7

Nordrhein-Westfalen ist eines der bedeutendsten Industriezentren Europas, und Wasser ist als Produktions-, Verfahrens- und Kühlmittel ein zentraler Standortfaktor. Kapitel 3.7 stellt Wassergebrauch, Abhängigkeiten und Klimafolgen weitgehend tragfähig dar, und das oberste Ziel des Berichts, Versorgungsengpässe und Produktionsstillstände zu vermeiden, ist zu teilen. Anlass zum Widerspruch gibt einzig die auf das finanzwissenschaftliche Gutachten gestützte Empfehlung, das Wasserentnahmeentgelt zu erhöhen, sowie jede weitere unverhältnismäßige Belastung des Standorts; zusätzlich setzt dieses Sondervotum Akzente zugunsten von Versorgungssicherheit und Technologieoffenheit.

Die sichere Verfügbarkeit von Wasser für Industrie, Gewerbe und Handwerk ist Voraussetzung für Wertschöpfung, Beschäftigung und die Versorgung mit systemrelevanten Gütern. Wettbewerbsfähigkeit und Versorgungssicherheit haben daher Vorrang; eine weitere Verteuerung des Standorts durch zusätzliche Abgaben ist abzulehnen. Effizienzsteigerungen sind über Markt, Innovation und

Anreize zu erreichen, nicht über staatliche Lenkungsabgaben. Die Technologieoffenheit ist zu wahren.

Der Bericht referiert die Empfehlung des finanzwissenschaftlichen Gutachtens, das Wasserentnahmeentgelt zu reformieren, um seine „Lenkungswirkung" zu stärken, und gibt die Auffassung wieder, „merkliche Wasserkosten" seien für weitere Effizienzgewinne zielführend (vgl. Bericht, Abschnitt 3.7.1). Dem ist zu widersprechen. Die nicht-öffentliche Wasserentnahme in Nordrhein-Westfalen hat sich zwischen 2007 und 2022 nahezu halbiert; in der Stahlindustrie sind die Einsparpotenziale nach Branchenauskunft weitgehend ausgeschöpft, und die Unternehmen sind schon aufgrund der allgemeinen Wasserkosten bestrebt, ihren Verbrauch gering zu halten (vgl. Bericht, Abschnitt 3.7.1). Eine zusätzliche Lenkungswirkung höherer Entgelte ist daher kaum zu erwarten, die Belastungswirkung hingegen real. Nordrhein-Westfalen erhebt das Wasserentnahmeentgelt bereits; sein Aufkommen finanziert die Maßnahmen der Wasserrahmenrichtlinie. Eine Anhebung, ob landesseitig oder im Zuge einer bundeseinheitlichen Vereinheitlichung, verteuerte einen ohnehin unter Druck stehenden, im internationalen Wettbewerb stehenden Industriestandort und beschleunigte die im Bericht selbst benannte Abwanderung von Industrie, ohne einen verhältnismäßigen ökologischen Zusatznutzen zu stiften.

Vorrang gebührt der Sicherung der Wasserverfügbarkeit für die Wirtschaft. Der Bericht weist zu Recht darauf hin, dass Wassermangel in der Energiegewinnung ein erhebliches Risiko für die heimische Wirtschaft darstellt (vgl. Bericht, Abschnitt 3.7.2); die Versorgung mit Kühl- und Prozesswasser ist daher ebenso abzusichern wie die Energieversorgung, auf die sie angewiesen ist. Die im Bericht beschriebenen Ansätze der betrieblichen Kreislaufführung, der Kaskadennutzung und der Verwendung von aufbereitetem Brauchwasser für Kühl- und Prozesszwecke, die keiner Trinkwasserqualität bedürfen, sind über Anreiz und Förderung zu unterstützen, nicht zu erzwingen; die damit verbundenen Investitionskosten trägt der Nutzer. So lassen sich Effizienz und Versorgungssicherheit verbinden, ohne die Wettbewerbsfähigkeit zu gefährden.

Sondervotum der Fraktion der AfD zum Thema Energie – Kapitel 3.8

Mit dem Rückbau thermischer Kraftwerke ist der Wasserbedarf der Stromerzeugung stark gesunken; dass Wasser hierfür künftig kein limitierender Faktor mehr sein dürfte, hält der Bericht zu Recht fest, und Kapitel 3.8 ist in seiner daten- und faktenreichen Darstellung weithin tragbar. Dieses Sondervotum setzt Nachdruck zugunsten von Versorgungssicherheit, Grundlastfähigkeit und Technologieneutralität. Es wendet sich gegen eine pauschale Privilegierung einzelner Erzeugungsarten zulasten des Trinkwasser- und Eigentumsschutzes und gegen zusätzliche Kostentreiber in der Wasserwirtschaft.

Die Energieversorgung muss sicher, bezahlbar und grundlastfähig sein. Maßgeblich ist Technologieneutralität: Erzeugungs-, Speicher- und Wärmeoptionen sind nach Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit und Wasserverträglichkeit zu bewerten, nicht nach politischer Vorfestlegung. Der Schutz des Trink- und Grundwassers sowie das Eigentum genießen dabei Vorrang.

Anzuerkennen ist, dass die Stromgestehungskosten von Wind- und Photovoltaikanlagen heute niedrig liegen und der Wasserbedarf der Energiewirtschaft seit 1991 um rund drei Viertel gesunken ist (vgl. Bericht, Abschnitt 3.8.1). Zugleich weist der Bericht selbst darauf hin, dass mit dem Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft ein erneuter Anstieg des Wasserbedarfs absehbar ist und dass die Wasserkraft mit rund 0,67 Prozent an der Stromerzeugung insgesamt nur einen geringen Beitrag leistet. Daraus folgt, dass Versorgungssicherheit und Grundlastfähigkeit leitende Kriterien bleiben müssen. Bestehende leistungsfähige Anlagen, insbesondere an Talsperren und größeren Querbauwerken, sind als grundlastfähige und wetterunabhängige Quellen über Repowering effizient zu nutzen. Kleine Wasserkraftanlagen sind hingegen abzulehnen: Ihr Beitrag zur Stromerzeugung ist verschwindend gering – das landesweit noch erschließbare Potenzial beziffert der Bericht auf lediglich 14,4 bis 24,4 MW –, während sie die ökologische Durchgängigkeit der Fließgewässer beeinträchtigen und nur mit unverhältnismäßigem Aufwand mit den Anforderungen der Wasserrahmenrichtlinie in Einklang zu bringen sind. Der vom Bericht empfohlene Rückbau obsoleter Querbauwerke und ineffizienter Kleinwasserkraftanlagen ist daher zu unterstützen; er entspricht einer an Kosten und Nutzen ausgerichteten, verhältnismäßigen Bewertung. Die wasserbezogenen Folgen der Energiewende, Kühlung, Speicherung und Wasserstoff, sind vorausschauend abzusichern. Alle grundlastfähigen, wasserverträglichen und emissionsarmen Optionen sind technologieoffen zu betrachten; keine Technologie, einschließlich der Kernenergie, ist aus politischen Gründen auszuschließen. Für den Fall von Wasserknappheit ist eine vorab politisch festgelegte, transparente Priorisierung erforderlich, die der öffentlichen Trink- und Löschwasserversorgung Vorrang einräumt, gefolgt von den nach dem KRITIS-Recht systemrelevanten Nutzungen sowie Industrie und Landwirtschaft und nachrangig den übrigen privaten Nutzungen.

Der Bericht referiert die im Landesentwicklungsplan verankerte Vorrangstellung erneuerbarer Energien als Belang von „überragendem öffentlichem Interesse“ sowie die Flächenvorgabe von 1,8 Prozent der Landesfläche für die Windenergie (vgl. Bericht, Abschnitt 3.8.1). Davor, eine solche pauschale Privilegierung über den Trinkwasser- und Gewässerschutz, das Eigentum und die kommunale Planungshoheit zu stellen, ist zu warnen. Erzeugungs- und Speicheranlagen sind im Einzelfall abzuwägen; ein genereller Vorrang darf konkurrierende Schutzgüter nicht verdrängen. Technologieoffene Ansätze wie die schwimmende Photovoltaik auf künstlichen Gewässern, die oberflächennahe Geothermie und die Aquathermie an Fließgewässern sind ausdrücklich zu begrüßen, sofern die Gewässergüte, der Schutz der Trinkwassergewinnung, insbesondere der Schutzzonen I und II, und das Gewässerökosystem gewahrt bleiben. Standortentscheidungen haben fachlich und differenziert zu erfolgen, nicht über eine pauschale Vorrangregel.

Die unionsrechtlich vorgesehene vierte Reinigungsstufe erhöht den Stromverbrauch kommunaler Kläranlagen je nach Verfahren um 15 bis 45 Prozent und wird damit zu einem erheblichen Kosten- und Energietreiber (vgl. Bericht, Abschnitt 3.8.1). Die hieraus folgenden Lasten dürfen nicht einseitig den Gebührenzahlern aufgebürdet werden; sachgerecht ist die Anwendung des Verursacherprinzips bei den Eintragsquellen von Spurenstoffen. Zugleich sind die regulatorischen Hürden abzubauen, die der Eigenstromerzeugung und der angestrebten Energieautarkie der Abwasserbetriebe entgegenstehen.

Sondervotum der Fraktion der AfD zum Thema Rohstoffabbau/ Bergbau – Kapitel 3.9

Der Bergbau wirkt wasserwirtschaftlich über seine Stilllegung hinaus: Die Folgen des Stein- und Braunkohlebergbaus wie des oberflächennahen Rohstoffabbaus sind eine Daueraufgabe. Das Kapitel 3.9 beschreibt sie überwiegend technisch, sachlich und tragfähig. Dieses Sondervotum schärft vier Anliegen nach: den Vorrang des Trinkwasserschutzes und der Versorgungssicherheit, die verlässliche Wahrnehmung der bergbaulichen Ewigkeitsaufgaben, die technologieoffene Nutzung der mit dem Bergbau verbundenen Wasserressourcen sowie eine ausgewogene Abwägung beim weiteren Rohstoffabbau.

Der Schutz des Grund- und Trinkwassers und die Sicherheit der betroffenen Gebiete haben Vorrang. Die als Ewigkeitsaufgaben wahrgenommenen Grubenwasser- und Poldermaßnahmen sind dauerhaft und verlässlich, auch finanziell, zu sichern. Zugleich sind die im Bergbau anfallenden Wasserressourcen als Chance technologieoffen zu nutzen, soweit dies wirtschaftlich tragfähig und sicherheitstechnisch vertretbar ist.

Das dem Trinkwasserschutz dienende, behördlich kontrollierte Grubenwassermanagement der RAG sowie das fortlaufende Monitoring sind zu unterstützen; die ursprünglichen Sorgen einer PCB-Mobilisierung wurden nach den vorliegenden Gutachten überwiegend ausgeräumt (vgl. Bericht, Abschnitt 3.9.1.1). Eine adaptive, an Niedrig- und Hochwasserlagen angepasste Flexibilisierung der Einleitungspraxis ist sinnvoll, wobei Mindestabflüsse zum Schutz der Gewässer und der Trinkwassergewinnung zu sichern sind (vgl. Bericht, Abschnitt 3.9.1.2). Die diskutierten Nutzungspotenziale des Gruben- und Polderwassers, die Wärmegewinnung, die Rückgewinnung von Rohstoffen sowie die Nutzung als Brauch- oder Trinkwasserreserve, sind technologieoffen und ergebnisoffen weiterzuverfolgen. Bei der ab 2030 vorgesehenen Befüllung der Tagebauseen im Rheinischen Revier mit Rheinwasser ist dem Risiko zunehmender Niedrigwasserstände Rechnung zu tragen: Der Vorrang der öffentlichen Trinkwasserversorgung und die Sicherung grundwasserabhängiger Feuchtgebiete, die bislang über das Sümpfungswasser gewährleistet werden, sind vorrangig abzusichern, und die

Wasserqualität ist zu überwachen (vgl. Bericht, Abschnitt 3.9.2.2). Die entstehenden Restseen bieten zugleich eine Chance als Wasserspeicher und für die regionale Entwicklung.

Beim Abbau oberflächennaher Rohstoffe besteht ein abzuwägender Zielkonflikt mit dem Schutz von Trinkwasserreserven, der sich am Niederrhein zuspitzt (vgl. Bericht, Abschnitt 3.9.3). Dem Trinkwasserschutz und der Versorgungssicherheit gebührt der Vorrang; geboten ist jedoch eine differenzierte Einzelfallprüfung auf Grundlage der bestehenden Wasserschutzgebietsverordnung statt pauschaler Verbote, die das Eigentum sowie die für Bau- und Wohnungswirtschaft notwendige Rohstoff- und Baustoffversorgung wahrt. Zusätzliche Belastungen über das Wasserentnahmeentgelt sind abzulehnen, da angesichts der bereits deutlich gesunkenen Entnahmemengen kaum eine zusätzliche Lenkungswirkung, wohl aber eine reale Mehrbelastung des Standorts zu erwarten wäre.

Sondervotum der Fraktion der AfD zum Thema Binnenschifffahrt – Kapitel 3.10

Auf dem Rhein, der verkehrsreichsten Wasserstraße Europas, und am Kanalnetz werden jährlich rund 100 Millionen Tonnen Güter umgeschlagen; mit Duisburg liegt der größte Binnenhafen der Welt im Land, und die Branche sichert nach IHK-Schätzung etwa 150.000 Arbeitsplätze (vgl. Bericht, Abschnitt 3.10.1). Kapitel 3.10 stellt Bedeutung, Herausforderungen und Lösungsansätze dieses systemrelevanten Verkehrsträgers sachlich und tragfähig dar. Dieses Sondervotum stellt seine Versorgungssicherheit und Wirtschaftlichkeit in den Mittelpunkt und setzt Akzente bei der Abladeoptimierung, der Flottenförderung und der Beschleunigung der Verfahren.

Die Binnenschifffahrt ist ein kostengünstiger, sicherer und systemrelevanter Verkehrsträger, dessen Funktionsfähigkeit, gerade für die Versorgung von Industrie und Energiewirtschaft, zu sichern ist. Die zentrale Herausforderung sind, wie der Bericht zutreffend feststellt, Niedrigwasserphasen; zugleich weist der Bericht selbst darauf hin, dass insoweit kein klarer Trend ablesbar ist, sondern einzelne Extremjahre wie 2018 auftreten (vgl. Bericht, Abschnitt 3.10.2). Daraus folgt eine robuste, an Wirtschaftlichkeit und Kosten-Nutzen-orientierte Vorsorge statt Dramatisierung.

Nachdrücklich zu befürworten ist die Abladeoptimierung des Rheins, etwa auf dem im Bundesverkehrswegeplan vorgesehenen Abschnitt zwischen Duisburg und Stürzelberg. Nach Einschätzung der IHK erzielt jeder investierte Euro einen Kosten-Nutzen-Faktor von 30,7 (vgl. Bericht, Abschnitt 3.10.3); eine derart hochwirtschaftliche Maßnahme zur Sicherung der Schiffbarkeit darf nicht aus grundsätzlichen Erwägungen blockiert werden, sondern ist mit verhältnismäßiger ökologischer Begleitung, etwa einer schonenden Sedimententnahme, zügig umzusetzen. Ergänzend ist die Anpassung der überalterten Flotte technologieoffen zu fördern: niedrigwasserfähige Schiffe und Umbauten, gezielte Förderprogramme für die Partikuliere sowie das Vorhalten von Schubleichtern. Die

Resilienz der Lieferketten ist durch Pufferlagerflächen in den Häfen, eine verbesserte Pegelprognose und Frühwarnung sowie eine bessere landseitige Anbindung an Schiene und Straße zu stärken.

Planung, Genehmigung und Bau wasserbaulicher Maßnahmen und Umschlagsanlagen sind erheblich zu beschleunigen; die uneinheitliche Einstufung als Ausbau oder Unterhaltung ist über einen standardisierten Leitfaden zu vereinheitlichen, und Beschleunigungsinstrumente nach dem Vorbild des LNG-Beschleunigungsgesetzes sind nutzbar zu machen (vgl. Bericht, Abschnitt 3.10.3). Das Wasserstraßen-, Hafen- und Logistikkonzept des Landes ist zu aktualisieren, und die Zusammenarbeit mit dem für die Bundeswasserstraßen zuständigen Bund sowie im internationalen Rahmen ist auszubauen.

Sondervotum der Fraktion der AfD zum Thema Tourismus, Freizeit und Erholung – Kapitel 3.11

Mit rund 650.000 Arbeitsplätzen und etwa 46 Milliarden Euro Jahresumsatz ist der Tourismus ein bedeutender Wirtschaftszweig Nordrhein-Westfalens (vgl. Bericht, Abschnitt 3.11.1). Kapitel 3.11 nähert sich seinen wasserbezogenen Aspekten überwiegend deskriptiv und ist weitgehend tragbar. Dieses Sondervotum setzt drei Akzente: eine pragmatische, marktwirtschaftliche Anpassung, den Vorrang der Versorgungssicherheit und eine klare Absage an die sozialpolitische Überdehnung des Themas.

Der Wintersport trägt lediglich rund ein Prozent zum touristischen Bruttoumsatz bei; seine Anpassung an wärmere Winter gelingt am besten über die Eigenverantwortung der Betriebe und attraktive Ganzjahresangebote, wie sie etwa in Winterberg bereits verfolgt werden (vgl. Bericht, Abschnitt 3.11.3.1). Dauerhafte öffentliche Subventionen für eine unwirtschaftliche technische Beschneiung sind abzulehnen. Im Bereich des Wassersports und der Badegewässer sind pragmatische, technikgestützte Lösungen, die Überwachung der hygienischen Wasserqualität, das Blaualgen-Monitoring und verlässliche Frühwarnsysteme sowie eine Zonierung und Besucherlenkung, pauschalen Nutzungsverboten vorzuziehen (vgl. Bericht, Abschnitt 3.11.3.3). Bei der Bewirtschaftung der Talsperren hat die Trinkwasserversorgung Vorrang; die touristische Nutzung ist ein nachgeordneter, aber legitimer Belang, der, wie die positiven Nebeneffekte der Novelle des Ruhrverbandsgesetzes zeigen, mit einer flexibleren Steuerung gut vereinbar ist.

Gegen die im Kapitel wiederkehrende Rahmung, der Zugang zu wasserbezogener Naherholung sei vorrangig eine Frage der „Umweltgerechtigkeit“ und der gleichwertigen Chancen sozioökonomisch benachteiligter Gruppen, ist Widerspruch zu erheben (vgl. Bericht, Abschnitt 3.11.1; Abschnitt 3.11.4). Eine attraktive, wohnortnahe Naherholung ist wünschenswert und über die blau-grüne In-

frastruktur sinnvoll zu fördern; sie ist jedoch kein Instrument gesellschaftlicher Umverteilung und überschreitet in dieser Rahmung das Mandat einer Wasser-Enquete.

Sondervotum der Fraktion der AfD zum Thema Abwasser – Kapitel 3.12

Kapitel 3.12 zeichnet die Lage der Abwasserentsorgung in Nordrhein-Westfalen nüchtern und differenziert nach; diese Bestandsaufnahme ist in weiten Teilen tragbar. Aus ihr ergibt sich die eigentliche Aufgabe von selbst, und sie ist keine klimapolitische: Der über Jahrzehnte aufgelaufene Sanierungsbedarf der Netze und Anlagen ist abzuarbeiten, und seine Finanzierung darf die Gebührenzahler nicht überfordern. Auf diese beiden Punkte konzentriert sich das vorliegende Sondervotum.

Der Befund des Berichts ist eindeutig: Fast 37 Prozent der Mischwasserkanäle und über 30 Prozent der Gesamtkanallänge wurden vor 1970 errichtet, und ein erheblicher Teil der 594 kommunalen Kläranlagen nähert sich dem Ende seiner technischen Lebensdauer (vgl. Bericht, Abschnitte 3.12.1.3, und 3.12.3.1). Der Bericht hält selbst fest, dass diese Investitionen „unabhängig vom Klimawandel erforderlich“ wären. Maßgeblich ist mithin der Erneuerungszyklus einer alternden Infrastruktur; einer klimapolitischen Überhöhung bedarf der Handlungsdruck nicht. Die im Kapitel beschriebenen Effizienzhebel, die risikoorientierte Priorisierung der Sanierung, Digitalisierung und vorausschauende Instandhaltung, interkommunale Kooperation sowie die Straffung der Genehmigungsverfahren, sind ausdrücklich zu unterstützen; sie sind das wirksamste Mittel der Kostendämpfung.

Die verbrauchsabhängigen Abwasserkosten sind binnen zehn Jahren um 21,6 Prozent auf durchschnittlich 3,21 Euro je Kubikmeter gestiegen, bei einer Spanne von 1,45 bis 7,28 Euro (vgl. Bericht, Abschnitt 3.12.3.2). Mit der Kommunalabwasserrichtlinie kommen weitere Lasten hinzu, allein für die vierte Reinigungsstufe bundesweit voraussichtlich 9 Mrd. Euro in den kommenden zwanzig Jahren. Der Bericht stellt zutreffend fest, dass eine einseitige Anlastung dieser Kosten bei den Gebührenzahlern sozial wie politisch problematisch wäre und dem Verursacherprinzip widerspräche, und benennt die erweiterte Herstellerverantwortung als zentralen Hebel der Kostenverteilung (vgl. Bericht, Abschnitt 3.12.4.5). Dem ist nachdrücklich zuzustimmen: Die Kosten der vierten Reinigungsstufe sind konsequent von den Herstellern gewässerschädlicher Stoffe zu tragen und nicht über die kommunalen Gebühren; eine pauschale, inflationsbedingte Erhöhung der Abwasserabgabe ist abzulehnen, da sie Betriebe trotz nachgewiesener Investitionen in die Abwasserqualität zusätzlich belastete und den beabsichtigten Lenkungszweck verfehlte. Die in der Richtlinie angelegte Energieautarkie der Kläranlagen ist nicht als zusätzliche Pflichtlast auszugestalten: Wo die Eigenerzeugung aus Faulgas, Photovoltaik oder Abwasserwärme wirtschaftlich ist, sind die im Bericht benannten regulatorischen Hürden, etwa die fehlende Aufgabenzuweisung an die sondergesetzlichen

Wasserverbände, zu beseitigen; maßgeblich sind Wirtschaftlichkeit und Technologieoffenheit, nicht die Vorgabe.

Die Weiterentwicklung der Regenwasserbewirtschaftung ist sinnvoll. Dem im Kapitel ausgerufenen „Paradigmenwechsel“ und der Empfehlung, Schwammstadtprinzipien „verbindlich“ in Bauleitplanung und Stadtentwicklung zu integrieren, ist jedoch zu widersprechen (vgl. Bericht, Abschnitt 3.12.4.2). Schwammstadt und wassersensible Siedlungsentwicklung sind als gefördertes Leitbild auszugestalten, nicht als pauschale Pflicht; die kommunale Planungshoheit und das Konnexitätsprinzip nach Art. 78 Abs. 3 der Landesverfassung sind zu wahren.

Sondervotum der Fraktion der AfD zum Thema Eigentumsschutz bei der Flächensicherung; Begrenzung des „überragenden öffentlichen Interesses“ – Kapitel 4

Dieses Sondervotum betrifft zwei Regelungsvorschläge des Kapitels 4: den Eigentumsschutz bei der Flächensicherung und die Grenzen des „überragenden öffentlichen Interesses“. Die Verfahrensbeschleunigung als solche steht nicht in Streit; ihre Umsetzung darf jedoch nicht in grundrechtlich geschützte Positionen eingreifen.

Die vorgeschlagene Ausweitung von Vorkaufsrechten auf die Wasserwirtschaft und die Einräumung eines neuen „Nachkaufrechts“ für bereits geflutete Retentionsflächen (vgl. Bericht, Abschnitt 4.1.3.2) greifen in die Eigentumsgarantie des Artikels 14 des Grundgesetzes und in die kommunale Planungshoheit ein. Die Sicherung von Flächen für Gewässerentwicklung, Renaturierung und Hochwasserrückhalt hat auf Freiwilligkeit, marktgerechtem Erwerb, Flächentausch und voller Entschädigung zu beruhen; kooperative Instrumente wie Flächenpools und die Bereitstellung von Ersatzflächen genügen, um Flächenkonkurrenzen zu entschärfen. Eine Ausweitung von Vorkaufsrechten und ein „Nachkaufrecht“ sind daher abzulehnen; die Enteignung ist als Instrument der Flächenbeschaffung für diese Zwecke auszuschließen.

Das „überragende öffentliche Interesse“ ist strikt auf die wasserwirtschaftliche Daseinsvorsorge, namentlich den Hochwasserschutz und die öffentliche Trinkwasserversorgung, zu begrenzen (vgl. Bericht, Abschnitt 4.2). Zu einem allgemeinen Vorrang, der das Eigentum, die kommunale Planungshoheit oder konkurrierende Schutzgüter pauschal verdrängt, darf es nicht erweitert werden. Je weiter der Kreis der mit „überragendem öffentlichem Interesse“ versehenen Belange gezogen wird, desto mehr verliert die Kategorie ihre steuernde Wirkung und desto stärker geraten grundrechtlich geschützte Positionen unter Druck. Eine solche Ausweitung ist zurückzuweisen.

Beschleunigung ja, aber nicht zulasten des Eigentums und der kommunalen Planungshoheit und nicht um den Preis einer inflationären Ausweitung des „überragenden öffentlichen Interesses". Maßgeblich bleiben der Vorrang der Freiwilligkeit vor Zwang und der Schutz grundrechtlich geschützter Positionen.

Sondervotum der Fraktion der AfD zum Thema Ökonomische und fiskalische Aspekte – Kapitel 5

Dass die wasserwirtschaftliche Infrastruktur einen erheblichen Substanzerhaltungs- und Investitionsbedarf hat, bestreitet niemand; dieser zentrale Befund des Kapitels 5 ist zu teilen. Die eigentliche Frage lautet, wer ihn trägt, und hier weist das Kapitel, gestützt auf das finanzwissenschaftliche Gutachten, in die falsche Richtung, indem es den Bedarf vorrangig über höhere Abgaben und Gebühren decken will. Dem hält dieses Sondervotum eine andere Reihenfolge entgegen: Substanzerhalt zuerst, Schutz der Gebührenzahler, Verursacherprinzip und eine Entbürokratisierung der Finanzierung.

Versorgungssicherheit und der Erhalt der vorhandenen Substanz haben Vorrang; Investitionen in das alternde Netz sind als vorsorgende, ohnehin gebotene Maßnahmen sinnvoll. Sie sind jedoch effizient und unter Schonung der Gebührenzahler zu finanzieren. Neue oder erhöhte Abgaben sind abzulehnen; maßgeblich sind Effizienz, das Verursacherprinzip und der Bürokratieabbau. Der Bericht selbst hält zutreffend fest, dass eine unausgewogene Belastung der Haushalte und Unternehmen unbedingt zu vermeiden ist (vgl. Bericht, Kapitel 5, S. 248 ff.).

Der Investitionsbedarf ist real: Die Reinvestitionsrate liegt mit rund 0,6 Prozent jährlich deutlich unter den zum Substanzerhalt erforderlichen ein bis anderthalb Prozent (vgl. Bericht, Kapitel 5, S. 248 ff.). Bemerkenswert ist jedoch, dass der Bericht selbst feststellt, die klimabedingten Belastungen wirkten „weniger als eigenständiger Kostentreiber", sondern seien bei einer „ohnehin stattfindenden Sanierung" mit einzupreisen. Der eigentliche Treiber ist mithin der über Jahrzehnte aufgelaufene Erneuerungszyklus einer überwiegend in der Nachkriegszeit errichteten Infrastruktur, nicht der Klimawandel. Geboten ist daher eine nüchterne, an Substanzerhalt und Versorgungssicherheit orientierte Investitionsstrategie; eine Begründung der Investitionen über ein dramatisierendes Klima- und Generationenschuld-Narrativ ist abzulehnen, zumal die zugrunde gelegten Hochrechnungen auf Szenarioannahmen beruhen, die sich am Extremszenario RCP8.5 orientieren; dieses entspricht nach den berichtseigenen Daten mit einem Medianwert von 2,7 °C, der etwa dem Bereich RCP6.0 zuzuordnen ist, gerade nicht dem wahrscheinlichen Entwicklungspfad.

Der Bericht referiert die Empfehlung des Gutachtens, das Wasserentnahmeentgelt um rund 28 Prozent anzuheben, um die preisliche Lenkungswirkung zu erhalten, und räumt zugleich ein, dass eine solche Anpassung „allgemein die Wasserkosten erhöhen würde" (vgl. Bericht, Kapitel 5, S. 248 ff.).

Dem ist zu widersprechen. Der Pro-Kopf-Verbrauch sinkt bereits seit Jahren, die Gewässerqualität steigt; ein zusätzlicher Lenkungseffekt höherer Entgelte ist daher kaum zu erwarten, die Belastung von Bürgern und Wirtschaft hingegen real. Das zugrunde liegende Gutachten geht in seinen zentralen Handlungsempfehlungen zudem deutlich über die im Bericht referierte Anpassung hinaus: Es empfiehlt ausdrücklich „in einem ersten Schritt“ die Verdopplung des Wasserentnahmeentgelts, dessen regelgebundene Anpassung an die Preisentwicklung sowie dynamische Wasserpreise gerade „im Kontext von Hitze- und Dürreperioden“ (Gutachten „Nachhaltige Finanzierungsmodelle für eine resiliente Wasserwirtschaft in NRW“, Information 18/204, S. 199 f.). Eine solche Abgabenautomatik entzöge künftige Mehrbelastungen der parlamentarischen Einzelentscheidung und verteuerte das Wasser ausgerechnet in Mangellagen; sie ist entschieden abzulehnen. Bemerkenswert ist überdies, dass der Bericht selbst dokumentiert, dass von 2020 bis 2025 jährlich 4 Mio. Euro nicht verausgabter Mittel aus dem Wasserentnahmeentgelt dem allgemeinen Landeshaushalt zugeführt wurden, und dass selbst das Gutachten eine Stärkung der Zweckbindung anmahnt (vgl. Bericht, Kapitel 5, S. 248 ff.; Information 18/204, S. 199). Bevor über höhere Entgelte auch nur verhandelt wird, ist daher das vorhandene Aufkommen vollständig und ausnahmslos für wasserwirtschaftliche Maßnahmen zweckzubinden. Auch eine pauschale, inflationsbedingte Anhebung der Abwasserabgabe ist abzulehnen: Der Bericht selbst weist darauf hin, dass eine solche Erhöhung Betriebe „trotz nachgewiesener Investitionen in die Abwasserqualität“ zusätzlich belasten und damit den ursprünglich bezweckten Lenkungseffekt schwächen würde. Verursachergerechtigkeit ist anzustreben; eine Bestrafung bereits erbrachter Reinigungsleistungen ist es nicht.

Ohne kostendämpfende Maßnahmen droht nach der zitierten Studie eine Verdopplung der Wasserkosten für private Haushalte, die insbesondere Bezieher kleiner und mittlerer Einkommen trifft (vgl. Bericht, Kapitel 5, S. 248 ff.). Sprunghafte Gebührensteigerungen sind daher zu vermeiden. Geboten ist Effizienz statt Mehrbelastung: interkommunale Kooperation, Benchmarking, ein systematisches Asset-Management und die Standardisierung von Verfahren, die insbesondere kleinere Betreiber entlasten. Die Kosten der unionsrechtlich vorgegebenen vierten Reinigungsstufe sind konsequent nach dem Verursacherprinzip über die erweiterte Herstellerverantwortung zu tragen und nicht über die kommunalen Gebühren; mögliche Preis- und Standorteffekte sind im Blick zu behalten. Die Finanzierung ist zu entbürokratisieren, durch wenige, wirkungsorientierte Förderbudgets statt einer Vielzahl kleinteiliger Programme, durch die Bündelung langfristiger Kredite über die NRW.BANK und die Mobilisierung europäischer Mittel sowie durch ein wirkungsorientiertes kommunales Förderbudget, das die kommunale Selbstverwaltung wahrt. Da lange Verfahren selbst ein erheblicher Kostentreiber sind, in einem dokumentierten Fall erhöhten sich die Gesamtkosten einer Großmaßnahme um über 40 Prozent, weil sich das Genehmigungsverfahren von fünf auf zehn Jahre verlängerte (Heinz 2025, S. 4), ist die Beschleunigung der Genehmigungen zugleich das wirksamste Mittel der Kostendämpfung.

Replik der Fraktionen von CDU, SPD, Bündnis 90/Die Grünen und FDP zu den Sondervoten der Fraktion der AfD

Das Ziel einer Enquetekommission ist es, zu einem Thema von hoher Zukunftsbedeutung für Nordrhein-Westfalen gemeinsame Positionen und Handlungsempfehlungen zu erarbeiten, die dem Zweck dienen, Impulse für zukünftiges politisches Handeln zum Wohle des Landes zu geben. Dieser Prozess der politischen Verständigung wird von Expertinnen und Experten aus Wissenschaft und Praxis begleitet. Die Fraktionen von CDU, SPD, Bündnis 90/Die Grünen und FDP haben in zahlreichen Expertenanhörungen, Sitzungen und Referentenrunden den Abschlussbericht für die Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise" erarbeitet und sind – bis auf eine Ausnahme – zu konsensualen Ergebnissen gekommen.

Trotz politisch-inhaltlicher Differenzen haben die Fraktionen von CDU, SPD, Bündnis 90/Die Grünen und FDP hierzu sachlich debattiert, konstruktiv gearbeitet und gemeinsam um die besten Ideen gerungen. An diesem Prozess können nach Geschäftsordnung des Landtages und bestehendem Verfahren alle Fraktionen dauerhaft teilnehmen.

Dabei ist der vorliegende Bericht entstanden, unterschiedliche Lösungsideen wurden so geeint, dass diese zustimmungsfähig für die unterzeichnenden Fraktionen sind. Dabei mussten Kompromisse gefunden werden, aber der Einigungswille für dieses wichtige Themenfeld überwog stets – immer mit dem Ziel, gemeinsam zum Wohle von Nordrhein-Westfalen zu handeln.

Wir stehen als Mitglieder der Enquetekommission zum Abschlussbericht als Ergebnis eines mehrjährigen, fachlich fundierten und konsensorientierten Arbeitsprozesses. Die Positionen der Sondervoten der AfD-Fraktion teilen wir nicht.

9. Anhang

Arbeitsmethodik:

Die Enquetekommission hat ein Gutachten in Auftrag gegeben („Nachhaltige Finanzierungsmodelle für eine resiliente Wasserwirtschaft in Nordrhein-Westfalen“). Darüber hinaus wurden Impulsvorträge der sachverständigen Mitglieder der Kommission durchgeführt. Zahlreiche weitere Sachverständige wurden als Gastreferentinnen und Gastreferenten zur vertiefenden Betrachtung der Themen angehört sowie schriftliche Stellungnahmen angefragt.

Impulsvorträge:

Es fanden fünf Impulsvorträge statt:

- Herr Professor Dr.-Ing. Johannes Pinnekamp (23.08.2024)
- Herr Holger Gassner (23.08.2024)
- Herr Professor Dr. Uli Paetzel (20.09.2024)
- Herr Dr. Christian Schmidt (08.10.2024)
- Herr Marco Decker (08.10.2024)

Öffentliche Anhörungen:

Es fanden zehn öffentliche Anhörungen und drei schriftliche Anhörungen zu folgenden Themenkomplexen statt:

- Klimaveränderungen und Ökosysteme – Wie kann NRW den anstehenden Herausforderungen begegnen? (13.12.2024) mit den Gästen:
  - Herr Professor Heinrich Schäfer, Erft-Verband
  - Frau Dr. Britta Linnemann, NABU-Naturschutzstation Münsterland (Videozuschaltung)
  - Herr Dipl.-Ing. Ingo Noppen, Wupperverband
  - Herr PD Dr. habil. Martin Pusch, Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) (Videozuschaltung)
  - Herr Dr. rer. nat. Mario Sommerhäuser, Deutsche Gesellschaft für Limnologie e.V.
  - Herr Professor Dr. Dr. h.c. Pierre Ibisch, Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNEE) (Videozuschaltung)
  - Herr Dr. Stefan Cuypers, Industrie Wasser Umweltschutz e.V.
  - Herr Dipl.-Geologe Marcus Resch MdL, Mitglied des Hessischen Landtags

- Trink- und Brauchwasserversorgungsinfrastruktur (07.02.2025) mit den Gästen:
  - Herr Henning Deters, Gelsenwasser AG
  - Herr Sascha Merz, Wasserverbund Niederrhein GmbH
  - Herr Dr. Matthias Schmitt, Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland Landesverband Nordrhein-Westfalen (BUND)
  - Herr Dr. Tim aus der Beek, IWW Institut für Wasserforschung gemeinnützige GmbH
  - Herr Christoph Wagner, Stadtwerke Düsseldorf AG
  - Herr Dr. Andreas Hollstein, Verband kommunaler Unternehmen e.V. – Landesgruppe Nordrhein-Westfalen (VKU NRW)
  - Herr Cord Meyer, DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (Videozuschaltung)

- Schutz vor Wasser (18.03.2025) mit den Gästen:
  - Herr Professor Dr.-Ing. habil. Jörn Birkmann, Institut für Raumordnung und Entwicklungsplanung (IREUS) Universität Stuttgart
  - Herr Professor Dr.-Ing. Burkhard Teichgräber, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Landesverband NRW
  - Herr Karl-Heinz Jährling, Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (Videozuschaltung)
  - Herr Professor Dr.-Ing. Holger Schüttrumpf, RWTH Aachen Fakultät für Bauingenieurwesen Lehrstuhl und Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft
  - Herr Holger Friedrich, Arbeitskreis für Hochwasserschutz und Gewässer in NRW e.V. (AK HuG)
  - Herr Dr.-Ing. Gerd Demny, Wasserverband Eifel-Rur
  - Herr Professor Dr. Markus Quirmbach, Hochschule Ruhr West
  - Herr Peter Grundig, GREATech GmbH
  - Herr Dr. Peter Queitsch, Städte- und Gemeindebund NRW

- Siedlungsstrukturen (04.04.2025) mit den Gästen:
  - Herr Christian Mildenberger, NRW.Energy4Climate
  - Herr Dr.-Ing. Marko Siekmann, PFI Planungsgemeinschaft GmbH
  - Herr Professor Dr.-Ing. Malte Henrichs, FH Münster – University of Applied Sciences (Videozuschaltung)
  - Herr Professor Dr. Thorsten Wiechmann, Technische Universität Dortmund Fakultät Raumplanung
  - Frau Dr. Darla Nickel, Berliner Wasserbetriebe Organisationseinheit Abwasserentsorgung (Videozuschaltung)

  - Herr Hon.-Professor Dr.-Ing. Mathias Kaiser, Technische Universität Dortmund Ressourcen- und Energiesysteme
  - Herr Jörg Dittus
  - Herr Professor Dr.-Ing. Wolfgang Dickhaut, Forschungsgruppe REAP HafenCity Universität Hamburg (Videozuschaltung)

- Industrie, Gewerbe und Handwerk (12.05.2025) mit den Gästen:
  - Herr Professor Dr. Hans Jörg Hennecke, Handwerk NRW
  - Herr Alexander Felsch, Unternehmer.NRW
  - Herr Alexander Schüller, Unternehmer.NRW
  - Herr Ralf Bertling, Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT
  - Herr Dr.-Ing. Henry Rißе, Forschungsinstitut für Wasserwirtschaft und Klimazukunft an der RWTH Aachen e.V.
  - Frau Irene Seemann, Kompetenznetzwerk Klimaanpassung & Unternehmen.NRW
  - Herr Martin Drews, PAPIER NRW
  - Herr Professor Dr.-Ing. Jens Haberkamp, FH Münster – University of Applied Sciences Fachbereich Bauingenieurwesen Institut für Infrastruktur, Wasser, Ressourcen, Umwelt (IWARU)
  - Frau Dr. Yuliya Schiesser, Covestro

- Abwasserentsorgungsinfrastruktur (26.05.2025) mit den Gästen:
  - Herr Dr. Andreas Hollstein, Verband kommunaler Unternehmen e.V.
  - Herr Professor Dr.-Ing. Burkhard Teichgräber, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Landesverband NRW
  - Herr Professor Dr.-Ing. habil. Thomas Wintgens, RWTH Aachen
  - Frau Jutta Lenz, Abwassernetzwerk Rheinland
  - Herr Professor Dr.-Ing. habil. Bert Bosseler, IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur gGmbH (Videozuschaltung)

- Energie (08.07.2025) mit den Gästen:
  - Herr Julien Mounier, Stadtwerke Düsseldorf AG
  - Herr Gunnar Lohmann-Hütte, Arbeitsgemeinschaft Wasserkraftwerke Nordrhein-Westfalen e.V. (Videozuschaltung)
  - Herr Dr. Arnt Baer, Gelsenwasser AG
  - Herr Christian Vossler, Landesverband Erneuerbare Energien NRW
  - Herr Dr. Jürgen Fröhlich, Holemans GmbH

- Rohstoffabbau/Bergbau (11.07.2025) mit den Gästen:
  - Herr Werner Grigo, RAG Aktiengesellschaft
  - Herr Dr.-Ing. Dietmar Jansen, Erftverband
  - Herr Professor Dr. rer. nat. Christian Melchers, TH Georg Agricola Forschungszentrum Nachbergbau
  - Herr Professor Dr. Stefan Wohnlich, Ruhr-Universität Bochum Angewandte Geologie/Hydrogeologie
  - Frau Barbara Grunewald, vero – der Baustoffverband
  - Herr Dipl.-Geologe Marcus Resch MdL, Mitglied des Hessischen Landtags

- Genehmigungsverfahren (05.09.2025) mit den Gästen:
  - Herr Dipl.-Ing. Ingo Noppen, Wupperverband
  - Herr Bernd Heinz, Wasserwerke Westfalen
  - Herr Dr. Carsten Schmidt, RheinEnergie
  - Frau Gesa Amstutz, BWK – die Umweltingenieure Landesverband NRW
  - Herr Dr. Jörn Bringewat, Rechtsanwalt (Videozuschaltung)
  - Frau Mechthild Semrau, Emschergenossenschaft/Lippeverband
  - Herr Dr. Tim aus der Beek, IWW Institut für Wasserforschung gemeinnützige GmbH
  - Herr Professor Dr. Mark Oelmann, Hochschule Ruhr West

- Gesundheit (05.09.2025) mit den Gästen:
  - Herr Professor emeritus Dr. med Dr. h.c. Martin Exner, Deutsche Gesellschaft für Krankenhaushygiene e.V.
  - Frau Professorin Dr. rer nat. Susanne Moebus, Universitätsklinikum Essen Institut für Urban Public Health (InUPH)
  - Herr Dipl.-Geologe Marcus Resch MdL, Mitglied des Hessischen Landtags

Schriftliche Anhörungen:

Es fanden drei schriftliche Anhörungen zu folgenden Themenkomplexen statt:

- Land- und Forstwirtschaft (08.07.2025)
- Tourismus, Freizeit und Erholung (08.07.2025)
- Wasser als Transportweg (11.07.2025)

10. Literaturverzeichnis

Agora Energiewende; Fraunhofer IEG (2023): Roll-out von Großwärmepumpen in Deutschland. Strategien für den Markthochlauf in Wärmenetzen und Industrie. Online verfügbar unter https://publica-rest.fraunhofer.de/server/api/core/bitstreams/0025722e-02eb-4e9a-9c2d-b98b203ff986/content, zuletzt geprüft am 15.07.2026.

Agora Think Tanks (2024): Klimaneutrales Deutschland. Von der Zielsetzung zur Umsetzung. Online verfügbar unter https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2023/2023-30_DE_KNDE_Update/A-EW_344_Klimaneutrales_Deutschland_WEB.pdf, zuletzt geprüft am 15.07.2026.

AGW (2024): Hochwasserschutz in NRW effektiv stärken, Umsetzung beschleunigen, jetzt handeln. Wasserwirtschaftsverbände fordern akuten Handlungsplan. Brief an Ministerin Scharrenbach vom 2. Februar 2024.

Ahlhorn, F.; Bormann, H.; Kebschull, J. (2018): Risikowahrnehmung und Informationsbedarfe der Bevölkerung über die Auswirkungen des Klimawandels auf Hochwasser und Sturmfluten. In: *Wasser und Abfall* 20 (11), S. 44–51. Online verfügbar unter https://www.researchgate.net/publication/328856678_Risikowahrnehmung_und_Informations-bedarfe_der_Bevolkerung_uber_die_Auswirkungen_des_Klimawandels_auf_Hochwasser_und_Sturmfluten, zuletzt geprüft am 14.07.2026.

Amelung, W.; Blume, H.-P.; Fleige, H.; Horn, R.; Kandeler, E.; Kögel-Knabner, I. et al. (2018): Scheffer/Schachtschabel Lehrbuch der Bodenkunde. Unter Mitarbeit von T. Gaiser, J. Gauer, N. Stoppe, S. Thiele-Bruhn und G. Welp. 17. Auflage. Berlin: Springer Nature.

Ammer, C. (2025): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise" Stellungnahme 18/2614 zur Anhörung „Land- und Forstwirtschaft" am 08.07.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. Georg-August-Universität Göttingen. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2614.pdf, zuletzt geprüft am 25.09.2025.

Anderer, P.; Heimerl, S.; Raffalski, N.; Wolf-Schumann, U. (2018): Potentialstudie Wasserkraft in Nordrhein-Westfalen. In: *Wasserwirtschaft* (5), S. 33–39. Online verfügbar unter https://www.fwt.fichtner.de/userfiles/fileadmin-fwt/Publikationen/WaWi_2018_05_Anderer_Heimerl.pdf, zuletzt geprüft am 10.07.2026.

AöW (o.J.): Rekommunalisierung. Online verfügbar unter https://aoew.de/daseinsvorsorge/rekommunalisierung/, zuletzt geprüft am 24.10.2025.

ATT; BDEW; DBVW; DVGW; DWA; VKU (Hg.) (2020): Branchenbild der deutschen Wasserwirtschaft. Bonn. Online verfügbar unter https://www.dvgw.de/medien/dvgw/leistungen/publikationen/branchenbild-2020.pdf, zuletzt geprüft am 23.09.2025.

Auel, C.; Becker, A.; Brants, S.; Braun, A.; Broesi, R.; Carstensen, D. et al. (2025): Dürre und Flut in Stadt und Raum. Tagungsband der 8. Wassertage Münster 2025. Unter Mitarbeit von IWARU Institut für Infrastruktur·Wasser·Ressourcen·Umwelt. Online verfügbar unter https://www.hb.fh-muenster.de/opus4/frontdoor/deliver/index/docId/18796/file/Tagungsband_Wassertage_Muenster_2025_final.pdf, zuletzt geprüft am 24.02.2026.

Augustin, J.; Andrees, V.; Czerniejewski, A.; Dallner, R.; Schulz, C. M.; Mezger, N. C. S. (2024): Auswirkungen des Ahrtal-Hochwassers auf die Gesundheit der lokalen Bevölkerung – eine Analyse auf Grundlage von GKV-Routinedaten. In: *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz* 67 (1), S. 5–13. DOI: 10.1007/s00103-023-03809-x.

Baer, A. (2025): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise" Stellungnahme 18/2671 zur Anhörung „Energie" am 08.07.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. Gelsenwasser. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2671.pdf, zuletzt geprüft am 24.09.2025.

Bärtschi, Martin; Maier, Michael (2025): Masterplan Trockenheit des SVGW. In: *Energie Wasser-Praxis* (12), S. 38–43.

BASF (03.05.2013): BASF receives European Water Stewardship certificate. Online verfügbar unter https://agriculture.basf.us/content/dam/cxm/agriculture/crop-protection/news-and-events/documents/BASF%20receives%20European%20Water%20Stewardship%20certificate_.pdf, zuletzt geprüft am 09.12.2025.

BASF (2023): Schiffstaufe: BASF SE und Stolt Tankers stellen das neue Niedrigwasserschiff Stolt Ludwigshafen vor. Online verfügbar unter https://www.basf.com/global/de/who-we-are/organization/locations/europe/german-sites/ludwigshafen/news-and-media/news-releases/2023/05/p-23-216, zuletzt geprüft am 23.02.2026.

Bastian, O.; Schreiber, K.-F. (Hg.) (1999): Analyse und ökologische Bewertung der Landschaft. 2. Aufl. Heidelberg, Berlin: Spektrum Akademischer Verlag.

Baumgartner, L. J.; Reynolds, L. F.; Gilligan, D. M. (2013): Quantifying and mitigating the impacts of weirs on fish movements. NSW Department of Primary Industries. Cronulla, New South Wales, Australia (Fisheries Final Report Series, 136). Online verfügbar unter https://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0005/545747/FFRS-136_Baumgartner-et-al-2013.pdf, zuletzt geprüft am 09.02.2026.

Baumgärtner, M. (2025): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Stellungnahme 18/2699 zur Anhörung „Tourismus, Freizeit und Erholung“ am 08.07.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. Niederrhein Tourismus GmbH. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2699.pdf, zuletzt geprüft am 25.09.2025.

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) (Hg.) (2004): Das Bodenleben schonen. Online verfügbar unter https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/merkblaetter/p_20077.pdf, zuletzt geprüft am 19.02.2026.

Bayerische Staatsregierung (2025): Bericht aus der Kabinettssitzung vom 29. Juli 2025. Pressemitteilung. Online verfügbar unter https://www.bayern.de/bericht-der-kabinettssitzung-vom-29-juli-2025/, zuletzt geprüft am 07.07.2026.

BDB (2024a): Daten & Fakten in der Binnenschifffahrt 2024 / 2025. Online verfügbar unter https://www.binnenschiff.de/wp-content/uploads/2025/10/Daten-Fakten_2024-2025.pdf, zuletzt geprüft am 05.01.2026.

BDB (2024b): Kampagne PRO Binnenschifffahrt gestartet. Die Binnenschifffahrt – weit mehr als ein wichtiger Verkehrsträger. In: *BDB Report* 33, S. 4–9. Online verfügbar unter https://www.binnenschiff.de/wp-content/uploads/2024/12/BDB-Report_04-24_final.pdf, zuletzt geprüft am 17.11.2025.

BDEW (Hg.) (2018): Kosten und verursachungsgerechte Finanzierung der 4. Reinigungsstufe auf Kläranlagen. Berlin. Online verfügbar unter https://www.bdew.de/media/documents/PI_20181022_Kosten-verursachungsgerechte-Finanzierung-4-Reinigungsstufe-_Klaeranlagen.pdf, zuletzt geprüft am 23.04.2026.

BDEW (2025): Trinkwasser: Wasserverluste. Online verfügbar unter https://www.bdew.de/service/daten-und-grafiken/trinkwasser-wasserverluste, zuletzt geprüft am 23.07.2025.

BDEW (2026): Leitlinien zum Umgang mit Nutzungskonkurrenzen bei Wasserknappheit. Online verfügbar unter https://www.bdew.de/media/documents/20260424_BDEW_Stellungnahme_Leitlinien_zum_Umgang_mit_Nutzungskonkurrenzen_bei_g9SygMC.pdf, zuletzt geprüft am 23.05.2026.

BDEW; DVGW (Hg.) (2025): Klimakosten in der Wasserversorgung. Pilot-Studie. Online verfügbar unter https://www.bdew.de/media/original_images/2025/10/31/bdew_dvgw_klimakosten-in-der-wasserversorgung_fmc-final.pdf, zuletzt geprüft am 20.02.2026.

Becker, E.; Jahn, T. (Hg.) (2006): Soziale Ökologie. Grundzüge einer Wissenschaft von den gesellschaftlichen Naturverhältnissen. Frankfurt, New York: Campus Verlag.

Becker Büttner Held PartGMBB (2025): Ermittlung des Investitions- und Finanzierungsbedarfs für den zweiten Lebenszyklus der Wasserversorgungs- und Abwasserentsorgungsnetze und -anlagen in den 10 bzw. 20 Jahren. Hg. v. VKU. Online verfügbar unter https://www.vku.de/fileadmin/user_upload/Verbandsseite/Landingpages/Wassergutachten/Gutachten/VKU-Studie_Investitionen__Ab-_Wasserwirtschaft.pdf, zuletzt geprüft am 20.02.2026.

Beek, T. aus der (2025a): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Stellungnahme 18/2328 zur Anhörung „Trink- und Brauchwasserversorgungsinfrastruktur“ am 07.02.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. IWW. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2328.pdf, zuletzt geprüft am 19.09.2025.

Beek, Tim aus der (2025b): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Stellungnahme 18/2762 zur Anhörung „Genehmigungsverfahren“ am 05.09.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. IWW. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2762.pdf, zuletzt geprüft am 25.09.2025.

Begon, M.; Howarth, R. W.; Townsend, C. R. (2017): Ökologie. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Beine, M. (2025): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Stellungnahme 18/2590 zur Anhörung „Abwasserentsorgungsinfrastruktur“ am 26.05.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. Stadtentwässerungsbetrieb Paderborn. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2590.pdf, zuletzt geprüft am 22.09.2025.

Bergmann, Sabine; Herrmann, Frank (2024): Veränderungen der Grundwasserneubildung und der Grundwasserstände unter dem Einfluss des Klimawandels in Nordrhein-Westfalen – Teil 1. In: *DVGW energie | wasser-praxis* 2024 (6+7), S. 32–39. Online verfügbar unter https://epaper.energie-wasser-praxis.de/dpdf/2024/9TboObtS8RFOdtA2ZDye/34/, zuletzt geprüft am 21.07.2026.

Bernhardt, J. J. (2025): Frühjahrsdürre in Deutschland – das kann Bewässerung leisten. Hg. v. Johann Heinrich von Thünen-Institut. Online verfügbar unter https://www.thuenen.de/de/themenfelder/wasser/landwirtschaftliches-wassermanagement/fruehjahrsduerre-in-deutschland-das-kann-bewaesserung-leisten, zuletzt geprüft am 16.06.2026.

Bertling, R. (2025): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Stellungnahme 18/2521 zur Anhörung „Industrie, Gewerbe und Handwerk“ am 12.05.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2521.pdf, zuletzt geprüft am 22.09.2025.

Beyer, J. (2025): Niedrigwasser auf dem Rhein: Erste Schiffe mit weniger Ladung. IHK fürchtet Probleme bei den Lieferketten. SWR. Online verfügbar unter https://www.swr.de/swraktuell/rheinland-pfalz/ludwigshafen/niedrigwasser-auf-dem-rhein-schon-im-april-100.html, zuletzt geprüft am 23.02.2026.

Bezirksregierung Arnsberg (o.J.): Braunkohlegewinnung. Online verfügbar unter https://www.bra.nrw.de/energie-bergbau/rohstoffgewinnung/braunkohlegewinnung, zuletzt geprüft am 16.06.2026.

Bezirksregierung Arnsberg (2025a): Integrales Monitoring für den Grubenwasseranstieg im Steinkohlebergbau in Nordrhein-Westfalen. Bericht des Jahres 2024. Online verfügbar unter https://www.grubenwasser-steinkohle-nrw.de/ergebnisse, zuletzt geprüft am 24.06.2026.

Bezirksregierung Arnsberg (2025b): Grubenwasserhaltung des Steinkohlenbergbaus in NRW für die Ewigkeit im Ruhrrevier. Verwaltungsverfahren und Monitoring. Online verfügbar unter https://www.bra.nrw.de/system/files/media/document/file/251006_61.07.01_thema_wasserwirtschaft_untertagebergbau_grubenwasser_verfahren_monitoring.pdf, zuletzt geprüft am 25.11.2025.

Bezirksregierung Arnsberg (2026): Integrales Monitoring für den Grubenwasseranstieg im Steinkohlenbergbau in Nordrhein-Westfalen. Online verfügbar unter https://www.grubenwasser-steinkohle-nrw.de/startseite, zuletzt geprüft am 24.06.2026.

Bezirksregierung Düsseldorf (o.J.): Wasserschutzgebiete und Festsetzungsverfahren. Online verfügbar unter https://www.brd.nrw.de/themen/umwelt-natur/wasserwirtschaft/grundwasser-und-wasserversorgung/wasserschutzgebiete-und, zuletzt geprüft am 06.11.2025.

Bezirksregierung Köln (o.J.a): Genehmigung von Wasserentnahmen aus Grund- und Oberflächenwasser. Online verfügbar unter https://www.bezreg-koeln.nrw.de/themen/umwelt-und-natur/wasserwirtschaft/wasserversorgung/genehmigung-von-wasserentnahmen-aus-grund, zuletzt geprüft am 29.12.2025.

Bezirksregierung Köln (o.J.b): Hafenangelegenheiten. Online verfügbar unter https://www.bezreg-koeln.nrw.de/themen/ordnung-und-sicherheit/hafenangelegenheiten, zuletzt geprüft am 05.01.2026.

Binnenschiff.eu (o.J.): Vorteile der Binnenschiffahrt. Nicht nur wirtschaftlich, sondern auch umweltgerecht. Online verfügbar unter https://www.binnenschiff.eu/vorteile/, zuletzt geprüft am 27.02.2026.

Birkmann, J. (2025): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise" Stellungnahme 18/2410 zur Anhörung „Schutz vor Wasser" am 18.03.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. Universität Stuttgart – Institut für Raumordnung und Entwicklungsplanung. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2410.pdf, zuletzt geprüft am 26.06.2025.

Birkmann, J. et al. (2022): Wiederaufbau und Zukunftsfähigkeit – 10 Empfehlungen aus Sicht der Wissenschaft. Stellungnahme von Prof. Dr.-Ing. habil. Jörn Birkmann et al. im Rahmen des öffentlichen Fachgesprächs zum Thema „Lehren aus der Flutkatastrophe – Wiederaufbau und Zukunftsfähigkeit für die betroffenen Regionen" des Ausschusses für Wohnen, Stadtentwicklung, Bauwesen und Kommunen des Deutschen Bundestages. KAHR-Projekt. Hg. v. Deutscher Bundestag (Ausschussdrucksache 20(24)038). Online verfügbar unter https://www.bundestag.de/resource/blob/907108/Stellungnahme-Prof-J-Birkmann-Lehren-aus-Flutkatastrophe-fuer-Wiederaufbau_A-Drs-20-24-038-.pdf, zuletzt geprüft am 09.11.2025.

BMI; BMF (2022): Bericht zur Hochwasserkatastrophe 2021: Katastrophenhilfe, Wiederaufbau und Evaluierungsprozesse. Online verfügbar unter https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/veroeffentlichungen/2022/abschlussbericht-hochwasserkatastrophe.pdf?__blob=publicationFile&v=1, zuletzt geprüft am 24.01.2025.

BMJV (2022): Gesetz zur Festlegung von Flächenbedarfen und zur Genehmigungserleichterung für Windenergieanlagen an Land und für Anlagen zur Speicherung vom Strom oder Wärme aus erneuerbaren Energien in bestimmten Gebieten. Windenergieflächenbedarfsgesetz – WindBG. Online verfügbar unter https://www.gesetze-im-internet.de/windbg/BJNR135310022.html, zuletzt geprüft am 20.09.2025.

BMUV (o. J.): Überblick: Extremwetterereignisse. Gesundheitliche Auswirkungen von Extremwetterereignissen im Klimawandel. Berlin. Online verfügbar unter https://www.bundesumweltministerium.de/themen/gesundheit/gesundheit-im-klimawandel/extremwetterereignisse/ueberblick-extremwetterereignisse, zuletzt geprüft am 29.01.2026.

BMUV (Hg.) (2023a): Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt 2030. Berlin. Online verfügbar unter https://www.bundesumweltministerium.de/fileadmin/Daten_BMU/Pools/Broschueren/nbs_2030_strategie_bf.pdf, zuletzt geprüft am 29.12.2025.

BMUV (Hg.) (2023b): Nationale Wasserstrategie. Kabinettsbeschluss vom 15. März 2023. Online verfügbar unter https://www.bmuv.de/publikation/nationale-wasserstrategie, zuletzt geprüft am 01.04.2025.

BMUV (Hg.) (2024): Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel 2024. Online verfügbar unter https://www.bundesumweltministerium.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaanpassung/das_2024_strategie_bf.pdf, zuletzt geprüft am 19.02.2026.

BMUV (Hg.) (2025): Ressortbericht zur Nachhaltigkeit. Berlin. Online verfügbar unter https://www.bundesregierung.de/resource/blob/975228/2335800/1ac7a595fad4f4ddb68f649c48aa3a37/2025-02-20-bmuv-nachhaltigkeitsbericht-2025-data.pdf?download=1, zuletzt geprüft am 11.02.2026.

BMV (2025): Masterplan Binnenschifffahrt. Online verfügbar unter https://www.bmv.de/DE/Themen/Mobilitaet/Wasser/Binnenschifffahrt/binnenschifffahrt.html, zuletzt geprüft am 27.02.2026.

BMWi (Hg.) (2021): Energiewirtschaftliche Projektionen und Folgeabschätzungen 2030/2050. Bericht im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Online verfügbar unter https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/energiewirtschaftliche-projektionen-und-folgeabschaetzungen-2030-2050.pdf?__blob=publicationFile&v=2, zuletzt geprüft am 14.07.2026.

Bolte, G.; Dandolo, L.; Gepp, S.; Hornberg, C.; Lopez Lumbi, S.: Klimawandel und gesundheitliche Chancengerechtigkeit: Eine Public-Health-Perspektive auf Klimagerechtigkeit. Sachstandsbericht. In: *Journal of Health Monitoring* 2023 (S6), S. 3–38. Online verfügbar unter https://www.rki.de/DE/Aktuelles/Publikationen/Journal-of-Health-Monitoring/

GBEDownloadsJ/Focus/JHealthMonit_2023_S6_Gerechtigkeit_Sachstandsbericht_Klimawandel_Gesundheit.pdf?__blob=publicationFile&v=1, zuletzt geprüft am 29.01.2026.

Bosseler, B. (2025): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise" Stellungnahme 18/2558 zur Anhörung „Abwasserentsorgungsinfrastruktur" am 26.05.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. IKT. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2558.pdf, zuletzt geprüft am 22.09.2025.

Brandon, C.; Kratzer, B.; Aggarwal, A.; Heubaum, H. (2025): Strengthening the Investment Case for Climate Adaptation: A Triple Dividend Approach. Hg. v. World Resources Institute (Working Paper).

Bringewat, J. (2025): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise" Stellungnahme 18/2756 zur Anhörung „Genehmigungsverfahren" am 05.09.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2756.pdf, zuletzt geprüft am 25.09.2025.

BSI (o.J.): Was sind Kritische Infrastrukturen? Online verfügbar unter https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/Regulierte-Wirtschaft/Kritische-Infrastrukturen/Allgemeine-Infos-zu-KRITIS/allgemeine-infos-zu-kritis_node.html, zuletzt geprüft am 09.11.2025.

Budrass, L.; Roelevink, E.-M. (2024): Die Macht der Entwässerung. Die Emschergenossenschaft und die Erfindung des Ruhrgebiets. Bielefeld: transcript Verlag (Histoire, 224).

BUKO Pharma-Kampagne (2015): Antibiotika-Resistenzen. eine globale Herausforderung. In: *Pharma-Brief Spezial* (2). Online verfügbar unter https://www.klinikum.uni-heidelberg.de/fileadmin/inst_hygiene/tropenhygiene/PDF/Teaching/Wochenendseminare/2015_02_spezial__Antibiotika_BUKO.pdf, zuletzt geprüft am 13.04.2026.

BUND (Hg.) (o. J.): Lebendige Auen – Chancen für Naturschutz und Tourismus. Online verfügbar unter https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/fluesse/fluesse_auen_naturschutz_tourismus.pdf, zuletzt geprüft am 19.02.2026.

BUND (Hg.) (2023): Herausforderungen für eine nachhaltige Stoffpolitik. Notwendigkeit einer Transformation im globalen Kontext. Berlin. Online verfügbar unter https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/ressourcen_und_technik/Herausforderungen_fuer_eine_nachhaltige_Stoffpolitik_Positionspapier_BUND_2023.pdf, zuletzt geprüft am 11.02.2026.

BUND NRW (o.J.): Grundwasser – der unsichtbare Schatz. Online verfügbar unter https://www.bund-nrw.de/themen/wasser/grundwasserschutz/, zuletzt geprüft am 29.12.2025.

Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) (o. J.): Risikokommunikation. Online verfügbar unter https://www.bbk.bund.de/DE/Themen/Risikomanagement/Risikokommunikation/risikokommunikation_node.html, zuletzt geprüft am 29.01.2026.

Bundesamt für Naturschutz (2024): Schwimmende PV-Anlagen: Auswirkungen auf Arten, Lebensräume und Landschaftsbild (und Ansätze zur Vermeidung). Online verfügbar unter https://bfn.bsz-bw.de/frontdoor/deliver/index/docId/1760/file/Schrift685.pdf, zuletzt geprüft am 29.01.2026.

Bundesinformationszentrum Landwirtschaft (2025): Wie funktioniert Bewässerung in der Landwirtschaft? Hg. v. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung. Online verfügbar unter https://www.landwirtschaft.de/wirtschaft/beruf-und-betrieb/betrieb-und-technik/wie-funktioniert-bewaesserung-in-der-landwirtschaft, zuletzt geprüft am 21.11.2025.

Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) (Hg.) (2014): Antimikrobielle Produkte im Haushalt. Berlin (BfR-Information, 009/2011). Online verfügbar unter https://www.bfr.bund.de/cm/343/antimikrobielle-produkte-im-haushalt.pdf, zuletzt geprüft am 11.02.2026.

Bundesnetzagentur (o.J.): Marktstammdatenregister. Online verfügbar unter https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR, zuletzt geprüft am 17.07.2025.

Bundesregierung (o. J.): Sichere Wasserversorgung. Berlin. Online verfügbar unter https://www.bundesregierung.de/breg-de/schwerpunkte/sichere-wasserversorgung-313276, zuletzt geprüft am 29.01.2026.

Bundesregierung (1976): Gesetz über Abgaben für das Einleiten von Abwasser in Gewässer (Abwasserabgabengesetz – AbwAG), vom Zuletzt geändert durch Art. 2 V v. 22.08.2018 I 1327. Online verfügbar unter https://www.gesetze-im-internet.de/abwag/BJNR027210976.html, zuletzt geprüft am 11.04.2025.

Bundesregierung (2017): Verordnung über die Verwertung von Klärschlamm, Klärschlammgemisch und Klärschlammkompost. AbfKlärV. Online verfügbar unter https://www.gesetze-im-internet.de/abfkl_rv_2017/AbfKlärV.pdf, zuletzt geprüft am 04.01.2026.

Bundesregierung (2025): Besprechung des Bundeskanzlers mit den Regierungschefinnen und Regierungschefs der Länder am 4. Dezember 2025. Online verfügbar unter https://www.bundesregierung.de/resource/blob/975228/2397654/c57248be7fa2d61ab6d8b12c0f29f05b/2025-12-04-mpk-staatsmodernisierung-data.pdf?download=1, zuletzt geprüft am 17.03.2026.

Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung; RKI (Hg.) (2024): Klimawandel und Gesundheit. Kompakte Informationen und Handlungsoptionen für den öffentlichen Gesundheitsdienst. Online verfügbar unter https://www.klima-mensch-gesundheit.de/fileadmin/Mediathek_Dateien/Klima-Mensch-Gesundheit_Broschuere_RKI-Sachstandsbericht.pdf, zuletzt geprüft am 14.04.2026.

Butsch, C.; Beckers, L.-M.; Nilson, E.; Frassl, M.; Bennholt, N.; Kwiatkowski, R.; Söder, M. (2023): Health impacts of extreme weather events – Cascading risks in a changing climate. In: *Journal of Health Monitoring* 2023 (S4), S. 33–56. Online verfügbar unter https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn067526.pdf, zuletzt geprüft am 29.01.2026.

Buttschardt, T. (2025): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise" Stellungnahme 18/2708 zur Anhörung „Land- und Forstwirtschaft" am 08.07.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. Universität Münster. Institut für Landschaftsökologie. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2708.pdf, zuletzt geprüft am 25.09.2025.

Chan, J. C. F.; Lam, B. Y. K.; Dudgeon, D.; Liew, J. H. (2025): Global consequences of dam-induced river fragmentation on diadromous migrants: a systematic review and meta-analysis. In: *Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society* 100 (5), S. 2020–2037. DOI: 10.1111/brv.70032.

Chen, Z.; Ye, J.; Liu, Y.; Hu, T.; Dong, J. (2025): Global assessment in the effect of urban built-up environment on cooling efficiency of green spaces. In: *Communications Earth & Environment* 6 (1). DOI: 10.1038/s43247-025-02925-7.

Coder, L.; Musolff, A.; Kronsbein, P. M.; Knöller, K.; Büttner, O.; Rinke, K.; Tittel, J. (2025): How anthropogenic modification of riverscapes reduces the resilience of floodplain water bodies to drought. In: *Ecological Engineering* 219, S. 107686. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2025.107686.

DBU (o.J.): Überregionale Kooperation von Wasserversorgungsunternehmen: Gemeinsames Zukunftskonzept Wassermengenmanagement als integrative Planungsgrundlage zur Sicherstellung der Versorgung und zur Vermeidung von Nutzungskonflikten. Projekt 39097/01. Online verfügbar unter https://www.dbu.de/projektdatenbank/39097-01/, zuletzt geprüft am 01.12.2025.

Demny, G. (2025): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise" Stellungnahme 18/2408 zur Anhörung „Schutz vor Wasser" am 18.03.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. Wasserverband Eifel-Ruhr. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2408.pdf, zuletzt geprüft am 19.09.2025.

Deters, H.; Baer, A. (2025): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise" Stellungnahme 18/2324 zur Anhörung „Trink- und Brauchwasserversorgungsinfrastruktur" am 07.02.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. Gelsenwasser. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2324.pdf, zuletzt geprüft am 19.09.2025.

Deutsche Allianz Klimawandel und Gesundheit (Hg.): Factsheets: Gesundheitliche Auswirkungen der Klima- und Umweltkrisen. Online verfügbar unter https://www.klimawandel-gesundheit.de/wp-content/uploads/2025/04/20250327_Factsheet_Gesundheitliche-Auswirkungen_mit_Deckblatt_barrierefrei-1.pdf, zuletzt geprüft am 13.04.2026.

Deutscher Bundestag (Hg.) (2024): Kleine Anfrage der Fraktion der CDU/CSU. Umsetzung der Kommunalabwasserrichtlinie. Drucksache 20/14224. Online verfügbar unter https://dserver.bundestag.de/btd/20/142/2014224.pdf, zuletzt geprüft am 25.09.2025.

Deutscher Bundestag; Wissenschaftliche Dienste (2023): Zur Wiedervernässung von Mooren. Berlin. Online verfügbar unter https://www.bundestag.de/resource/blob/952768/WD-8-020-23-pdf.pdf, zuletzt geprüft am 30.11.2025.

Deutscher Städte- und Gemeindebund (DStGB), Deutscher Städtetag, Deutscher Landkreistag (Hg.) (2024): Stellungnahme zur Überwachungsmethodik für Phosphor und Stickstoff. Berlin. Online verfügbar unter https://www.dstgb.de/themen/wasser-und-abwasser/aktuelles/verbaende-fordern-neue-ueberwachungsmethodik-fuer-phosphor-und-stickstoff/verbaende-stellungnahme-ueberwachungsmethodik-p-n-final.pdf?cid=zra, zuletzt geprüft am 10.04.2026.

Deutsches Global Compact Netzwerk; WWF (2020): Kontextbasiertes Wassermanagement in Unternehmen. Von der Risikoanalyse bis zur Umsetzung einer Wasserstrategie. Hg. v. Deutsches Global Compact Netzwerk. Online verfügbar unter https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/DGCN-WWF-LeitfadenWassermanagement-Einzelseiten.pdf, zuletzt geprüft am 09.12.2025.

Deutschlandfunk (2024): Kommunale Unternehmen: Umsetzung neuer EU-Abwasserrichtlinie kostet neun Milliarden Euro. Online verfügbar unter https://www.deutschlandfunk.de/kommunale-unternehmen-umsetzung-neuer-eu-abwasserrichtlinie-kostet-neun-milliarden-euro-100.html, zuletzt geprüft am 27.04.2026.

Dickhaut, W. (2025): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Stellungnahme 18/2480 zur Anhörung „Siedlungsstrukturen“ am 04.04.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. HafenCity Universität Hamburg. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2480.pdf, zuletzt geprüft am 19.09.2025.

DIE ZEIT (2025): Neue Auenlandschaft: Letzte Etappe für aufwendiges Hochwasserschutz-Projekt. Online verfügbar unter https://www.zeit.de/news/2025-09/09/letzter-spatenstich-fuer-aufwendiges-hochwasserschutz-projekt, zuletzt geprüft am 09.11.2025.

Dillon, P.; Stuyfzand, P.; Grischek, T.; Lluria, M.; Pyne, R. D. G.; Jain, R. C. et al. (2019): Sixty years of global progress in managed aquifer recharge. In: *Hydrogeology Journal* (27), S. 1–30. Online verfügbar unter https://link.springer.com/article/10.1007/s10040-018-1841-z, zuletzt geprüft am 07.08.2025.

DKKV (Hg.) (2024): Governance und Kommunikation im Krisenfall des Hochwasserereignisses im Juli 2021 (DKKV-Schriftenreihe, 63). Online verfügbar unter https://dkkv.org/wp-content/uploads/2024/08/HoWas2021_DKKV_Schriftenreihe_63.pdf, zuletzt geprüft am 17.11.2025.

Donner, C.; Rüdel, M. (2025): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Stellungnahme 18/2710 zur Anhörung „Tourismus, Freizeit und Erholung“ am 08.07.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. Ruhrverband. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2710.pdf, zuletzt geprüft am 25.09.2025.

DPA (2022): Verband fordert Wasserkraftwerke an allen Talsperren in NRW. Hg. v. Süddeutsche Zeitung. Online verfügbar unter https://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/energien-olsberg-verband-fordert-wasserkraftwerke-an-allen-talsperren-in-nrw-dpa.urn-newsml-dpa-com-20090101-220406-99-818246, zuletzt geprüft am 29.01.2026.

DST – Entwicklungszentrum für Schiffstechnik und Transportsysteme (o.J.): Modernisierung II. Modernisierung der vorhandenen Binnenschiffsflotte durch Vergrößerung der Hauptabmessungen, Reduzierung der Fixpunkthöhe und Austausch des HinterschiffS. Online verfügbar unter https://www.dst-org.de/modernisierung-ii/, zuletzt geprüft am 23.02.2026.

DVGW (o.J.a): Kooperation Landwirtschaft/Wasserwirtschaft in Nordrhein-Westfalen. Online verfügbar unter Kooperation Landwirtschaft/Wasserwirtschaft in Nordrhein-Westfalen, zuletzt geprüft am 30.12.2025.

DVGW (o.J.b): Risikomanagement in Trinkwassereinzugsgebieten. Online verfügbar unter https://www.dvgw.de/themen/wasser/ressourcenmanagement-und-gewaesserschutz/risikomanagement-in-trinkwassereinzugsgebieten, zuletzt geprüft am 03.12.2025.

DVGW (o.J.c): Wasserwerk und Aufbereitung. Online verfügbar unter https://www.dvgw.de/themen/wasser/wasserwerk-und-aufbereitung, zuletzt geprüft am 10.11.2025.

DVGW (2008): Grundsatzpapier zum Gewässerschutz. Online verfügbar unter https://www.dvgw.de/medien/dvgw/wasser/ressourcen/dvgw-grundsatzpapier-gewaesserschutz2008.pdf, zuletzt geprüft am 13.11.2025.

DVGW (2020): Was bedeutet die zunehmende Trockenheit für unser Trinkwasser? Online verfügbar unter https://www.dvgw.de/blog/wasser/was-bedeutet-die-zunehmende-trockenheit-fuer-unser-trinkwasser, zuletzt geprüft am 03.03.2026.

DVGW (2025a): Assistenzsystem mit künstlicher Intelligenz für Wasserwerksbetrieb. Energiekostenoptimierter Fahrplan ermöglicht Kosteneinsparungen und erhöht Netzstabilität. Online verfügbar unter https://www.dvgw.de/themen/digitalisierung/best-practice-beispiele-digitalisierung-wasserversorgung/assistenzsystem-mit-kuenstlicher-intelligenz-fuer-wasserwerksbetrieb, zuletzt geprüft am 29.09.2025.

DVGW (2025b): Biologische Nitratentfernung (KonBioN). Konzentrataufbereitung zur Steigerung der Wasserverfügbarkeit mittels biologischer Nitratentfernung (W 202428). Online verfügbar unter https://www.dvgw.de/themen/forschung-und-innovation/forschungsprojekte/dvgw-forschungsprojekt-biologische-nitratentfernung, zuletzt geprüft am 10.11.2025.

DWA (Hg.) (o. J.): Umfrage zum Zustand der Kanalisation. Online verfügbar unter https://de.dwa.de/de/umfrage-zum-zustand-der-kanalisation.html, zuletzt geprüft am 20.02.2026.

DWA (2020): Merkblatt DWA-M 114 – Abwasserwärmenutzung (DWA-Regelwerk).

DWA (2025): Merkblatt DWA-M 194 – Planung, Betrieb und Unterhalt von multifunktionalen Flächen. Entwurf April 2025 (DWA-Regelwerk).

DWD (o.J.): Starkregen. Online verfügbar unter https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/begriffe/S/Starkregen.html, zuletzt geprüft am 09.11.2025.

EGLV (2022): Roadmap Krisenhochwasser. Essen. Online verfügbar unter https://www.eglv.de/app/uploads/2024/03/Roadmap-Krisenhochwasser.pdf, zuletzt geprüft am 16.02.2026.

EGLV (2025): Vorhersage von Extremwetter unter Berücksichtigung des Klimawandels. Online verfügbar unter https://www.eglv.de/medien/vorhersage-von-extremwetter-unter-beruecksichtigung-des-klimawandels/, zuletzt geprüft am 09.11.2025.

Ellison, D.; Morris, C. E.; Locatelli, B.; Sheil, D.; Cohen, J.; Murdiyarso, D. et al. (2017): Trees, forests and water: Cool insights for a hot world. In: *Global Environmental Change* 43, S. 51–61. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2017.01.002.

Erft-Verband (o.J.): Sümpfungswasser. Online verfügbar unter https://www.erftverband.de/suempfungswasser/, zuletzt geprüft am 16.06.2026.

Europäische Kommission (2024): Germany and the Netherlands strengthen cooperation on sharing precious water resources. Online verfügbar unter https://ec.europa.eu/regional_policy/whats-new/newsroom/18-12-2024-germany-and-the-netherlands-strengthen-cooperation-on-sharing-precious-water-resources_en, zuletzt geprüft am 03.03.2026.

Europäische Kommission (2025): Europäische Wasserresilienzstrategie. Online verfügbar unter https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52025DC0280, zuletzt geprüft am 25.09.2025.

Europäisches Parlament; Rat der Europäischen Union (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich

der Wasserpolitik. Wasserrahmenrichtlinie – WRRL, vom 20.11.2014. In: *ABl. L* 327, S. 1–73. Online verfügbar unter https://eur-lex.europa.eu/legal-content/de/ALL/?uri=CELEX%3A32000L0060, zuletzt geprüft am 14.07.2026.

Europäisches Parlament; Rat der Europäischen Union: Richtlinie (EU) 2024/3019 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. November 2024 über die Behandlung von kommunalem Abwasser (Neufassung) (Text von Bedeutung für den EWR). In: *ABl. L* 12.12.2024. Online verfügbar unter https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202403019, zuletzt geprüft am 25.09.2025.

European Environment Agency (Hg.) (2021): Tracking barriers and their impacts on European river ecosystems. Online verfügbar unter https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/tracking-barriers-and-their-impacts-on-european-river-ecosystems, zuletzt geprüft am 09.02.2026.

European Environment Agency (Hg.) (2024a): PFAS pollution in European waters. Online verfügbar unter https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/pfas-pollution-in-european-waters, zuletzt geprüft am 14.07.2026.

European Environment Agency (2024b): Responding to climate change impacts on human health in Europe: focus on floods, droughts and water quality. Online verfügbar unter https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/responding-to-climate-change-impacts, zuletzt geprüft am 23.04.2026.

Exner, M. (2025): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise" Stellungnahme 18/2795 zur Anhörung „Gesundheit" am 05.09.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2795.pdf, zuletzt geprüft am 25.09.2025.

FiFo Köln (2025): Nachhaltige Finanzierungsmodelle für eine resiliente Wasserwirtschaft in Nordrhein-Westfalen. Forschungsvorhaben im Auftrag des Landtags Nordrhein-Westfalen Enquetekommission III. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMI18-204.pdf, zuletzt geprüft am 20.02.2026.

Fischereiverband Nordrhein-Westfalen e.V. (o.J.): Stellungnahme zu Photovoltaikanlagen auf Gewässern (Floating Photovoltaik). Online verfügbar unter https://www.fischereiverband-nrw.de/images/pdfs/schwimmende_photovoltaik_fpv_2.pdf, zuletzt geprüft am 29.01.2026.

Flaute, M.; Reuschel, S.; Stöver, B. (2022): Volkswirtschaftliche Folgekosten durch Klimawandel. Szenarioanalyse bis 2050 – Studie im Rahmen des Projektes „Kosten durch Klimawandelfolgen in Deutschland". Hg. v. Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung (GWS) mbH. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK). Osnabrück (GWS Research Report, 01/2022). Online verfügbar unter https://www.gws-os.com/fileadmin/user_upload/Dateien/Publikationen/Research_Reports/GWS_Research_Report_01_2022.pdf, zuletzt geprüft am 15.09.2025.

flussgebiete.nrw (o.J.): Kommunensteckbriefe zum Hochwasserrisikomanagementplan. Hg. v. MUNV. Online verfügbar unter https://www.flussgebiete.nrw.de/kommunensteckbriefe, zuletzt geprüft am 09.11.2025.

flussgebiete.nrw (o.J.): Risikobewertung 2024. Hg. v. MUNV. Online verfügbar unter https://www.flussgebiete.nrw.de/risikobewertung-2024, zuletzt geprüft am 09.11.2025.

flussgebiete.nrw (o.J.): WRRL-Grundlagen. Rechtliche Umsetzung. Hg. v. MUNV. Online verfügbar unter https://www.flussgebiete.nrw.de/rechtliche-umsetzung, zuletzt geprüft am 23.09.2025.

flussgebiete.nrw (o.J.): Zuständige Behörden und Bearbeitungsgebiete. Hg. v. MUNV. Online verfügbar unter https://www.flussgebiete.nrw.de/zustaendige-behoerden-und-bearbeitungsgebiete, zuletzt geprüft am 09.11.2025.

Forschungszentrum Nachbergbau (2026): MuSE: Multisensor-Geomonitoring zur Optimierung der nachbergbaulichen Wasserhaltung. Online verfügbar unter https://fzn.thga.de/forschung/muse/, zuletzt geprüft am 24.06.2026.

Förstner, U.; Köster, S. (2018): Trinkwasser. In: U. Förstner und S. Köster (Hg.): Umweltschutztechnik. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 347–417.

Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft e. V. (FOES) (Hg.) (2021): Verteilungswirkungen eines fortschreitenden Klimawandels. Berlin. Online verfügbar unter https://foes.de/publikationen/2021/2021-09_FOES_Verteilungswirkungen_eines_fortschreitenden_Klimawandels.pdf, zuletzt geprüft am 29.01.2026.

Fraunhofer ISE (2024): Stromgestehungskosten erneuerbare Energien. Unter Mitarbeit von Dr. Christoph Kost. Online verfügbar unter https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/studie-stromgestehungskosten-erneuerbare-energien.html, zuletzt geprüft am 05.12.2025.

Friedrich, H. (2025): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise" Stellungnahme 18/2406 zur Anhörung „Schutz vor Wasser" am 18.03.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. AK HuG. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2406.pdf, zuletzt geprüft am 19.09.2025.

Frindik, R. (2023): Förderung kleiner und auf Niedrigwasser optimierte Binnenschiffe. In: *Journal für Mobilität und Verkehr* (16), S. 27–37. Online verfügbar unter https://pdfs.semanticscholar.org/4f73/3845ccced7245cf01c3ff32e4c79139bb1a5.pdf, zuletzt geprüft am 23.02.2026.

Garg, A.; Bordoloi, S.; Ganesan, S. P.; Sekharan, S.; Sahoo, L. (2020): A relook into plant wilting: observational evidence based on unsaturated soil-plant-photosynthesis interaction. In: *Scientific reports* 10 (1), S. 22064. DOI: 10.1038/s41598-020-78893-z.

Gasparrini, A.; Guo, Y.; Hashizume, M.; Lavigne, E.; Zanobetti, A.; Schwartz, J. et al. (2015): Mortality risk attributable to high and low ambient temperature: a multicountry observational study. In: *Lancet* 386 (9991), S. 369–375. DOI: 10.1016/S0140-6736(14)62114-0.

Gawel, E.; Bedtke, N. (2013): Wasserpreise zwischen Kartellkontrolle und Nachhaltigkeit. In: *Wirtschaftsdienst* 93 (2), S. 94–102. Online verfügbar unter https://www.wirtschaftsdienst.eu/inhalt/jahr/2013/heft/2/beitrag/wasserpreise-zwischen-kartellkontrolle-und-nachhaltigkeit.html, zuletzt geprüft am 24.05.2026.

GDV (2021): Flächenversiegelung: Zugepflastert statt abgelaufen. Online verfügbar unter https://www.gdv.de/gdv/flaechenversiegelung-zugepflastert-statt-abgelaufen-40074, zuletzt geprüft am 16.03.2026.

Gelsenwasser (2022): Neue Leitungen ermöglichen zusätzlichen Wasserbezug und -verteilung. Website Gelsenwasser. Online verfügbar unter https://www.gelsenwasser.de/news/owl-leitung, zuletzt geprüft am 04.08.2025.

Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen (o.J.): Abgrabungsmonitoring NRW. Online verfügbar unter https://www.gd.nrw.de/ro_am.htm, zuletzt geprüft am 16.06.2026.

Goessling, H. F.; Rackow, T.; Jung, T. (2025): Recent global temperature surge intensified by record-low planetary albedo. In: *Science (New York, N.Y.)* 387 (6729), S. 68–73. DOI: 10.1126/science.adq7280.

Gonzalez, D.; Guillaume, J.; Peeters, L.; Wyrwoll, P.; Vanderzalm, J.; Page, D. (2024): Estimating the costs of managed aquifer recharge under uncertainty with examples for town water supply in regional Australia. In: *Sustainable Water Resources Management* 10 (3). DOI: 10.1007/s40899-024-01095-2.

Graf Vitzthum, S.; Piens, R.; Schulte, H.-W. (2013): Bundesberggesetz. Stuttgart: W. Kohlhammer GmbH.

Graham, D. J.; Bierkens, M. F.P.; van Vliet, M. T.H. (2024): Impacts of droughts and heatwaves on river water quality worldwide. In: *Journal of Hydrology* 629, S. 130590. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2023.130590.

Greiving, S. (2021): Flutkatastrophen und Hochwasserschutz aus Sicht der raumorientierten Risikoforschung. In: *NACHRICHTEN DER ARL* 2021 (3), S. 12–19. Online verfügbar unter https://www.arl-net.de/system/files/media-shop/pdf/nachrichten/2021-3/04_greiving.pdf, zuletzt geprüft am 09.11.2025.

Griebler, C.; Kellermann, C.; Kuntz, D.; Walker-Hertkorn, S.; Stumpp, C.; Hegler, F. (2014): Auswirkungen thermischer Veränderungen infolge der Nutzung oberflächennaher Geothermie auf die Beschaffenheit des Grundwassers und seiner Lebensgemeinschaften. Empfehlungen für eine umweltverträgliche Nutzung. Hg. v. BMUV. Berlin (UBA-/BMUV-

Forschungsbericht, FKZ 3710 23 204). Online verfügbar unter https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Pools/Forschungsdatenbank/fkz_3710_23_204_thermische_veraenderungen_bf.pdf, zuletzt geprüft am 09.02.2026.

Grigo, W. (2025): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise" Stellungnahme 18/2661 zur Anhörung „Rohstoffabbau/Bergbau" am 11.07.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. RAG AG. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2661.pdf, zuletzt geprüft am 24.09.2025.

Haberkamp, J. (2025): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise" Stellungnahme 18/2470 zur Anhörung „Industrie, Gewerbe und Handwerk" am 12.05.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. FH Münster. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2470.pdf, zuletzt geprüft am 22.09.2025.

Hahn, H. J. (2021): Grundwasserökosysteme in Klima- und Thermostress. Exposé für das Forum V des 35. Deutschen Naturschutztags. Hg. v. Deutscher Naturschutztag (DNT). Deutscher Naturschutzring. Wiesbaden. Online verfügbar unter https://www.deutscher-naturschutztag.de/fileadmin/user_upload/redaktion/dnt/35-2021-content/35-Fachprogramm/Exposes_Vita/Forum_5/Forum_V_1_Hahn_Expose.pdf, zuletzt geprüft am 07.12.2025.

Hahn, H. J.; Spengler, C. (2018): Thermostress: Ökologisch begründete thermische Schwellenwerte und Bewertungsansätze für das Grundwasser. Hg. v. WRRL-Forum Verbändeforum 2018. Bonn. Online verfügbar unter https://www.wrrl-forum.de/wp-content/uploads/2018/12/WRRL_Verbaendeforum2018_Hahn_Spengler_GW_Erwaermung.pdf, zuletzt geprüft am 15.01.2026.

Hajat, S.; Kosatky, T. (2010): Heat-related mortality: a review and exploration of heterogeneity. In: *Journal of epidemiology and community health* 64 (9), S. 753–760. DOI: 10.1136/jech.2009.087999.

HANSA (2021): Partikuliere – Nomaden auf dem Wasser. Online verfügbar unter https://hansa-online.de/schifffahrt/partikuliere-nomaden-auf-dem-wasser/261476/, zuletzt geprüft am 05.01.2026.

Heinz, B. (2025): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise" Stellungnahme 18/2757 zur Anhörung „Genehmigungsverfahren" am 05.09.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2757.pdf, zuletzt geprüft am 25.09.2025.

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ (Hg.) (o. J.): Böden und Biodiversität: Die Intensivlandwirtschaft entzieht sich ihre eigene Lebensgrundlage. Online verfügbar unter https://www.ufz.de/export/data/485/251526_Artikel_B%C3%B6den%20und%20Biodiversit%C3%A4t.pdf, zuletzt geprüft am 19.02.2026.

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ (2020): River Ecosystem Service Index (RESI) – Methodenbericht. Leipzig. Online verfügbar unter https://www.ufz.de/index.php?de=20939&pub_data%5BPUB_ID%5D=25849&pub_data%5Bfunction%5D=showFile, zuletzt geprüft am 09.02.2026.

Henkel (o.J.): Engaging in Water Stewardship. Online verfügbar unter https://www.henkel.com/sustainability/positions/engaging-in-water-stewardship, zuletzt geprüft am 09.12.2025.

Henn, R.; Alias, C. (2025): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise" Stellungnahme 18/2713 zur Anhörung „Wasser als Transportweg" am 11.07.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. DST – Entwicklungszentrum für Schiffstechnik und Transportsysteme. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2713.pdf, zuletzt geprüft am 25.09.2025.

Hennecke, H. J. (2025): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise" Stellungnahme 18/2505 zur Anhörung „Industrie, Gewerbe und Handwerk" am 12.05.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. Handwerk.NRW. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2505.pdf, zuletzt geprüft am 22.09.2025.

Henrichs, M. (2025): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise" Stellungnahme 18/2478 zur Anhörung „Siedlungsstrukturen" am 04.04.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2478.pdf, zuletzt geprüft am 19.09.2025.

Hintemann, R., Hinterholzer, S. & Progni, K. (2024): Bitkom-Studie Rechenzentren in Deutschland: Aktuelle Marktentwicklungen – Stand 2024. Hg. v. Bitkom e.V. Berlin. Online verfügbar unter https://www.bitkom.org/sites/main/files/2024-11/241121-studie-rechenzentrumsmarkt.pdf, zuletzt geprüft am 13.07.2026.

HochwasserKompetenzCentrum e. V. (2017): Hochwasser und Starkregen – Gefahren, Risiken, Vorsorge und Schutz. HochwasserKompetenzCentrum e. V., Köln. Online verfügbar unter https://www.flussgebiete.nrw.de/system/files/atoms/files/hkc-_hochwasserstarkregen_gefahren_risiken_vorsoge_und_schutz.pdf, zuletzt geprüft am 06.11.2025.

Hollstein, A. (2025a): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise" Stellungnahme 18/2327 zur Anhörung „Trink- und Brauchwasserversorgungsinfrastruktur" am 07.02.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. Verband Kommunaler Unternehmen e.V. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2327.pdf, zuletzt geprüft am 19.09.2025.

Hollstein, A. (2025b): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise" Stellungnahme 18/2589 zur Anhörung „Abwasserentsorgungsinfrastruktur" am 26.05.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. Verband Kommunaler Unternehmen e.V. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2589.pdf, zuletzt geprüft am 22.09.2025.

Hölting, B.; Coldewey, W. G. (2013): Hydrogeologie. Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie. 8. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Nature.

Ibisch, P. (2024): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise" Stellungnahme 18/2200 zur Anhörung „Klimaveränderungen und Ökosysteme – Wie kann NRW den anstehenden Herausforderungen begegnen?" am 13.12.2024. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2200.pdf, zuletzt geprüft am 19.09.2025.

IKSR (2015): Klimawandelanpassungsstrategie für die IFGE Rhein. Online verfügbar unter https://www.iksr.org/fileadmin/user_upload/DKDM/Dokumente/Fachberichte/DE/rp_De_0219.pdf, zuletzt geprüft am 25.09.2025.

Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES) (Hg.) (2022): Summary for policymakers of the methodological assessment regarding the diverse conceptualization of multiple values of nature and its benefits, including biodiversity and ecosystem functions and services (assessment of the diverse values and valuation of nature). Advance unedited version. Online verfügbar unter https://www.actu-environnement.com/media/pdf/news-40002-ipbes-rapport-decideurs.pdf, zuletzt geprüft am 06.02.2026.

International Court of Justice (ICJ) (2025): Obligations of States in respect of Climate Change. Summary of the Advisory Opinion of 23 July 2025. Den Haag. Online verfügbar unter https://www.icj-cij.org/sites/default/files/case-related/187/187-20250723-sum-01-00-en.pdf, zuletzt geprüft am 15.09.2025.

Interreg (o.J.): DIWA. Online verfügbar unter https://deutschland-nederland.eu/en/projects/diwa/, zuletzt geprüft am 03.03.2026.

IPCC (Hg.) (2014): Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the IPCC. Unter Mitarbeit von Core Writing Team, Pachauri, R.K. und L. A. Meyer. IPCC. Genf. Online verfügbar unter https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf, zuletzt geprüft am 13.07.2026.

IPCC (Hg.) (2023a): Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Unter Mitarbeit von Core Writing Team, H. Lee und J. Romero. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Genf. Online verfügbar unter https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_FullVolume.pdf, zuletzt geprüft am 13.07.2026.

IPCC (2023b): Summary for Policymakers. In: IPCC (Hg.): Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Unter Mitarbeit von Core Writing Team, H. Lee und J. Romero. Genf, S. 1–34. Online verfügbar unter https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf, zuletzt geprüft am 24.06.2026.

IT.NRW (2024a): Mehr Großbetriebe in der NRW-Landwirtschaft: Zahl der Betriebe mit mehr als 100 Hektar seit 2020 um 4,5 Prozent gestiegen. Online verfügbar unter https://www.it.nrw/mehr-grossbetriebe-in-der-nrw-landwirtschaft-zahl-der-betriebe, zuletzt geprüft am 13.07.2026.

IT.NRW (2024b): NRW: Durchschnittliche Wasserabgabe an Haushalte im Jahr 2022 gesunken. Online verfügbar unter https://www.it.nrw/nrw-durchschnittliche-wasserabgabe-haushalte-im-jahr-2022-gesunken-126658, zuletzt geprüft am 24.01.2025.

IT.NRW (2025a): Binnenschifffahrt. Online verfügbar unter https://www.it.nrw/thema/binnenschifffahrt, zuletzt geprüft am 05.01.2026.

IT.NRW (Hg.) (2025b): NRW: Trink- und Abwasserentgelte Anfang 2025 zum fünften Mal in Folge gestiegen. Online verfügbar unter https://www.it.nrw/nrw-trink-und-abwasserentgelte-anfang-2025-zum-fuenften-mal-folge-gestiegen-128116, zuletzt geprüft am 21.04.2026.

IT.NRW (2025c): NRW: Wasserbedarf der Energiewirtschaft und des produzierenden Gewerbes ist 2022 weiter rückläufig. Der Trinkwasserbedarf ist hingegen leicht gestiegen. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.it.nrw/nrw-wasserbedarf-der-energiewirtschaft-und-des-produzierenden-gewerbes-ist-2022-weiter-ruecklaeufig, zuletzt geprüft am 23.09.2025.

IT.NRW (2025d): Zahl der Erwerbstätigen in NRW ist 2023 um 0,6 Prozent gestiegen. Online verfügbar unter https://www.it.nrw/zahl-der-erwerbstaetigen-in-nrw-ist-2023-gestiegen, zuletzt geprüft am 05.03.2026.

IT.NRW (2026): Stromeinspeisung nach Energieträgern im Jahr 2025 in Nordrhein-Westfalen. Online verfügbar unter https://www.it.nrw/thema/energie, zuletzt geprüft am 16.07.2026.

IWW (o.J.): Temperaturerhöhungen im Verteilnetz. Online verfügbar unter https://iww-wasserforschung.de/beratungsthemen/temperaturerhoehungen-im-verteilnetz/, zuletzt geprüft am 14.11.2025.

IWW; FiW; IKT (2019): Wasserwirtschaftsstudie NRW. Analyse zum Stand und zur Entwicklung der Wasserwirtschaft in NRW. Mülheim an der Ruhr, Aachen, Gelsenkirchen. Online verfügbar unter https://www.ikt.de/wp-content/uploads/2019/11/studie-handlungsfelder-wasserwirtschaft-nrw-2019-iww-fiw-ikt.pdf, zuletzt geprüft am 29.09.2025.

Jäkel, J.; Maizière, T. de; Steinbrück, P.; Voßkuhle, A. (Hg.) (2025): Initiative für einen handlungsfähigen Staat. Abschlussbericht. Gemeinnützige Hertie-Stiftung; Hertie School. Juli 2025. Freiburg im Breisgau: Verlag Herder GmbH.

Jansen, D. (2025): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise" Stellungnahme 18/2663 zur Anhörung „Rohstoffabbau/Bergbau" am 11.07.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. Erft-Verband. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2663.pdf, zuletzt geprüft am 24.09.2025.

Jansen, D.; Matoba, M. (2024): Wasserwiederverwendung – Ein Lösungsansatz auch in Deutschland. In: M. Azari und S. Fuchs (Hg.): Kreislaufwirtschaft und Klimaneutralität in der Abwasserbehandlung. Tagungsband der 35. Karlsruher Flockungstage 2024: Verlag Siedlungswasserwirtschaft Karlsruhe (Schriftenreihe SWW, 162), S. 99–106. Online verfügbar unter https://d-nb.info/1362080969/34#page=99, zuletzt geprüft am 23.10.2025.

Jorzik, O. (2019): Folgen des Klimawandels für Deutschland. Hg. v. Earth System Knowledge Platform (ESKP). Online verfügbar unter https://gfzpublic.gfz.de/rest/items/item_5001759_2/component/file_5005417/content, zuletzt geprüft am 13.07.2026.

Junghänel, T.; Bissolli, P.; Daßler, J.; Fleckenstein, R.; Imbery, F.; Janssen, W. et al. (2021): Hydro-klimatologische Einordnung der Stark- und Dauerniederschläge in Teilen Deutschlands im Zusammenhang mit dem Tiefdruckgebiet „Bernd" vom 12. bis 19. Juli 2021. Deutscher Wetterdienst. Offenbach/Main. Online verfügbar unter https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/niederschlag/20210721_bericht_starkniederschlaege_tief_bernd.pdf?__blob=publicationFile&v=10, zuletzt geprüft am 15.09.2025.

Kaiser, M. (2025): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise" Stellungnahme 18/2451 zur Anhörung „Siedlungsstrukturen" am 04.04.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. Technische Universität Dortmund. Fakultät

Raumplanung. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2451.pdf, zuletzt geprüft am 19.09.2025.

Keeley, A. T. H.; Fremier, A. K.; Goertler, P. A. L.; Huber, P. R.; Sturrock, A. M.; Bashevkin, S. M. et al. (2022): Governing Ecological Connectivity in Cross-Scale Dependent Systems. In: *Bioscience* 72 (4), S. 372–386. DOI: 10.1093/biosci/biab140.

Kessen, T. (2026): So will Mönchengladbach bis 2045 klimaneutral werden. Hg. v. Rheinische Post. Online verfügbar unter https://rp-online.de/nrw/staedte/moenchengladbach/moenchengladbach-stadt-legt-klimaschutzbericht-2025-vor_aid-144105469, zuletzt geprüft am 16.03.2026.

Kis, A.; Schindelegger, A.; Zupanc, V. (2022): Financial compensation and legal restrictions for using land for flood retention. In: T. Hartmann, L. Slavikova und M. E. Wilkinson (Hg.): Spatial Flood Risk Management: Edward Elgar Publishing, S. 89–105. Online verfügbar unter https://www.elgaronline.com/edcollchap-oa/edcoll/9781800379527/9781800379527.00014.xml, zuletzt geprüft am 13.07.2026.

Kleffner, C. (2025): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise" Stellungnahme 18/2588 zur Anhörung „Abwasserentsorgungsinfrastruktur" am 26.05.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. Hochschule Bochum. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2588.pdf, zuletzt geprüft am 22.09.2025.

Klimadiskurs.NRW (2025): Zukunft Rhein. Der Rhein in Zeiten des Klimawandels. Online verfügbar unter https://klimadiskurs-nrw.de/wp-content/uploads/2025/09/250930_Zukunft-Rhein_Papier-ausfuehrlich.pdf, zuletzt geprüft am 17.11.2025.

Kompetenzzentrum Spurenstoffe Baden-Württemberg (KomS BW) (Hg.) (2025): Spurenstoffe im Abwasser. Stuttgart. Online verfügbar unter https://koms-bw.de/files/media/publication/Spurenstoffe-im-Abwasser_final.pdf, zuletzt geprüft am 23.04.2026.

Kreis Gütersloh (o.J.): Beregnung von landwirtschaftlichen Nutzflächen. Online verfügbar unter https://www.kreis-guetersloh.de/themen/wasser/landwirtschaft/beregnung/, zuletzt geprüft am 29.12.2025.

Kreis Herford (2023): Niedrigwasser in Trockenzeiten: Beschränkung der Wasserentnahme. Online verfügbar unter https://www.kreis-herford.de/UND-BEWEGEN/Umwelt-Natur-und-Klima-sch%C3%BCtzen-Abfall-entsorgen/Wasser/Niedrigwasser-in-Trockenzeiten-Beschr%C3%A4nkung-der-Wasserentnahme/, zuletzt geprüft am 03.03.2026.

Krishnan, M.; White, O.; Johansson, S.; Smit, S.; Farr, A.; Chockalingam, K. (2025): Advancing adaptation: Mapping costs from cooling to coastal defenses. Hg. v. McKinsey Global Institute. Online verfügbar unter https://www.mckinsey.com/mgi/our-research/advancing-adaptation-mapping-costs-from-cooling-to-coastal-defenses, zuletzt geprüft am 09.07.2026.

Küppers, J. (2025): Studie der Deutschen Umwelthilfe: NRW hat ein hohes Hochwasser-Risiko. WDR. Online verfügbar unter https://www1.wdr.de/nachrichten/NRW-hochwasser-risiko-umwelthilfe-100.html, zuletzt aktualisiert am 11.07.2025, zuletzt geprüft am 09.11.2025.

Land Nordrhein-Westfalen (2021): Gesetz zur Neufassung des Klimaschutzgesetzes Nordrhein-Westfalen. KSG NRW. Online verfügbar unter https://recht.nrw.de/system/files/pdf/state-law-and-regulations/2021/07/16/ed6ee2/2025-04-01-gesetz-zur-neufassung-des-klimaschutzge.pdf, zuletzt geprüft am 13.07.2026.

Land Nordrhein-Westfalen (2023): Erstes Klimaschutzpaket Nordrhein-Westfalen – „Wir packen's an – Gutes Klima für Nordrhein-Westfalen". Online verfügbar unter https://broschuerenservice.nrw.de/default/shop/erstes-klimaschutzpaket-nordrhein-westfalen%7C2054/0?f_search=klimaschutzpaket, zuletzt geprüft am 24.10.2025.

Landesbetrieb Wald und Holz in Nordrhein-Westfalen (o.J.): Waldwirtschaft. in Nordrhein-Westfalen. Online verfügbar unter https://www.wald-und-holz.nrw.de/waldwirtschaft-1, zuletzt geprüft am 24.11.2025.

Landesregierung Baden-Württemberg (15.07.2025): Masterplan gegen zunehmende Wasserknappheit. Online verfügbar unter https://www.baden-wuerttemberg.de/de/service/presse/pressemitteilung/pid/masterplan-gegen-zunehmende-wasserknappheit, zuletzt geprüft am 20.11.2025.

Landesregierung Nordrhein-Westfalen (2013): Verordnung zur Selbstüberwachung von Abwasseranlagen – Selbstüberwachungsverordnung Abwasser. SüwVO Abw. Online verfügbar unter https://recht.nrw.de/system/files/pdf/state-law-and-regulations/2013/11/08/b607a9/2021-05-18-verordnung-zur-selbstueberwachung-von-a.pdf, zuletzt geprüft am 13.07.2026.

Landkreistag NRW (2022): Nachhaltiges Wassermanagement im Kreis Euskirchen – Anpassung an die Folgen des Klimawandels. Unter Mitarbeit von Saskia Gall-Röhrig. Online verfügbar unter https://www.lkt-nrw.de/aktuelles-und-presse/verbandszeitschrift/schwerpunkte/nachhaltiges-wassermanagement-im-kreis-euskirchen-anpassung-an-die-fol-gen-des-klimawandels/, zuletzt geprüft am 10.11.2025.

Landtag Nordrhein-Westfalen (Hg.): Protokoll des Ausschusses für Umwelt, Natur- und Verbraucherschutz, Landwirtschaft, Forsten und ländliche Räume. 56. Sitzung vom 09.04.2025 (APr 18/884). Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMA18-884.pdf, zuletzt geprüft am 17.11.2025.

Landtag Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2018): Gutachten zur Bruch-Hohlraumverfüllung und zu PCB im Grubenwasser im Bereich des Steinkohlebergbaus in Nordrhein-Westfalen. Vorlage 17/1514 vom 17. Dezember 2018. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMV17-1514.pdf, zuletzt geprüft am 16.06.2026.

Landtag Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2022): Abschlussbericht der Enquetekommission V „Gesundes Essen. Gesunde Umwelt. Gesunde Betriebe.“. Zukunftschancen für die nordrhein-westfälische Landwirtschaft gestalten, mittelständische Betriebe stärken, hohe Standards in Ernährung und Umweltschutz gemeinsam sichern – Teil 1. Drucksache 17/16800. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/files/live/sites/landtag-r20/files/Internet/I.A.1/EK/17._WP/EK%20V/Landtag%20Bericht%20EK%20V%20Gesunde%20Landwirtschaft%20Teil%20I%20BF.pdf, zuletzt geprüft am 15.12.2025.

Landtag Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2024): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Protokoll EKPr 18/18 der 6. Sitzung (öffentlich) vom 13.12.2024. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMK18-18.pdf, zuletzt geprüft am 18.09.2025.

Landtag Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2025a): Abschlussbericht der Enquetekommission II „Krisen- und Notfallmanagement” – durch die Lehren der Vergangenheit die Zukunft sicher gestalten. Drucksache 18/15420. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://landtag.nrw.de/files/live/sites/landtag-r20/files/Internet/I.A.1/EK/18.%20WP/EK%20II/MMD18-15420.pdf, zuletzt geprüft am 22.04.2026.

Landtag Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2025b): Antwort der Landesregierung auf die Kleine Anfrage 5828 vom 18. Juni 2025 des Abgeordneten Stefan Kämmerling SPD (Drucksache 18/14349). Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMD18-15552.pdf, zuletzt geprüft am 17.11.2025.

Landtag Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2025c): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Protokoll EKPr 18/21 der 7. Sitzung (öffentlich) vom 07.02.2025. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMK18-21.pdf, zuletzt geprüft am 18.09.2025.

Landtag Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2025d): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Protokoll EKPr 18/22 der 8. Sitzung (öffentlich) vom 18.03.2025. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMK18-22.pdf, zuletzt geprüft am 18.09.2025.

Landtag Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2025e): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Protokoll EKPr 18/23 der 9. Sitzung (öffentlich) vom 04.04.2025. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMK18-23.pdf, zuletzt geprüft am 18.09.2025.

Landtag Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2025f): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Protokoll EKPr 18/24 der 10. Sitzung (öffentlich) vom 12.05.2025. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMK18-24.pdf, zuletzt geprüft am 18.09.2025.

Landtag Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2025g): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Protokoll EKPr 18/25 der 11. Sitzung (öffentlich) vom 26. Mai 2025. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMK18-25.pdf, zuletzt geprüft am 18.09.2025.

Landtag Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2025h): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Protokoll EKPr 18/28 der 12. Sitzung (öffentlich) vom 08.07.2025. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMK18-28.pdf, zuletzt geprüft am 18.09.2025.

Landtag Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2025i): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Protokoll EKPr 18/29 der 13. Sitzung (öffentlich) vom 11.07.2025. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMK18-29.pdf, zuletzt geprüft am 18.09.2025.

Landtag Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2025j): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Protokoll EKPr 18/30 der 14. Sitzung (öffentlich) vom 05.09.2025. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMK18-30.pdf, zuletzt geprüft am 01.10.2025.

Landtag Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2025k): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Protokoll EKPr 18/31 der 15. Sitzung (öffentlich) vom 05.09.2025. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMK18-31.pdf, zuletzt geprüft am 18.09.2025.

Landtag Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2025l): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Protokoll nö-EKPr 18/58 der 12. Sitzung (nichtöffentlich) vom 08.07.2025. Düsseldorf.

Landtag Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2025m): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Stellungnahme 18/2401 zur Anhörung „Schutz vor Wasser“ am 18.03.2025. Arbeitsgemeinschaft der kommunalen Spitzenverbände Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2401.pdf, zuletzt geprüft am 19.09.2025.

Landtag Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2025n): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Stellungnahme 18/2322 zur Anhörung „Trink- und Brauchwasserversorgungsinfrastruktur“ am 07.02.2025. BDEW. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2322.pdf, zuletzt geprüft am 19.09.2025.

Landtag Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2025o): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Stellungnahme 18/2323 zur Anhörung „Trink- und Brauchwasserversorgungsinfrastruktur“ am 07.02.2025. DVGW Landesgruppe Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2323.pdf, zuletzt geprüft am 19.09.2025.

Landtag Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2025p): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Stellungnahme 18/2438 zur Anhörung „Siedlungsstrukturen“ am 04.04.2025. NRW.Energy4Climate. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2438.pdf, zuletzt geprüft am 19.09.2025.

Landtag Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2025q): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Stellungnahme 18/2445 zur Anhörung „Siedlungsstrukturen“ am 04.04.2025. Arbeitsgemeinschaft der kommunalen Spitzenverbände Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2445.pdf, zuletzt geprüft am 19.09.2025.

Landtag Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2025r): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Stellungnahme 18/2543 zur Anhörung „Industrie, Gewerbe und Handwerk“ am 12.05.2025. unternehmer nrw. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2543.pdf, zuletzt geprüft am 22.09.2025.

Landtag Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2025s): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Stellungnahme 18/2547 zur Anhörung „Industrie, Gewerbe und Handwerk“ am 12.05.2025. Papier NRW. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2547.pdf, zuletzt geprüft am 22.09.2025.

Landtag Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2025t): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Stellungnahme 18/2584 zur Anhörung „Abwasserentsorgungsinfrastruktur“ am 26.05.2025. Arbeitsgemeinschaft der kommunalen Spitzenverbände Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2584.pdf, zuletzt geprüft am 02.01.2026.

Landtag Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2025u): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Stellungnahme 18/2664 zur Anhörung „Energie“ am 08.07.2025. Landesverband Erneuerbare Energien NRW e.V. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2664.pdf, zuletzt geprüft am 24.09.2025.

Landtag Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2025v): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Stellungnahme 18/2672 zur Anhörung „Energie“ am 08.07.2025. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2672.pdf, zuletzt geprüft am 24.09.2025.

Landtag Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2025w): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Stellungnahme 18/2674 zur Anhörung „Energie“ am 08.07.2025. WasserEnergie.NRW e.V. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2674.pdf, zuletzt geprüft am 24.09.2025.

Landtag Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2025x): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Stellungnahme 18/2676 zur Anhörung „Energie“ am 08.07.2025. BDEW. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2676.pdf, zuletzt geprüft am 24.09.2025.

Landtag Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2025y): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Stellungnahme 18/2684 zur Anhörung „Rohstoffabbau/Bergbau“ am 11.07.2025. Vero – Verband der Bau- und Rohstoffindustrie e.V. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2684.pdf, zuletzt geprüft am 24.09.2025.

Landtag Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2025z): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Stellungnahme 18/2685 zur Anhörung „Energie“ am 08.07.2025. Stadtwerke Düsseldorf. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2685.pdf, zuletzt geprüft am 24.09.2025.

Landtag Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2025aa): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Stellungnahme 18/2686 zur Anhörung „Energie“ am 08.07.2025. Holemans GmbH. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2686.pdf, zuletzt geprüft am 24.09.2025.

Landtag Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2025ab): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Stellungnahme 18/2687 zur Anhörung „Land- und Forstwirtschaft“ am 08.07.2025. Rheinischer Landwirtschafts-Verband e.V. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2687.pdf, zuletzt geprüft am 25.09.2025.

Landtag Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2025ac): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Stellungnahme 18/2689 zur Anhörung „Land- und Forstwirtschaft“ am 08.07.2025. Familienbetriebe Land und Forst NRW. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2689.pdf, zuletzt geprüft am 25.09.2025.

Landtag Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2025ad): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Stellungnahme 18/2691 zur Anhörung „Tourismus, Freizeit und Erholung“ am 08.07.2025. Fischereiverband Nordrhein-Westfalen e.V. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2691.pdf, zuletzt geprüft am 25.09.2025.

Landtag Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2025ae): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Stellungnahme 18/2692 zur Anhörung „Land- und Forstwirtschaft“ am 08.07.2025. Waldbauernverband Nordrhein-Westfalen e.V. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2692.pdf, zuletzt geprüft am 25.09.2025.

Landtag Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2025af): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Stellungnahme 18/2693 zur Anhörung „Land- und Forstwirtschaft“ am 08.07.2025. Landwirtschaftskammer NRW. Düsseldorf.

Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2693.pdf, zuletzt geprüft am 25.09.2025.

Landtag Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2025ag): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Stellungnahme 18/2696 zur Anhörung „Energie“ am 08.07.2025. Arbeitsgemeinschaft der kommunalen Spitzenverbände Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2696.pdf, zuletzt geprüft am 24.09.2025.

Landtag Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2025ah): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Stellungnahme 18/2698 zur Anhörung „Tourismus, Freizeit und Erholung“ am 08.07.2025. Tourismus NRW e.V. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2698.pdf, zuletzt geprüft am 25.09.2025.

Landtag Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2025ai): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Stellungnahme 18/2703 zur Anhörung „Wasser als Transportweg“ am 11.07.2025. Verein für europäische Binnenschifffahrt und Wasserstraßen e.V. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2703.pdf, zuletzt geprüft am 25.09.2025.

Landtag Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2025aj): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Stellungnahme 18/2707 zur Anhörung „Land- und Forstwirtschaft“ am 08.07.2025. Kommunalwald NRW. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2707.pdf, zuletzt geprüft am 25.09.2025.

Landtag Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2025ak): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Stellungnahme 18/2711 zur Anhörung „Wasser als Transportweg“ am 11.07.2025. IHK NRW. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2711.pdf, zuletzt geprüft am 25.09.2025.

Landtag Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2025al): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Stellungnahme 18/2712 zur Anhörung „Wasser als Transportweg“ am 11.07.2025. Helmholtz – Centre for Environmental Research. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2712.pdf, zuletzt geprüft am 25.09.2025.

Landtag Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2025am): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Stellungnahme 18/2714 zur Anhörung „Wasser als Transportweg“ am 11.07.2025. Duisburger Hafen AG. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2714.pdf, zuletzt geprüft am 25.09.2025.

Landtag Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2025an): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Stellungnahme 18/2719 zur Anhörung „Rohstoffabbau/Bergbau“ am 11.07.2025. Vero – Verband der Bau- und Rohstoffindustrie e.V. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2719.pdf, zuletzt geprüft am 24.09.2025.

Landtag Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2025ao): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Stellungnahme 18/2763 zur Anhörung „Genehmigungsverfahren“ am 05.09.2025. BDEW. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2763.pdf, zuletzt geprüft am 25.09.2025.

Landtag Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2025ap): Schlussbericht des Parlamentarischen Untersuchungsausschusses II („Hochwasserkatastrophe“). Drucksache 18/14500. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/files/live/sites/landtag-r20/files/Internet/I.A.1/PUA/PUA_II/MMD18_14500.pdf, zuletzt geprüft am 08.07.2026.

Landtag Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2025aq): Nordrhein-Westfalen hat bundesweit das höchste Hochwasser-Risiko! Wie werden die besonders gefährdeten Gebiete Nordrhein-Westfalens geschützt? Antwort der Landesregierung auf die Kleine Anfrage 6085 vom 16. Juli 2025 des Abgeordneten Dr. Werner Pfeil FDP (Drucksache 18/15609). Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMD18-15609.pdf, zuletzt geprüft am 09.11.2025.

Landwirtschaftskammer NRW (o.J.a): Bewässerungsrichtlinie. Online verfügbar unter https://www.landwirtschaftskammer.de/foerderung/laendlicherraum/bewaesserung/index.htm, zuletzt geprüft am 30.12.2025.

Landwirtschaftskammer NRW (o.J.b): Modellbetriebe. Online verfügbar unter https://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/wasserschutz/wrrl/modellbetriebe/, zuletzt geprüft am 13.07.2026.

LANUK (o.J.a): Energieatlas NRW. Online verfügbar unter https://energieatlas.nrw.de/site/werkzeuge/energiestatistik, zuletzt geprüft am 17.07.2025.

LANUK (o.J.b): Industrielle und gewerbliche Abwasserbeseitigung. Online verfügbar unter https://www.lanuk.nrw.de/themen/wasser/abwasser/industrielle-und-gewerbliche-abwasserbeseitigung, zuletzt geprüft am 09.04.2026.

LANUK (o.J.c): Niederschlagswasser. Online verfügbar unter https://www.lanuv.nrw.de/themen/wasser/abwasser/niederschlagswasser, zuletzt geprüft am 01.04.2025.

LANUK (o.J.d): Trinkwasserressourcen. Online verfügbar unter https://www.lanuk.nrw.de/themen/wasser/wasserversorgung-und-trinkwasser/herkunft-des-trinkwassers-und-trinkwasserressourcen, zuletzt geprüft am 21.07.2025.

LANUK (o.J.e): Wasserschutzgebiete. Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete. Online verfügbar unter https://www.lanuk.nrw.de/themen/wasser/wasserversorgung-und-trinkwasser/wasserschutzgebiete, zuletzt geprüft am 05.11.2025.

LANUK (o. J.f): Wasserversorgung und Trinkwasser. Online verfügbar unter https://www.lanuk.nrw.de/themen/wasser/wasserversorgung-und-trinkwasser, zuletzt geprüft am 21.07.2025.

LANUK (o.J.g): Wasserversorgungskonzepte. Online verfügbar unter https://www.lanuk.nrw.de/themen/wasser/wasserversorgung-und-trinkwasser/wasserversorgungskonzepte, zuletzt geprüft am 20.07.2025.

LANUK (Hg.) (2023a): Klimaatlas. Klima NRW.Plus. Online verfügbar unter https://www.klimaatlas.nrw.de/klima-nrw-pluskarte, zuletzt geprüft am 06.11.2025.

LANUK (2023b): Klimafolgen- und Anpassungsmonitoring in NRW. Klimasensitive Pflanzenarten. Hg. v. LANUK. Online verfügbar unter https://www.klimaatlas.nrw.de/klima-nrw-monitoring/umwelt/biodiversitaet-und-naturschutz/klimasensitive-pflanzenarten, zuletzt aktualisiert am 14.11.2025.

LANUK (2023c): Klimafolgen- und Anpassungsmonitoring in NRW. Klimawandelbegünstigte invasive Pflanzenarten. Hg. v. LANUK. Online verfügbar unter https://www.klimaatlas.nrw.de/klima-nrw-monitoring/umwelt/biodiversitaet-und-naturschutz/klimawandelbeguenstigte-invasive, zuletzt geprüft am 14.11.2025.

LANUK (2023d): Klimafolgen- und Anpassungsmonitoring in NRW. Temperaturindex der Vogelartengemeinschaft. Hg. v. LANUK, zuletzt aktualisiert am https://www.klimaatlas.nrw.de/klima-nrw-monitoring/umwelt/biodiversitaet-und-naturschutz/temperaturindex-der, zuletzt geprüft am 14.11.2025.

LANUK (2023e): Niederschlag. Niederschlagssumme [mm]. In: LANUK (Hg.): Klimaatlas. Klima NRW.Plus. Online verfügbar unter https://www.klimaatlas.nrw.de/klima-nrw-pluskarte?&itnrw_layer=NS_NSM, zuletzt geprüft am 14.11.2025.

LANUK (2023f): Niederschlag. Starkniederschlagstag 50 mm [Tage/Jahr]. In: LANUK (Hg.): Klimaatlas. Klima NRW.Plus. Online verfügbar unter https://www.klimaatlas.nrw.de/klima-nrw-pluskarte?&itnrw_layer=NS_SNS50, zuletzt geprüft am 14.11.2025.

LANUK (2023g): Wald- und Forstwirtschaft. Waldbrandgefahr: Waldbrandindex Stufe 4 + 5 [Tage/Jahr]. In: LANUK (Hg.): Klimaatlas. Klima NRW.Plus. Online verfügbar unter https://www.klimaatlas.nrw.de/klima-nrw-pluskarte?&itnrw_layer=WF_WB, zuletzt geprüft am 14.11.2025.

LANUK (2025a): Jahresbericht 2024. Online verfügbar unter https://www.lanuk.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/2_jahresberichte/Jahresbericht_2024.pdf, zuletzt geprüft am 14.04.2026.

LANUK (Hg.) (2025b): Jahresbilanz 2024 – Der nächste Temperaturrekord! Online verfügbar unter https://www.klimaatlas.nrw.de/service/aktuelles/jahresbilanz-2024-der-naechste-temperaturrekord, zuletzt geprüft am 06.11.2025.

LANUK (2025c): Nitratkonzentration im Grundwasser. Hg. v. Umweltindikatoren NRW. Online verfügbar unter https://umweltindikatoren.nrw.de/boden-und-wasser/nitratkonzentration-im-grundwasser, zuletzt geprüft am 20.11.2025.

LANUK (2025d): Trinkwasser. Online verfügbar unter https://www.lanuk.nrw.de/themen/wasser/wasserversorgung-und-trinkwasser/trinkwasser, zuletzt geprüft am 01.04.2025.

LANUK (2026): Schiffbarkeit der Binnenschifffahrtsstraßen. Online verfügbar unter https://www.klimaatlas.nrw.de/klima-nrw-monitoring/umwelt/wasserwirtschaft-und-hochwasserschutz/schiffbarkeit-der, zuletzt geprüft am 23.02.2026.

LANUV (2017): Potentialstudie Erneuerbare Energien NRW. Teil 5 – Wasserkraft (LANUV-Fachbericht, 40). Online verfügbar unter https://www.energieatlas.nrw.de/sites/default/files/2025-09/Fachbericht_40_Teil_5-Wasserkraft.pdf, zuletzt geprüft am 13.07.2026.

LANUV (Hg.) (2018a): Fachbeitrag Klima für die Planungsregion Köln. Klimaanpassung Metropole Köln. Recklinghausen. Online verfügbar unter https://www.lanuk.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/6_sonderreihen/Fachbeitrag_Klima_K%C3%B6ln_gesichert.pdf, zuletzt geprüft am 06.11.2025.

LANUV (Hg.) (2018b): Gewässerstruktur in Nordrhein-Westfalen – Kartieranleitung für kleine bis große Fließgewässer. 2. Aufl. Recklinghausen (LANUV-Arbeitsblatt, 18). Online verfügbar unter https://www.lanuk.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/4_arbeitsblaetter/40018_2.pdf, zuletzt geprüft am 06.12.2025.

LANUV (Hg.) (2020): ExUS 2020 – Extremwertstatistische Untersuchung von Starkniederschlägen in Nordrhein-Westfalen. Recklinghausen. Online verfügbar unter https://www.lanuk.nrw.de/fileadmin/lanuv/wasser/pdf/Abschlussbericht_ExUS2020.pdf, zuletzt geprüft am 06.11.2025.

LANUV (Hg.) (2022a): Entwicklung und Stand der Abwasserbeseitigung in Nordrhein-Westfalen – Lagebericht 2022. Recklinghausen. Online verfügbar unter https://www.lanuk.nrw.de/fileadmin/lanuv/wasser/abwasser/lagebericht/09_EStAb2022_KomKA.pdf, zuletzt geprüft am 23.04.2026.

LANUV (Hg.) (2022b): Lagebericht zur Entwicklung der industriellen Abwasserbehandlung in Nordrhein-Westfalen 2022. Recklinghausen. Online verfügbar unter https://www.lanuk.nrw.de/fileadmin/lanuv/wasser/abwasser/lagebericht/11_EStAb2022_IndAbw.pdf, zuletzt geprüft am 09.04.2026.

LANUV (2024a): Klimaentwicklung und Klimaprojektionen in Nordrhein-Westfalen. Datengrundlage und Wissenschaftlicher Hintergrund der Klimaanpassungsstrategie (LANUV-Fachbericht, 157). Online verfügbar unter https://www.klimaatlas.nrw.de/sites/default/files/2024-08/LANUV-Fachbericht_157.pdf, zuletzt geprüft am 07.01.2025.

LANUV (2024b): Wasserwirtschaftliche Anforderungen an die Nutzung von oberflächennaher Erdwärme (LANUV-Arbeitsblatt, 39). Online verfügbar unter https://www.lanuk.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/4_arbeitsblaetter/Arbeitsblatt_39.pdf, zuletzt geprüft am 13.07.2026.

LAWA (Hg.) (2019): LAWA Verfahrensempfehlung „Typspezifischer Flächenbedarf für die Entwicklung von Fließgewässern". Berlin. Online verfügbar unter https://www.laenderfinanzierungsprogramm.de/static/LFP/Dateien/LAWA/AO/O9.18_GEF_LAWA_AHB.pdf, zuletzt geprüft am 02.02.2026.

LAWA (Hg.) (2020a): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft – Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und Anpassungsstrategien (LAWA-Bericht). Online verfügbar unter https://www.lawa.de/documents/lawa-klimawandel-bericht-2020-barrierefrei_1689844741.pdf, zuletzt geprüft am 12.02.2026.

LAWA (2020b): Fachkräftesicherung und Fachkräftequalifizierung in der Wasserwirtschaft. Teil 1: Situationsanalyse und strategische Handlungsansätze. Unter Mitarbeit von BDEW, BWK, DVGW, DWA, VKU. Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser. Online verfügbar unter https://wasserblick.net/servlet/is/208471/2020-02-LAWA-et-al-Fachkr%C3%A4fte-Fachbericht%20(Teil%201).pdf?command=downloadContent&filename=2020-02-LAWA-et-al-Fachkr%C3%A4fte-Fachbericht%20(Teil%201).pdf, zuletzt geprüft am 29.09.2025.

LAWA (Hg.) (2022): Bericht zur Grundwasserbeschaffenheit in Deutschland. Pflanzenschutzmittelwirkstoffe und Metaboliten Funde und Tendenzen Berichtszeitraum 2017 bis 2021. Magdeburg. Online verfügbar unter https://www.lawa.de/documents/psm-bericht-2023-12-22-barrierearm-final_2_1728974845.pdf, zuletzt geprüft am 11.02.2026.

LAWA (Hg.) (2023a): Positionspapier Wasserrecht. Verbesserung des rechtlichen Rahmens des Hochwasserschutzes. Potsdam. Online verfügbar unter https://www.lawa.de/documents/positionspapier-lawa-ar-verbesserung-hwschutz-juli2023_1731320031.pdf, zuletzt geprüft am 16.02.2026.

LAWA (Hg.) (2023b): Umgang mit Zielkonflikten bei der Anpassung der Wasserwirtschaft an den Klimawandel. Berlin. Online verfügbar unter https://www.lawa.de/documents/umgang-zielkonflikte-anpassung-klimawandel-barrierefrei_1689856947.pdf, zuletzt geprüft am 29.01.2026.

LAWA (2024): Wassersensible Siedlungsentwicklung. Strategie und Handlungskonzept. Online verfügbar unter https://www.lawa.de/documents/lawa-strat-wasenst-final-12-2024_1739787407.pdf, zuletzt geprüft am 07.07.2026.

Leibniz-Forschungsnetzwerk Biodiversität (Hg.) (2022): 10 Must-Knows aus der Biodiversitätsforschung. Was wir über Biodiversität wissen – und was das für Politik und Gesellschaft bedeutet. Online verfügbar unter https://www.leibniz-biodiversitaet.de/fileadmin/user_upload/10MustKnows22_Brosch%C3%BCre_DE.pdf, zuletzt geprüft am 19.02.2026.

Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) (Hg.) (2019): Flussfische vertragen keinen starken Schiffsverkehr. Online verfügbar unter https://www.igb-berlin.de/news/flussfische-vertragen-keinen-starken-schiffsverkehr, zuletzt geprüft am 05.03.2026.

Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) (Hg.) (2021): Memorandum deutscher Fachwissenschaftler:innen zum politischen Zielkonflikt Klimaschutz versus Biodiversitätsschutz bei der Wasserkraft. Online verfügbar unter https://www.igb-berlin.de/sites/default/files/media-files/download-files/memorandum_klimaschutz_vs_biodiversitaet.pdf, zuletzt geprüft am 07.12.2025.

Lenton, T. M.; Held, H.; Kriegler, E.; Hall, J. W.; Lucht, W.; Rahmstorf, S.; Schellnhuber, H. J. (2008): Tipping elements in the Earth's climate system. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 105 (6), S. 1786–1793. DOI: 10.1073/pnas.0705414105.

Lenton, T. M.; Milkoreit, M.; Willcock, S.; Abrams, J. F.; Armstrong McKay, D. I.; Buxton, J. E. et al. (2025): Global Tipping Points Report 2025. Hg. v. University of Exeter. Exeter. Online verfügbar unter https://global-tipping-points.org/download/1418/, zuletzt geprüft am 24.10.2025.

Lenz, J. (2025): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise" Stellungnahme 18/2593 zur Anhörung „Abwasserentsorgungsinfrastruktur" am 26.05.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2593.pdf, zuletzt geprüft am 22.09.2025.

Leopoldina (o.J.): Das Potenzial der Grünen Gentechnik. Online verfügbar unter https://www.leopoldina.org/themen/gruene-gentechnik/gruene-gentechnik-sicherheit#content-element-613, zuletzt geprüft am 30.12.2025.

Leser, H.; Löffler, J. (2017): Landschaftsökologie. 5. Auflage. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer (UTB-Band, 8718).

Li, H.; Zhao, Y.; Wang, C.; Ürge-Vorsatz, D.; Carmeliet, J.; Bardhan, R. (2024): Cooling efficacy of trees across cities is determined by background climate, urban morphology, and tree trait. In: *Communications Earth & Environment* 5 (1), S. 754. DOI: 10.1038/s43247-024-01908-4.

Linnemann, B. (2024): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise" Stellungnahme 18/2201 zur Anhörung „Klimaveränderungen und Ökosysteme – Wie kann NRW den anstehenden Herausforderungen begegnen?" am 13.12.2024. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2201.pdf, zuletzt geprüft am 19.09.2025.

LUA (Hg.) (2001): Leitfaden zur Durchführung der Abwasserprobenahme in NRW. Recklinghausen (Merkblätter, 31). Online verfügbar unter https://igsvtu.lanuk.nrw.de/vtu/doc.app?DATEI=13/dokus/merkblatt31.pdf, zuletzt geprüft am 12.04.2026.

Ma, B.; Hu, C.; Zhang, J.; Ulbricht, M.; Panglisch, S. (2022): Impact of Climate Change on Drinking Water Safety. In: *ACS EST Water* 2 (2), S. 259–261. DOI: 10.1021/acsestwater.2c00004.

MacIntyre, E.; Khanna, S.; Darychuk, A.; Copes, R.; Schwartz, B. (2019): Evaluating risk communication during extreme weather and climate change: a scoping review. In: *Health promotion and chronic disease prevention in Canada* 39 (4), S. 142–156. DOI: 10.24095/hpcdp.39.4.06.

Mahammadzadeh, M.; Biebeler, H. (2009): Anpassung an den Klimawandel. Hg. v. Institut der deutschen Wirtschaft Köln. Köln. Online verfügbar unter https://www.iwkoeln.de/fileadmin/user_upload/Studien/IW-Analysen/PDF/Bd._57_Anpassung_an_den_Klimawandel.pdf, zuletzt geprüft am 13.07.2026.

Mandaric, L.; Kalogianni, E.; Skoulikidis, N.; Petrovic, M.; Sabater, S. (2019): Contamination patterns and attenuation of pharmaceuticals in a temporary Mediterranean river. In: *The Science of the total environment* 647, S. 561–569. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.07.308.

Marquar, N.; Pütz, P.; Buchholz, U.; Exner, T.; Fretschner, T.; Greiner, T. et al. (2024): SARS-CoV-2-Abwassersurveillance in Deutschland im Rahmen des Projekts AMELAG. In: *Epidemiologisches Bulletin* 34, S. 16–26. DOI: 10.25646/12208.

Meier, R.; Schwaab, J.; Seneviratne, S. I.; Sprenger, M.; Lewis, E.; Davin, E. L. (2021): Empirical estimate of forestation-induced precipitation changes in Europe. In: *Nature Geoscience* 14 (7), S. 473–478. DOI: 10.1038/s41561-021-00773-6.

Melchers, C.; Westermann, S. (2025): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise" Stellungnahme 18/2683 zur Anhörung „Rohstoffabbau/Bergbau" am 11.07.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. Technische Hochschule Georg Agricola. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2683.pdf, zuletzt geprüft am 24.09.2025.

Merkl, G. (2005): Trinkwasserbehälter. Planung, Bau, Betrieb, Schutz und Instandsetzung. München: Oldenbourg Industrieverl.

Mertes, H.; Böse-O'reilly, S.; Schoierer, J. (2020): Umweltgerechtigkeit im Handlungsfeld Klimawandel, Hitze und Gesundheit. In: *Umwelt und Mensch – Informationsdienst (UMID)* 2020 (1), S. 33–37. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/system/files/medien/4031/publikationen/umid-01-20-umweltgerechtigkeit-klimawandel-hitze-gesundheit_0.pdf, zuletzt geprüft am 29.01.2026.

Merz, S. (2025): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise" Stellungnahme 18/2319 zur Anhörung „Trink- und Brauchwasserversorgungsinfrastruktur" am 07.02.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. Wasserverbund Niederrhein GmbH. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2319.pdf, zuletzt geprüft am 19.09.2025.

MLV (o.J.a): Acker- und Gartenbau. Online verfügbar unter https://www.mlv.nrw.de/themen/landwirtschaft/acker-und-gartenbau/, zuletzt geprüft am 12.11.2025.

MLV (o.J.b): Ernährungswirtschaft. Online verfügbar unter https://www.mlv.nrw.de/themen/landwirtschaft/ernaehrungswirtschaft/, zuletzt geprüft am 13.11.2025.

MLV (o.J.c): Fischerei und Aquakultur. Online verfügbar unter https://www.mlv.nrw.de/themen/jagd-und-fischerei/fischerei-und-aquakultur/, zuletzt geprüft am 25.11.2025.

MLV (o.J.d): Forstwirtschaft. Online verfügbar unter https://www.mlv.nrw.de/themen/forstwirtschaft/, zuletzt geprüft am 24.11.2025.

MLV (2023): Waldbaukonzept Nordrhein-Westfalen. Empfehlungen für eine nachhaltige Waldbewirtschaftung. Online verfügbar unter https://www.wald-und-holz.nrw.de/fileadmin/Publikationen/Broschueren/Waldbaukonzept_nrw.pdf, zuletzt geprüft am 23.02.2026.

MLV (2025): Waldzustandsbericht 2025. Bericht über den ökologischen Zustand des Waldes in Nordrhein-Westfalen Kurzfassung. Online verfügbar unter https://www.mlv.nrw.de/wp-content/uploads/2025/11/Waldzustandsbericht-NRW_2025_kurz_ba.pdf, zuletzt geprüft am 24.11.2025.

Moebus, S. (2025): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Stellungnahme 18/3090 zur Anhörung „Gesundheit“ am 05.09.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. Universitätsmedizin Essen. Institut for Urban Public Health. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-3090.pdf, zuletzt geprüft am 27.10.2025.

Moeck, C.; Merk, M.; Radny, D.; Auckenthaler, A.; Schirmer, M.; Gabriel, T. (2022): Eine Echtzeit-Online-Methode zur Beurteilung der künstlichen Grundwasseranreicherung und Grundwasserentnahme. In: *Grundwasser – Zeitschrift der Fachsektion Hydrogeologie* 27 (3), S. 187–196. DOI: 10.1007/s00767-022-00517-2.

Mohr, S.; Ehret, U.; Kunz, M.; Ludwig, P.; Caldas-Alvarez, A.; Daniell, J. E. et al. (2023): A multi-disciplinary analysis of the exceptional flood event of July 2021 in central Europe – Part 1: Event description and analysis. In: *Natural Hazards and Earth System Sciences* 23 (2), S. 525–551. DOI: 10.5194/nhess-23-525-2023.

Moor, H.; Hylander, K.; Norberg, J. (2015): Predicting climate change effects on wetland ecosystem services using species distribution modeling and plant functional traits. In: *Ambio* 44 (Suppl 1), 113-126. DOI: 10.1007/s13280-014-0593-9.

Müller, A.; Kranl, J.; Pottgiesser, T.; Schmidt, S.; Albert, C.; Greassidis, S. et al. (2025): Den Gewässern Raum zurückgeben. Unter Mitarbeit von Umweltbundesamt. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/system/files/medien/11850/publikationen/32_2025_texte_v2.pdf, zuletzt geprüft am 02.02.2026.

Müller, H. (2026): #17 Erstickt Deutschland an Bürokratie? Hg. v. Bundeszentrale für politische Bildung. Online verfügbar unter https://www.bpb.de/themen/wirtschaft/zahlenbitte/575981/17-erstickt-deutschland-an-buerokratie/, zuletzt geprüft am 09.03.2026.

MULNV (2017): Stauanlagenverzeichnis Nordrhein-Westfalen. Runderlass des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz. In: *MBl. NRW.* 30, S. 892–903. Online verfügbar unter https://recht.nrw.de/system/files/VA/16634-28680-mbl30-1anlage1.pdf, zuletzt geprüft am 13.07.2026.

Munich Re (2025): Unwetter nagen am Wohlstand – Wetterkatastrophen belasten viele Industrieländer zunehmend. Prävention zahlt sich aus. Online verfügbar unter https://www.munichre.com/de/insights/natural-disaster-and-climate-change/weather-disasters-in-industrialized-countries.html, zuletzt geprüft am 11.11.2025.

MUNLV (2004): Anforderungen an die Niederschlagsentwässerung im Trennverfahren. In: *MBl. NRW.* 23. Online verfügbar unter https://recht.nrw.de/system/files/pdf/ministerial-journal/2004/05/26/7da531/anforderungen-an-die-niederschlagsentwaesserung-im.pdf, zuletzt geprüft am 13.07.2026.

MUNLV (Hg.) (2005): Handbuch Querbauwerke. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.flussgebiete.nrw.de/system/files/atoms/files/handbuch_querbauwerke_2005.pdf, zuletzt geprüft am 06.12.2025.

MUNLV (2008): Trinkwasserbericht Nordrhein-Westfalen. Online verfügbar unter https://www.lanuk.nrw.de/fileadmin/lanuv/wasser/pdf/Trinkwasserbericht_NRW.pdf, zuletzt geprüft am 01.10.2025.

MUNLV (Hg.) (2021): Bewirtschaftungsplan 2022 – 2027 für die nordrhein-westfälischen Anteile von Rhein, Wester, Ems und Maas. Kurzfassung. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.flussgebiete.nrw.de/system/files/atoms/files/bewirtschaftungsplan_nrw_2022-2027_kurzfassung.pdf, zuletzt geprüft am 01.04.2025.

MUNV (o.J.a): Grundwasser und Landwirtschaft. Online verfügbar unter https://www.umwelt.nrw.de/themen/umwelt/umwelt-und-wasser/grundwasser/grundwasserschutz/grundwasser-und-landwirtschaft, zuletzt geprüft am 24.11.2025.

MUNV (o.J.b): Häfen. Online verfügbar unter https://www.umwelt.nrw.de/themen/verkehr/schifffahrt/haefen, zuletzt geprüft am 05.01.2026.

MUNV (o.J.c): Schifffahrt. Online verfügbar unter https://www.umwelt.nrw.de/themen/verkehr/schifffahrt, zuletzt geprüft am 05.01.2025.

MUNV (o.J.d): Talsperren und Stauanlagen. Online verfügbar unter https://www.umwelt.nrw.de/themen/umwelt/umwelt-und-wasser/gewaesser/talsperren-und-stauanlagen, zuletzt geprüft am 21.07.2025.

MUNV (o.J.e): Wasserversorgung und Trinkwasser. Online verfügbar unter https://www.umwelt.nrw.de/themen/umwelt/umwelt-und-wasser/wasserversorgung-und-trinkwasser, zuletzt geprüft am 24.07.2025.

MUNV (2022): Lernen aus dem Hochwasser. 10-Punkte Arbeitsplan Hochwasserschutz in Zeiten des Klimawandels. Online verfügbar unter https://www.land.nrw/media/25821, zuletzt geprüft am 28.10.2025.

MUNV (Hg.) (2023a): Eckpunkte auf dem Weg zur Zukunftsstrategie Wasser. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.umwelt.nrw.de/system/files/media/document/file/eckpunkte-auf-dem-weg-zur-zukunftsstrategie-wasser.pdf, zuletzt geprüft am 29.01.2026.

MUNV (Hg.) (2023b): Klimakrise in Nordrhein-Westfalen. Wie die Folgen und Auswirkungen unser Land verändern. Online verfügbar unter https://www.umwelt.nrw.de/system/files/media/document/file/munv_broschuere_klimakrise_nrw_dinlang_2023_web_bf.pdf, zuletzt geprüft am 09.11.2025.

MUNV (2024a): H20 – NRW Wasserwirtschaft im Klimawandel. Eckpunkte. Online verfügbar unter https://www.umwelt.nrw.de/system/files/media/document/file/eckpunkte-auf-dem-weg-zur-zukunftsstrategie-wasser.pdf, zuletzt geprüft am 01.12.2025.

MUNV (Hg.) (2024b): Klimaanpassung Nordrhein-Westfalen 2024–2029. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://broschuerenservice.nrw.de/munv/shop/klimaanpassung-nordrhein-westfalen-2024-2029%7C2246, zuletzt geprüft am 31.10.2025.

MUNV (2024c): Runderlass über Anforderungen zum Hochwasserschutz und der Starkregenvorsorge bei Abwasseranlagen (Hochwasserschutz Abwasseranlagen). In: *MBl. NRW.* 26, S. 870–880. Online verfügbar unter https://recht.nrw.de/system/files/pdf/ministerial-journal/2024/07/05/706718/runderlass-ueber-anforderungen-zum-hochwasserschut.pdf, zuletzt geprüft am 13.07.2026.

MUNV (2024d): Umweltwirtschaftsbericht 2024. Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes NRW. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://broschuerenservice.nrw.de/munv/shop/umweltwirtschaftsbericht-2024%7C2235, zuletzt geprüft am 10.04.2025.

MUNV (Hg.) (2024e): Wasserversorgung in Nordrhein-Westfalen. Benchmarking Projekt. Ergebnisbericht 2023/2024. Unter Mitarbeit von Rödl & Partner. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.roedl.com/wp-content/uploads/2025/12/nrw-ergebnisbericht-wasserversorgung-2023-2024.pdf, zuletzt geprüft am 13.07.2026.

MUNV (2025a): Bericht zum aktuellen Stand des Deichkatasters. Bericht zur Sitzung des AULNV am 09.04.2025 (Vorlage 18/3767). Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMV18-3767.pdf, zuletzt geprüft am 13.07.2026.

MUNV (2025b): Bericht zum Umsetzungsstand des 10-Punkte-Arbeitsplans „Hochwasserschutz in Zeiten des Klimawandels“ anlässlich des vierten Jahrestags der Flutkatastrophe. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen (Vorlage 18/3984). Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMV18-3984.pdf, zuletzt geprüft am 09.11.2025.

MUNV (Hg.) (2025c): Wasserversorgung in Nordrhein-Westfalen. Benchmarking-Projekt. Ergebnisbericht 2024/2025. Online verfügbar unter https://www.bdew.de/media/documents/250733_NRW_Benchmarking_-ergebnisbericht-wasserversorgung-2024-2025_1.pdf, zuletzt geprüft am 20.02.2026.

MUNV (2025d): Wasserwirtschaft im Rheinischen Revier – Sachstandsbericht 2025. Vorlage 18/4591. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMV18-4591.pdf, zuletzt geprüft am 24.06.2026.

MUNV (2025e): Bericht zum aktuellen Stand der Überprüfung des Bemessunsgabflusses (BHQ) am Rhein und zu FLIWAS. Bericht zur Sitzung des AULNV (Vorlage 18/3771). Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMV18-3771.pdf, zuletzt geprüft am 09.11.2025.

MUNV (2025f): Fortschreibung der Hochwasserrisikomanagementplanung in NRW 2022 — 2027. Informationen für die Kommunen und andere Akteure im Hochwasserrisikomanagement. Online verfügbar unter https://www.fluss-

gebiete.nrw.de/system/files/media/document/file/nrw-hwrm-infoblatt_02_5-2025_rev-h_0.pdf, zuletzt geprüft am 09.11.2025.

MUNV (2025g): Nordrhein-Westfalen beschleunigt Hochwasserschutz durch Pakt mit Wasserverbänden und Kommunen. Online verfügbar unter https://www.umwelt.nrw.de/hochwasserschutz-pakt, zuletzt aktualisiert am 03.07.2025, zuletzt geprüft am 07.07.2026.

MWIDE (2021): Überwachung der Rahmenbetriebspläne für übertägige Abbaustätten von Lockergestein in NRW. Bericht der Landesregierung (Vorlage 17/5745). Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMV17-5745.pdf, zuletzt geprüft am 16.06.2026.

MWIKE (2022a): Erlass des Ministeriums für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen zur Auslegung und Umsetzung von Festlegungen des Landesentwicklungsplans Nordrhein-Westfalen (LEP NRW) im Rahmen eines beschleunigten Ausbaus der erneuerbaren Energien (Wind- und Solarenergie). (LEP-Erlass Erneuerbare Energien) vom 28. Dezember 2022. Online verfügbar unter https://www.wirtschaft.nrw/system/files/media/document/file/lep-erlass-erneuerbare-energien_0.pdf, zuletzt geprüft am 13.07.2026.

MWIKE (Hg.) (2022b): Tourismus und Klimawandel in Nordrhein-Westfalen. Optionen und Perspektiven. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.wirtschaft.nrw/system/files/media/document/file/2022_09_01_gutachten-tourismus-und-klimawandel-in-nrw_final.pdf, zuletzt geprüft am 25.09.2025.

MWIKE (2024a): Energie- & Wärmestrategie Nordrhein-Westfalen. Online verfügbar unter https://www.wirtschaft.nrw/system/files/media/document/file/mwike_br_warmestrategie_langfassung_web-pdf.pdf, zuletzt geprüft am 13.07.2026.

MWIKE (2024b): Masterplan Geothermie Nordrhein-Westfalen. Online verfügbar unter https://www.wirtschaft.nrw/system/files/media/document/file/masterplan_geothermie_langfassung.pdf, zuletzt geprüft am 24.06.2026.

MWIKE (2024c): Zweite Verordnung zur Änderung der Verordnung über den Landesentwicklungsplan Nordrhein-Westfalen. Online verfügbar unter https://landesplanung.nrw.de/system/files/media/document/file/0409_vo_landesentwicklungsplan.pdf, zuletzt geprüft am 29.09.2025.

MWIKE (2025): Dritte Änderung des Landesentwicklungsplans Nordrhein-Westfalen für eine nachhaltigere Flächennutzung. Planbegründung nach § 7 Absatz 5 ROG. Online verfügbar unter https://landesplanung.nrw.de/system/files/media/document/file/lep-begruendung.pdf, zuletzt geprüft am 25.09.2025.

Nagababu, G.; Patil, P.; Bhatt, T. N.; Srinivas, B. A.; Puppala, H. (2024): Floating solar panels: a sustainable solution to meet energy demands and combat climate change in offshore regions. In: *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* 149 (13), S. 6855–6862. DOI: 10.1007/s10973-024-13022-w.

Nickel, D. (2025): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise" Stellungnahme 18/2463 zur Anhörung „Siedlungsstrukturen" am 04.04.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. Berliner Wasserbetriebe. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2463.pdf, zuletzt geprüft am 19.09.2025.

Niederste-Hollenberg, J.; Zheng, L. (2022): Die Abwasserwirtschaft im Energiesystem. In: *wwt wasserwirtschaft wassertechnik* (6), S. 12–15.

Noppen, I. (2024): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise" Stellungnahme 18/2198 zur Anhörung „Klimaveränderungen und Ökosysteme – Wie kann NRW den anstehenden Herausforderungen begegnen?" am 13.12.2024. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. Wupperverband. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2198.pdf, zuletzt geprüft am 19.09.2025.

Noppen, I. (2025): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise" Stellungnahme 18/2758 zur Anhörung „Genehmigungsverfahren" am 05.09.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2758.pdf, zuletzt geprüft am 25.09.2025.

NRW.Energy4Climate (Hg.) (2023): Kommunale Wärmeplanung in Nordrhein-Westfalen. Orientierungshilfe – 1. Baustein. Schritt für Schritt zur Erstellung eines kommunalen Wärmeplans. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.energy4climate.nrw/publikation/kommunale-waermeplanung-in-nordrhein-westfalen-106, zuletzt geprüft am 10.07.2026.

Oberbergischer Kreis (2022): Beschränkung von Wasserentnahmen im Oberbergischen Kreis. Öffentliche Bekanntmachung. Online verfügbar unter https://www.obk.de/cms200/aktuelles/oeffentliche_bekanntmachungen/artikel/2022-07-13_12-48-16_00119.shtml, zuletzt geprüft am 03.03.2026.

Odum, E. P.; Barrett, G. W. (2005): Fundamentals of Ecology. 5. Aufl. Belmont, CA: Brooks/Cole.

OECD Publishing (Hg.) (2015): Wasser und Städte. Sicherung einer nachhaltigen Zukunft. OECD. Paris. Online verfügbar unter https://www.oecd.org/content/dam/oecd/de/publications/reports/2015/04/water-and-cities_g1g5102f/9789264239210-de.pdf, zuletzt geprüft am 29.01.2026.

Oelmann, M. (2025): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise" Stellungnahme 18/2767 zur Anhörung „Genehmigungsverfahren" am 05.09.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. Hochschule Ruhr West. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2767.pdf, zuletzt geprüft am 25.09.2025.

Oelmann, M.; Czichy, C.; Inderelst, E.-M. (2021): 1. HRW-Digitalisierungsindex für die Wasserwirtschaft. Hochschule Ruhr West. Online verfügbar unter https://digitalisierungsindex-wasserwirtschaft.de/wp-content/uploads/2021/01/1.-HRW-Digitalisierungsindex-fuer-die-Wasserwirtschaft.pdf, zuletzt geprüft am 20.02.2026.

Öko-Institut e.V. (2020): Literaturstudie zum Thema Wasserhaushalt und Forstwirtschaft. Hg. v. NABU. Online verfügbar unter https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/wald/200915-nabu-wasserhaushalt_wald.pdf, zuletzt geprüft am 10.02.2026.

Ökolandbau.de (2025): Wasserschutz: Was leistet der Ökolandbau? Hg. v. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung. Online verfügbar unter https://www.oekolandbau.de/umwelt-und-gesellschaft/umweltleistungen-der-landwirtschaft/wasserschutz/, zuletzt geprüft am 05.03.2026.

One Health Platform (o.J.): OHHLEPs Definition von One Health. Online verfügbar unter https://onehealthplatform.net/ueber-uns/ohhleps-definition-von-one-health, zuletzt geprüft am 13.04.2026.

Pennekamp, S.; Falkenburg, V.; Furkert, M.; Mertens, M.; Korzhenevych, A.; Alimov, N. (2024): Daten für die Umsetzung des Bundesraumordnungsplans für den Hochwasserschutz. Raumbezüge und -kategorien, Datenverfügbarkeit, Nutzungshinweise. Hg. v. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR). Bonn. Online verfügbar unter https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/artikel/brp-hochwasserschutz/brp-hochwasserschutz-arbeitspapier-daten.pdf?__blob=publicationFile&v=2, zuletzt geprüft am 16.02.2026.

Posser (2021): Umweltrecht. WHG § 48 Rn. 18. 73. Edition. Hg. v. BeckOK. Online verfügbar unter https://beck-online.beck.de/Dokument?vpath=bibdata%2Fkomm%2FBeckOKUmweltR_73%2FWHG%2Fcont%2FBECKOKUMWELTR.WHG.P48.glB.glIV.htm, zuletzt geprüft am 23.09.2025.

Pottgiesser, T. (2018): Die deutsche Fließgewässertypologie. Zweite Überarbeitung der Steckbriefe der Fließgewässertypen. Hg. v. UBA. Online verfügbar unter https://gewaesser-bewertung.de/media/steckbriefe_fliessgewaessertypen_dez2018.pdf, zuletzt geprüft am 23.09.2025.

proHolz (2019): Cluster Forst und Holz NRW. Daten & Fakten. Online verfügbar unter https://proholz.nrw/wp-content/uploads/2020/12/Clusterdaten.pdf, zuletzt geprüft am 30.12.2025.

Pusch, M. (2024): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise" Stellungnahme 18/2209 zur Anhörung „Klimaveränderungen und Ökosysteme – Wie kann NRW den anstehenden Herausforderungen begegnen?" am 13.12.2024. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. IGB. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2209.pdf, zuletzt geprüft am 19.09.2025.

Queitsch, P. (2022): Hochwasser- und Überflutungsschutz – EU-Recht und aktuelle Rechtsprechung. Hg. v. Kommunal Agentur NRW. Online verfügbar unter https://kommunalagentur.nrw/wp-content/uploads/2022/04/Queitsch-EU-Recht-3-2022.pdf, zuletzt geprüft am 09.11.2025.

Quirmbach, M. (2025): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise" Stellungnahme 18/2399 zur Anhörung „Schutz vor Wasser" am 18.03.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. Hochschule Ruhr West. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2399.pdf, zuletzt geprüft am 19.09.2025.

RAG AG (o.J.): Grubenwasser. Unser Konzept für das Ruhrgebiet. Online verfügbar unter https://issuu.com/ragaktiengesellschaft/docs/lay_rag_flyer_grubenwasser_148x210_v1?fr=xIAEoAT3_MzMz, zuletzt geprüft am 16.06.2026.

RAG AG (2024): Konzept zur langfristigen Optimierung der Grubenwasserhaltung der RAG Aktiengesellschaft für Nordrhein-Westfalen. Online verfügbar unter https://geodaten.rag.de/bid/tree/GenV/Grubenwasserkonzept%20NRW/Konzept%20%E2%80%93%20Grubenwasserhaltung%202024.pdf, zuletzt geprüft am 16.06.2026.

RAG AG (2026a): Poldermaßnahmen. Bäche im Fluss halten. Online verfügbar unter https://www.rag.de/loesungen/poldermassnahmen, zuletzt geprüft am 16.06.2026.

RAG AG (2026b): Wasserhaltung. Wassermanagement für die Zukunft. Online verfügbar unter https://www.rag.de/loesungen/wasserhaltung, zuletzt geprüft am 16.06.2026.

RAG-Stiftung (2026): Die RAG-Stiftung. Online verfügbar unter https://www.rag-stiftung.de/stiftung/, zuletzt geprüft am 16.06.2026.

RAL gGmbH; UBA (Hg.) (2022): Blauer Engel – Umweltzeichen DE-UZ 225 Kriterien für umweltfreundliche Fassadenfarben. Kriterien der ökologischen Bewertung – Fassung Juli 2022 (Version 5). Berlin / Bonn. Online verfügbar unter https://produktinfo.blauer-engel.de/uploads/criteriafile/de/209/DE-UZ%20225-202207-de-Kriterien-V5.pdf, zuletzt geprüft am 11.02.2026.

Rappard, P. von (2025): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise" Stellungnahme 18/2700 zur Anhörung „Tourismus, Freizeit und Erholung" am 08.07.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. Unterbacher See Düsseldorf. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2700.pdf, zuletzt geprüft am 25.09.2025.

Raschke, M. (2025): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise" Stellungnahme 18/2704 zur Anhörung „Wasser als Transportweg" am 11.07.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. BUND. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2704.pdf, zuletzt geprüft am 25.09.2025.

Rat der Europäischen Gemeinschaften (1991): Richtlinie 91/271/EWG des Rates vom 21. Mai 1991 über die Behandlung von kommunalem Abwasser. In: *ABl. L* 137, S. 40–52. Online verfügbar unter https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:31991L0271, zuletzt geprüft am 04.01.2026.

Regionaldatenbank Deutschland (2025): Versiegelte Fläche – Jahr. regionale Tiefe: Bundesländer; 2016-2023. Online verfügbar unter https://www.regionalstatistik.de/genesis//online?operation=table&code=86321-Z-07&bypass=true&levelindex=0&levelid=1757323254164#abreadcrumb, zuletzt aktualisiert am 09.11.2025, zuletzt geprüft am 09.11.2025.

Risse, H. (2025): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise" Stellungnahme 18/2520 zur Anhörung „Industrie, Gewerbe und Handwerk" am 12.05.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. FiW. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2520.pdf, zuletzt geprüft am 22.09.2025.

RKI (Hg.) (2025): FAQ zu Klimawandel und Gesundheit sowie Gefährdung durch Hitze. Online verfügbar unter https://www.rki.de/SharedDocs/FAQs/DE/Klimawandel-und-Gesundheit/FAQ-Klimawandel.html#entry_16926054, zuletzt aktualisiert am 15.10.2025, zuletzt geprüft am 31.10.2025.

Rohn, A.; Mälzer, H.-J. (2010): Herausforderungen der Klimawandel-Auswirkungen für die Trinkwasserversorgung. Aktivität A 4.1.1 im BMBF-Verbundprojekt dynaklim. IWW Rheinisch Westfälisches Institut für Wasser gGmbH (dynaklim-Publikation, 3). Online verfügbar unter https://edoc.sub.uni-hamburg.de/klimawandel/files/751/dynaklim_Pub03_003.pdf, zuletzt geprüft am 10.07.2026.

Roig, B.; Delpla, I.; Baurés, E.; Jung, A.-V.; Thomas, O.: Analytical issues in monitoring drinking-water contamination related to short-term, heavy rainfall events. In: *TrAC Trends in Analytical Chemistry* 30 (8), S. 1243–1251. Online verfügbar unter https://hal.science/hal-00878557v1/document, zuletzt geprüft am 20.11.2025.

Rückriem, C. (2023): Klimawandel konkret – neue Herausforderungen für die Gebietsbetreuung am Beispiel von Moor- und Wiesenvogel-Schutzgebieten in Westfalen. In: V. Scherfose (Hg.): Schutzgebiete im Klimawandel. Dokumentation der Beiträge einer BfN-Tagung vom 7.–9. November 2022 an der INA Vilm. Bundesamt für Naturschutz (BfN-Schriften, 675), S. 65–84.

Ruhrverband (Hg.) (o. J.): Die Quaggamuschel: Eine ernste Bedrohung für unsere Gewässer. Online verfügbar unter https://ruhrverband.de/flussgebiet/invasive-arten-und-schaedlinge/quaggamuschel, zuletzt geprüft am 20.02.2026.

RWW (2023): Das Mülheimer Verfahren. Hg. v. RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH. Online verfügbar unter https://www.rww.de/fileadmin/assets/pdf/Muelheimer_Verfahren.pdf, zuletzt geprüft am 03.12.2025.

Sanders, J.; Heß, J. (Hg.) (2019): Leistungen des ökologischen Landbaus für Umwelt und Gesellschaft. 2. überarbeitete und ergänzte Auflage. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut (Thünen Report, 65). Online verfügbar unter http://d-nb.info/1201686113/.

Schäfer, H. (2024): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Stellungnahme 18/2195 zur Anhörung „Klimaveränderungen und Ökosysteme – Wie kann NRW den anstehenden Herausforderungen begegnen?“ am 13.12.2024. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. Erft-Verband. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2195.pdf, zuletzt geprüft am 19.09.2025.

Schiesser, Y. (2025): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Stellungnahme 18/2542 zur Anhörung „Industrie, Gewerbe und Handwerk“ am 12.05.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. Covestro Deutschland AG. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2542.pdf, zuletzt geprüft am 22.09.2025.

Schmidt, C. (2025a): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Stellungnahme 18/2697 zur Anhörung „Tourismus, Freizeit und Erholung“ am 08.07.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2697.pdf, zuletzt geprüft am 25.09.2025.

Schmidt, C. (2025b): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Stellungnahme 18/2760 zur Anhörung „Genehmigungsverfahren“ am 05.09.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. RheinEnergie AG. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2760.pdf, zuletzt geprüft am 25.09.2025.

Schmitt, M. (2025): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Stellungnahme 18/2320 zur Anhörung „Trink- und Brauchwasserversorgungsinfrastruktur“ am 07.02.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2320.pdf, zuletzt geprüft am 19.09.2025.

Schuster, L. (2025): Skifahren in Deutschland: Die beliebtesten Skigebiete! Hg. v. beyondsurfing. Online verfügbar unter https://www.beyondsurfing.com/skifahren-deutschland/, zuletzt geprüft am 10.07.2026.

Schüttrumpf, H. (2025): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise“ Stellungnahme 18/2404 zur Anhörung „Schutz vor Wasser“ am 18.03.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. RWTH Aachen. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2404.pdf, zuletzt geprüft am 26.06.2025.

Schüttrumpf, H. (2026): Definition BHQ und BHW. RWTH Aachen.

Schüttrumpf, H.; Burghardt, L.; Vonden, E. (2024): Alle Jahre wieder! Gedanken zu den Hochwasserereignissen der letzten Monate in Deutschland. In: *Korrespondenz Wasserwirtschaft* 17 (8).

Schutzgemeinschaft Deutscher Wald e.V. Landesverband NRW (o.J.): Wald in Nordrhein-Westfalen. Online verfügbar unter https://www.sdw-nrw.de/ueber-den-wald/wald-in-nordrhein-westfalen#:~:text=Mit%20rund%207%20%25%20des%20Umsatzes,bildet%20die%20M%C3%B6belindustrie%20einen%20Schwerpunkt., zuletzt geprüft am 24.11.2025.

Seemann, I. (2025): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise" Stellungnahme 18/2557 zur Anhörung „Industrie, Gewerbe und Handwerk" am 12.05.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. Netzwerk Klimaanpassung & Unternehmen.NRW. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2557.pdf, zuletzt geprüft am 22.09.2025.

Seipp, A.; Grüning, C.; Moslener, U. (2016): Absicherung von Fündigkeitsrisiken bei Geothermie-Projekten. Online verfügbar unter https://blog.frankfurt-school.de/wp-content/uploads/2020/10/gruening_moslener_seipp_geothermie_2016_01.pdf.

Semrau, M. (2025): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise" Stellungnahme 18/2761 zur Anhörung „Genehmigungsverfahren" am 05.09.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. Emschergenossenschaft/Lippeverband. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2761.pdf, zuletzt geprüft am 25.09.2025.

Siekmann, M. (2025): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise" Stellungnahme 18/2446 zur Anhörung „Siedlungsstrukturen" am 04.04.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2446.pdf, zuletzt geprüft am 19.09.2025.

Silva, W.; Klijn, F.; Dijkman, J. (2001): Room for the Rhine branches in The Netherlands. Online verfügbar unter https://repository.tudelft.nl/record/uuid:12b2ad06-3469-49ea-a280-78e1dcc2fcb9.

Sim, T. G.; Swindles, G. T.; Morris, P. J.; Baird, A. J.; Gallego-Sala, A. V.; Wang, Y. et al. (2023): Regional variability in peatland burning at mid-to high-latitudes during the Holocene. In: *Quaternary Science Reviews* 305, S. 108020. DOI: 10.1016/j.quascirev.2023.108020.

Sommerhäuser, M. (2024): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise" Stellungnahme 18/2194 zur Anhörung „Klimaveränderungen und Ökosysteme – Wie kann NRW den anstehenden Herausforderungen begegnen?" am 13.12.2024. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. DGL. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2194.pdf, zuletzt geprüft am 19.09.2025.

SRU (Hg.) (2016a): Umweltgutachten 2016 – Kapitel 5: Mehr Raum für Wildnis in Deutschland. Berlin. Online verfügbar unter https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/01_Umweltgutachten/2016_2020/2016_Umweltgutachten_Kap_05.pdf?__blob=publicationFile&v=2, zuletzt geprüft am 06.02.2026.

SRU (Hg.) (2016b): Umweltgutachten 2016 – Kapitel 6: Verbesserter Schutz der Biodiversität vor Pestiziden. Berlin. Online verfügbar unter https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/01_Umweltgutachten/2016_2020/2016_Umweltgutachten_Kap_06.pdf?__blob=publicationFile&v=2, zuletzt geprüft am 11.02.2026.

SRU (Hg.) (2024): Renaturierung: Biodiversität stärken, Flächen zukunftsfähig bewirtschaften. Stellungnahme. Berlin. Online verfügbar unter https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/04_Stellungnahmen/2020_2024/2024_08_Aktualisierung_Renaturierung.pdf?__blob=publicationFile&v=12, zuletzt geprüft am 19.02.2026.

Stadt Köln (2025): Öffentliche Bekanntmachung des Umwelt- und Verbraucherschutzamtes der Stadt Köln als Untere Wasserbehörde. Allgemeinverfügung zur Einschränkung der Wasserentnahme aus oberirdischen Gewässern. Online verfügbar unter https://www.stadt-koeln.de/mediaasset/content/bekanntmachungen/2025/2025.06.30_0120-01_av_einschraenkung_wasserentnahme.pdf, zuletzt geprüft am 03.03.2026.

Stadtwerke Düsseldorf (2025): Stellungnahme. Unter Mitarbeit von C. Wagner. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen (18/2317). Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2317.pdf, zuletzt geprüft am 04.08.2025.

Stahl, K. et. al. (2022): Auswirkungen des Klimawandels auf die Abflussanteile aus Regen, Schnee und Gletscherschmelze im Rhein und seinen Zuflüssen. Online verfügbar unter https://www.chr-khr.org/sites/default/files/ASG-II_Synthese_DE_mit-Links.pdf, zuletzt geprüft am 25.09.2025.

Statistisches Bundesamt (2022): Statistischer Bericht – Erhebung der öffentlichen Wasserversorgung – 2022. Online verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Wasserwirtschaft/Publikationen/Downloads-Wasserwirtschaft/statistischer-bericht-wasser-oeffentlich-2190211229005.html, zuletzt geprüft am 23.07.2025.

Statistisches Bundesamt (2023): Stromverbrauch der privaten Haushalte nach Haushaltsgrößenklassen. Online verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/UGR/private-haushalte/Tabellen/stromverbrauch-haushalte.html, zuletzt geprüft am 29.01.2026.

Statistisches Landesamt NRW (2026): Schiffe nach Antriebsart, Tragfähigkeit, Güterumschlag und Flagge – Wasserstraßengebiete – Monat. Online verfügbar unter https://www.landesdatenbank.nrw.de/ldbnrw/online?operation=abruftabelleBearbeiten&levelindex=0&levelid=1768843373740&auswahloperation=abruftabelleAuspraegungAuswaehlen&auswahlverzeichnis=ordnungsstruktur&auswahlziel=werteabruf&code=46321-15i&auswahltext=&werteabruf=Werteabruf#abreadcrumb, zuletzt geprüft am 05.01.2026.

Stiftung Umwelt und Entwicklung NRW (2013): Jahresbericht 2013. Online verfügbar unter https://www.sue-nrw.de/wp-content/uploads/2016/03/Jahresbericht_2013.pdf, zuletzt geprüft am 13.04.2026.

Stumpe, S. (2025): Zeitliche Preisdiffernzierung als anreizbasiertes Steuerungsinstrument für eine kosteneffiziente Kapazitätsauslastung in der deutschen Wasserversorgung. Oldenburg. Online verfügbar unter https://oops.uni-oldenburg.de/7349/1/STUZEI25.pdf, zuletzt geprüft am 23.05.2026.

Sun, J.; Du, W.; Lucas, M. C.; Ding, C.; Chen, J.; Tao, J.; He, D. (2023): River fragmentation and barrier impacts on fishes have been greatly underestimated in the upper Mekong River. In: *Journal of environmental management* 327, S. 116817. Online verfügbar unter https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301479722023908, zuletzt geprüft am 24.06.2026.

Szarek-Gwiazda, E.; Ciszewski, D.; Kownacki, A. (2023): The Effects of Channelization with Low In-Stream Barriers on Macroinvertebrate Communities of Mountain Rivers. In: *Water* 15 (6), S. 1059. Online verfügbar unter https://www.mdpi.com/2073-4441/15/6/1059, zuletzt geprüft am 24.06.2026.

Teichgräber, B. (2025a): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise" Stellungnahme 18/2391 zur Anhörung „Schutz vor Wasser" am 18.03.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. DWA. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2391.pdf, zuletzt geprüft am 26.06.2025.

Teichgräber, B. (2025b): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise" Stellungnahme 18/2594 zur Anhörung „Abwasserentsorgungsinfrastruktur" am 26.05.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. DWA. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2594.pdf, zuletzt geprüft am 22.09.2025.

Tong, S.; Prior, J.; McGregor, G.; Shi, X.; Kinney, P. (2021): Urban heat: an increasing threat to global health. In: *BMJ* 375, n2467. Online verfügbar unter https://www.bmj.com/content/bmj/375/bmj.n2467.full.pdf, zuletzt geprüft am 14.04.2026.

Tourismus NRW e.V.; IHK NRW (2025): Tourismusbarometer Nordrhein-Westfalen. Datenbarometer 2025. Hg. v. Tourismus NRW e.V. Online verfügbar unter https://tourismusverband.nrw/_Resources/Persistent/c/4/9/f/c49f9b6c2688bf2f68ac87c894272cf22b073849/Bericht_Datenbarometer-NRW-2025.pdf, zuletzt geprüft am 16.04.2026.

Triebskorn, R.; Blaha, L.; Gallert, C.; Giebner, S.; Hetzenauer, H.; Köhler, H.-R. et al. (2019): Freshwater ecosystems profit from activated carbon-based wastewater treatment across various levels of biological organisation in a short timeframe. In: *Environmental Sciences Europe* 31 (1), S. 85. Online verfügbar unter https://link.springer.com/article/10.1186/s12302-019-0267-0, zuletzt geprüft am 24.06.2026.

Tube Düsseldorf (o.J.): Fernleitungen gegen Wasserknappheit. Online verfügbar unter https://www.tube.de/de/Media_News/News/Themen/Fernleitungen_gegen_Wasserknappheit, zuletzt geprüft am 03.12.2025.

UBA (Hg.) (o. J.a): AOX-Wert. Umweltthesaurus (UMTHES / SNS). Online verfügbar unter https://sns.uba.de/umthes/de/concepts/_00002439.html, zuletzt geprüft am 23.04.2026.

UBA (o. J.b): Biozid-Portal. Informationen zu Bioziden in Deutschland. Dessau-Roßlau, zuletzt aktualisiert am https://www.biozid-portal.de/DE/Home, zuletzt geprüft am 11.02.2026.

UBA (Hg.) (o. J.c): Deposition von Stickstoffverbindungen. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/luftschadstoffe-oekosysteme/eintraege-von-schadstoffen/deposition-von-stickstoffverbindungen, zuletzt geprüft am 12.01.2026.

UBA (Hg.) (o. J.d): Hochwasser – wie sie entstehen und wie der Mensch sie beeinflusst. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/extremereignisse/hochwasser#hochwasser-sind-naturliche-ereignisse, zuletzt geprüft am 11.11.2025.

UBA (Hg.) (o. J.e): Indikator: Eutrophierung von Flüssen durch Phosphor. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/daten/umweltindikatoren/indikator-eutrophierung-von-fluessen-durch-phosphor, zuletzt geprüft am 12.01.2026.

UBA (Hg.) (o. J.f): Indikator: Eutrophierung von Nord- und Ostsee durch Stickstoff. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/daten/umweltindikatoren/indikator-eutrophierung-der-meere, zuletzt geprüft am 12.01.2026.

UBA (Hg.) (o. J.g): Indikator: Nitrat im Grundwasser. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/indikator-nitrat-im-grundwasser, zuletzt geprüft am 12.02.2026.

UBA (Hg.) (o. J.h): Nährstoffkonzentrationen in Fließgewässern. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/daten/umweltzustand-trends/wasser/fliessgewaesser/naehrstoffkonzentrationen-in-fliessgewaessern, zuletzt geprüft am 12.01.2026.

UBA (Hg.) (o.J.i): Spurenstoffe in Gewässern. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/wasser-bewirtschaften/spurenstoffe-in-gewaessern-0, zuletzt geprüft am 11.02.2026.

UBA (Hg.) (o.J.j): Total Organic Carbon (TOC). Eintrag im Umweltthesaurus (SNS – Semantic Network Service). Online verfügbar unter https://sns.uba.de/umthes/de/concepts/_00657196.html, zuletzt geprüft am 23.04.2026.

UBA (o.J.k): Wasserökonomik. Wasserrecht, Ökonomie und Digitalisierung. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/recht-oekonomie-digitalisierung/wasseroekonomik, zuletzt geprüft am 29.01.2026.

UBA (Hg.) (2004): Regen(ab)wasserbehandlung und -bewirtschaftung unter immissionsorientierten Gesichtspunkten. Berlin. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/system/files/medien/publikation/long/2923.pdf, zuletzt geprüft am 21.04.2026.

UBA (Hg.) (2011): Hochwasser verstehen, erkennen, handeln! Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/system/files/medien/378/publikationen/uba_hochwasser_barrierefrei_new.pdf, zuletzt geprüft am 16.02.2026.

UBA (Hg.) (2014a): Arzneimittel in der Umwelt – Ein Hintergrundpapier. Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/system/files/medien/378/publikationen/01.08.2014_hintergrundpapier_arzneimittel_final_.pdf, zuletzt geprüft am 09.02.2026.

UBA (Hg.) (2014b): Maßnahmen zur Verminderung des Eintrages von Mikroschadstoffen in die Gewässer. Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/system/files/medien/378/publikationen/texte_85_2014_massnahmen_zur_verminderung_des_eintrages_von_mikroschadstoffen_in_die_gewaesser_0.pdf, zuletzt geprüft am 11.02.2026.

UBA (Hg.) (2017a): Leitfaden für Klimawirkungs- und Vulnerabilitätsanalysen. Online verfügbar unter https://zentrum-klimaanpassung.de/sites/default/files/2022-08/uba_2017_leitfaden_klimawirkungs_und_vulnerabilitatsanalysen.pdf, zuletzt geprüft am 14.04.2026.

UBA (Hg.) (2017b): Soziale Vulnerabilität im Kontext. Soziale Vulnerabilität im Kontext Umwelt und Gesundheit. Dessau-Roßlau (Umwelt & Gesundheit, 02/2017). Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/system/files/medien/3240/publikationen/umid_02-2017_uba_hornberg_0.pdf, zuletzt geprüft am 29.01.2026.

UBA (Hg.) (2018): Klimaanpassung im Raumordnungs-, Städtebau- und Umweltfachplanungsrecht sowie im Recht der kommunalen Daseinsvorsorge – Anhang 3: Politikempfehlungen. Dessau (Climate Change, 03/2018). Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/system/files/medien/1410/publikationen/2018-02-12_climate-change_03-2018_politikempfehlungen-anhang-3.pdf, zuletzt geprüft am 21.04.2026.

UBA (Hg.) (2019): Recht der Rohstoffgewinnung – Reformbausteine für eine Stärkung des Umwelt- und Ressourcenschutzes im Berg-, Abgrabungs- und Raumordnungsrecht. Instrumente zur umweltverträglichen Steuerung der Rohstoffgewinnung – INSTRO. Abschlussbericht Teil 1. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/system/files/medien/1410/publikationen/2019-07-04-texte_71-2019_instro-1.pdf, zuletzt geprüft am 24.06.2026.

UBA (2020a): Effiziente Bewässerungssysteme in der Landwirtschaft. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/effiziente-bewaesserungssysteme-in-der-0#undefined, zuletzt geprüft am 23.12.2025.

UBA (Hg.) (2020b): PFAS – gekommen, um zu bleiben. Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2546/publikationen/uba_sp_pfas_web_0.pdf, zuletzt geprüft am 09.12.2025.

UBA (2021a): Klimaschutz- und Energieeffizienzpotenziale in der Abwasserwirtschaft – aktueller Stand und Perspektiven. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-04-30_texte_50-2021_klimaschutz_abwasserwirtschaft.pdf, zuletzt geprüft am 25.09.2025.

UBA (Hg.) (2021b): Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland. Teilbericht 3: Wasser (Cluster Wasser). Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/kwra2021_teilbericht_3_cluster_wasser_bf_211027_0.pdf, zuletzt geprüft am 06.11.2025.

UBA (2022a): Gemeinsam planen für eine gesunde Stadt – Empfehlungen für die Praxis. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/system/files/medien/479/publikationen/uba_gemeinsamplanen_0.pdf, zuletzt geprüft am 14.04.2026.

UBA (Hg.) (2022b): Handlungsfeld Boden – Klimafolgen Deutschland. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/folgen-des-klimawandels/klimafolgen-deutschland/klimafolgen-handlungsfeld-boden#wassermangel-im-boden, zuletzt geprüft am 06.11.2025.

UBA (2022c): Hochwasser – wie sie entstehen und wie der Mensch sie beeinflusst. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/extremereignisse/hochwasser, zuletzt aktualisiert am 04.11.2022, zuletzt geprüft am 09.11.2025.

UBA (2022d): Wasserrecht. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/recht-oekonomie-digitalisierung/wasserrecht, zuletzt aktualisiert am 16.06.2022, zuletzt geprüft am 23.09.2025.

UBA (Hg.) (2023a): Biozid-Merkblätter 1–5 – Fassadenanstriche und –putze. Entscheidungshilfen zur Verringerung des Biozideinsatzes an Fassaden. Dessau-Roßlau (UBA-Merkblatt). Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/system/files/medien/417/dokumente/biozidmerkblaetter_1-5_fassaden_230323.pdf, zuletzt geprüft am 11.02.2026.

UBA (2023b): FiW-R-1: Bewusstsein der Bevölkerung für Sturm- und Hochwasserrisiken. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/monitoring-zur-das/handlungsfelder/finanzwirtschaft/fiw-r-1/indikator, zuletzt aktualisiert am 2023, zuletzt geprüft am 29.01.2026.

UBA (2023c): Klimawandel in Deutschland – Risiken und Anpassung Monitoringbericht 2023 zur Deutschen Anpassungsstrategie. Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/monitoring-zur-das/einfuehrung#anpassungsprozess-an-den-klimawandel-in-deutschland, zuletzt geprüft am 24.01.2026.

UBA (Hg.) (2023d): Risikokommunikation zur Stärkung privater Eigenvorsorge. Strategien und Instrumente im Kontext von Klimawandel und Extremereignissen. Dessau-Roßlau (Climate Change, 03/2023). Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/system/files/medien/479/publikationen/cc_03-2023_risikokommunikation_zur_staerkung_privater_eigenvorsorge.pdf, zuletzt geprüft am 29.01.2026.

UBA (Hg.) (2024a): Auswirkung des Klimawandels auf die Wasserverfügbarkeit – Anpassung an Trockenheit und Dürre in Deutschland (WADKlim). Online verfügbar unter https://www.ecologic.eu/sites/default/files/publication/2024/50031-Auswirkungen-Klimawandel-auf-Wasserverfuegbarkeit-web.pdf, zuletzt geprüft am 25.09.2025.

UBA (2024b): EU-Verordnung zu Wasserwiederverwendung. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/wasser-bewirtschaften/wasserwiederverwendung/eu-verordnung-zu-wasserwiederverwendung, zuletzt geprüft am 23.12.2025.

UBA (2024c): FAQs zu Nitrat im Grund- und Trinkwasser. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/grundwasser/nutzung-belastungen/faqs-zu-nitrat-im-grund-trinkwasser#was-ist-der-unterschied-zwischen-trinkwasser-rohwasser-und-grundwasser, zuletzt geprüft am 10.11.2025.

UBA (Hg.) (2024d): Rechtliche Grundlagen, Empfehlungen und Regelwerk. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/trinkwasser/rechtliche-grundlagen-empfehlungen-regelwerk, zuletzt aktualisiert am 17.05.2024, zuletzt geprüft am 23.09.2025.

UBA (2024e): Wassernutzung privater Haushalte. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/daten/private-haushalte-konsum/wohnen/wassernutzung-privater-haushalte#direkte-und-indirekte-wassernutzung, zuletzt geprüft am 21.07.2025.

UBA (2025a): Arzneimittelrückstände in der Umwelt. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/daten/chemikalien/arzneimittelrueckstaende-in-der-umwelt, zuletzt geprüft am 23.04.2026.

UBA (2025b): Auswirkungen der Nutzung Erneuerbarer Energien auf den Wasserhaushalt. Dessau-Roßlau.

UBA (Hg.) (2025c): Bericht des Bundesministeriums für Gesundheit und des Umweltbundesamtes an die Verbraucherinnen und Verbraucher über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch* (Trinkwasser) in Deutschland (2020-2022). Berichtszeitraum: 1. Januar 2020 bis 31. Dezember 2022 (UMWELT UND GESUNDHEIT, 03/2025). Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/system/files/medien/11850/publikationen/dwd_bericht_2020-2022.pdf, zuletzt geprüft am 09.07.2026.

UBA (2025d): Bodenversiegelung. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/daten/flaeche-bodenland-oekosysteme/boden/bodenversiegelung, zuletzt geprüft am 09.11.2025.

UBA (2025e): Forschungsvorhaben „Auswirkungen der Nutzung Forschungsvorhaben „Auswirkungen der Nutzung Erneuerbarer Energien auf den Wasserhaushalt“. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/system/files/medien/11850/publikationen/factsheet_fkz_3717_42_2480.pdf, zuletzt geprüft am 29.01.2026.

UBA (Hg.) (2025f): Naturbasierte Lösungen für die kommunale Klimaanpassung stärken: Herausforderungen und Lösungsansätze. Vorhaben „Natürlich Klimaanpassung! Naturbasierte Lösungen für Kommunen”. Dessau-Roßlau (Climate Change, 53/2025). Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/system/files/medien/11850/publikationen/2026-01/53_2025_CC_V2.pdf, zuletzt geprüft am 09.02.2026.

UBA; BMUV (Hg.) (2017): Wasserwirtschaft in Deutschland. Grundlagen, Belastungen, Maßnahmen. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/system/files/medien/1410/publikationen/uba_wasserwirtschaft_in_deutschland_2017_web_aktualisiert.pdf, zuletzt geprüft am 29.09.2025.

van Wagner, C. E. (1987): Development and structure of the Canadian Forest Fire Weather Index System. Hg. v. Canadian Forestry Service. Ottawa (Forestry Technical Report, 35). Online verfügbar unter https://ostr-backend-prod.azure.cloud.nrcan-rncan.gc.ca/server/api/core/bitstreams/5a865686-e097-40df-abc0-65f54c6ff379/content, zuletzt geprüft am 09.07.2026.

Verband der Landwirtschaftskammern (2019): Klimawandel und Landwirtschaft. Anpassungsstrategien im Ackerbau. Online verfügbar unter http://www.landwirtschaftskammern.de/pdf/klimawandel.pdf, zuletzt geprüft am 29.12.2025.

Vereinte Nationen (2010): Resolution 64/292: Das Menschenrecht auf Wasser und Sanitärversorgung. New York (A/RES/64/292). Online verfügbar unter https://digitallibrary.un.org/record/687002/files/A_RES_64_292-DE.pdf, zuletzt geprüft am 02.03.2026.

VKU (Hg.) (2025a): Branchenbild Wasserwirtschaft 2025. Berlin. Online verfügbar unter https://www.vku.de/fileadmin/user_upload/Verbandsseite/Landingpages/Branchenbild/VKU_Branchenbild_Wasserwirtschaft_2025_.pdf, zuletzt geprüft am 28.01.2026.

VKU (2025b): Stellungnahme Zum Thema „Trink- und Brauchwasserversorgungsinfrastruktur". Anhörung der Enquetekommission „Wasser in Zeiten der Klimakrise" am 07. Februar 2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf (18/2327). Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2327.pdf, zuletzt geprüft am 28.07.2025.

VKU (2025c): Kommunale Wasserwirtschaft – Wachsender Investitionsbedarf in eine zukunftsfeste (Ab-)Wasserwirtschaft. Online verfügbar unter https://www.vku.de/fileadmin/user_upload/Verbandsseite/Sparten/Wasserwirtschaft/VKU_Positionspapier_Infrastruktur_final.pdf, zuletzt geprüft am 29.09.2025.

VKU; BBH-Gruppe (2025): Ermittlung des Investitions-und Finanzierungsbedarfs für den zweiten Lebenszyklus der Wasserversorgungs-und Abwasserentsorgungsnetze und -anlagen in den nächsten 10 bzw. 20 Jahren. Online verfügbar unter https://www.vku.de/fileadmin/user_upload/Verbandsseite/Landingpages/Wassergutachten/Gutachten/VKU-Studie_Investitionen__Ab-_Wasserwirtschaft.pdf, zuletzt geprüft am 29.09.2025.

Wald und Holz NRW (2021): Neue Bäume für den Wald von morgen (I). Online verfügbar unter https://www.waldwissen.net/de/waldwirtschaft/waldbau/waldumbau/neue-baeume-fuer-den-wald-von-morgen-i, zuletzt geprüft am 12.01.2025.

Wasser- und Bodenverband der Mittleren Niers (2025): Organisation. Grefrath. Online verfügbar unter https://www.mittlereniers.de/wp/der-verband/organisation/, zuletzt aktualisiert am 29.09.2025.

Wasserwerke Westfalen (o.J.): Wasserwerk Echthausen. Online verfügbar unter https://www.wasserwerke-westfalen.de/wasser/unsere-wasserwerke/echthausen#/wasserwerk-echthausen/wasserwerk-echthausen, zuletzt geprüft am 03.12.2025.

WBGU (2024): Wasser in einer aufgeheizten Welt. Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen. Online verfügbar unter https://www.wbgu.de/fileadmin/user_upload/wbgu/publikationen/hauptgutachten/hg2024/pdf/wbgu_hg2024.pdf, zuletzt geprüft am 25.09.2025.

Westfälische Wilhelms-Universität Münster (2024): Westfälische Wilhelms-Universität Münster. Online verfügbar unter https://www.uni-muenster.de/news/view.php?cmdid=14171, zuletzt geprüft am 29.01.2026.

WHO (2017): Flooding: Managing health risks in the WHO European Region. Kopenhagen: WHO Regional Office for Europe. Online verfügbar unter https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/8e8a32a6-95ed-4ed6-8ce1-188bc1e3ff6d/content, zuletzt geprüft am 23.04.2026.

WHO (Hg.) (2021): Climate Change and Health Vulnerability and Adaptation Assessment. Genf. Online verfügbar unter https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/6edda8d7-451e-4edc-b096-c84d76e1355b/content, zuletzt geprüft am 23.04.2026.

WHO (2022): Urban planning for resilience and health: key messages. Summary report on protecting environments and health by building urban resilience. Online verfügbar unter https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/d05f9ea5-e4e0-44b2-873b-bef56a58fd39/content, zuletzt geprüft am 23.04.2026.

Wiechmann, T. (2025): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise" Stellungnahme 18/2447 zur Anhörung „Siedlungsstrukturen" am 04.04.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. Technische Universität Dortmund.

Fakultät Raumplanung. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2447.pdf, zuletzt geprüft am 19.09.2025.

Winkler, A. S.; Brux, C. M.; Carabin, H.; das Neves, C. G.; Häsler, B.; Zinsstag, J. et al. (2025): The Lancet One Health Commission: harnessing our interconnectedness for equitable, sustainable, and healthy socioecological systems. In: *Lancet (London, England)* 406 (10502), S. 501–570. DOI: 10.1016/S0140-6736(25)00627-0.

Winklmayer, C.; Matthies-Wiesler, F.; Muthers, S.; Buchien, S.; Kuch, B.; Der Heiden, M. an; Mücke, H.-G. (2023): Hitze in Deutschland: Gesundheitliche Risiken und Maßnahmen zur Prävention. In: *Journal of Health Monitoring* 8 (S4). DOI: 10.25646/11645.

Wintgens, T. (2025): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise" Stellungnahme 18/2592 zur Anhörung „Abwasserentsorgungsinfrastruktur" am 26.05.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. RWTH Aachen. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2592.pdf, zuletzt geprüft am 22.09.2025.

Wohnlich, S. (2025): Enquetekommission III „Wasser in Zeiten der Klimakrise" Stellungnahme 18/2678 zur Anhörung „Rohstoffabbau/Bergbau" am 11.07.2025. Hg. v. Landtag Nordrhein-Westfalen. Ruhr-Universität Bochum. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMST18-2678.pdf, zuletzt geprüft am 24.09.2025.

World Bank Group (2025): Scaling Water Reuse: A Tipping Point for Municipal and Industrial Use. Online verfügbar unter https://documents1.worldbank.org/curated/en/099052025124039794/pdf/P506854-08dbe255-6922-4a1f-b9c0-121760b90034.pdf, zuletzt geprüft am 25.09.2025.

World Meteorological Organization (2025): Greenhouse Gas Bulletin No. 21: The State of Greenhouse Gases in the Atmosphere Based on Global Observations through 2024. Geneva, Switzerland. Online verfügbar unter https://wmo.int/files/greenhouse-gas-bulletin-no-21, zuletzt geprüft am 24.10.2025.

world weather attribution (2021): Attributionsstudie: Klimawandel machte die Starkregenfälle wahrscheinlicher, die zu Überschwemmungen in Westeuropa führten. Online verfügbar unter https://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/DE/2021/20210824_attributionsstudie_starkregen.pdf?__blob=publicationFile&v=4.

World Weather Attribution (WWA) (2021): Event Attribution: Heatwave Europe 2021. Online verfügbar unter https://www.worldweatherattribution.org/heatwave-europe-2021/, zuletzt geprüft am 15.09.2025.

WSV (o.J.): Gesetzliche Vorschriften. Online verfügbar unter https://www.wsa-westdeutsche-kanaele.wsv.de/Webs/WSA/Westdeutsche-Kanaele/DE/Schifffahrt/Binnenschifffahrt/GesetzlicheVorschriften/gesetzlichevorschriften_node.html, zuletzt geprüft am 05.01.2026.

WSV (Hg.) (2025): Digitale Bundeswasserstraßenkarte (1:1000 000). Online verfügbar unter https://www.gdws.wsv.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Karten/Karten/DBWK1000_Generaldirektion.pdf?__blob=publicationFile&v=5, zuletzt geprüft am 05.01.2026.

Wupperverband (o.J.): Indirekteinleiter – Siedlungsentwässerung. Online verfügbar unter https://www.wupperverband.de/unsere-aufgaben/siedlungsentwaesserung/indirekteinleiter, zuletzt geprüft am 21.04.2026.