

LANDTAG NORDRHEIN-WESTFALEN

Stellungnahme

zur Sitzung des Ausschusses für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz
und Energie am 8. August 2023

Drucksache 18/3658

Klimafreundliche Energie für Nordrhein-Westfalen:
Nutzung der Tiefengeothermie jetzt in die Breite bringen!

Antrag der Fraktion der FDP

Drucksache 18/4129

Den schlafenden Riesen Geothermie wecken – kommunale und industrielle Wärmewende
in Nordrhein-Westfalen voranbringen

Antrag der Fraktion der CDU und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN

Prof. Dr. Rolf Bracke

Fraunhofer-Einrichtung für Energieinfrastrukturen und Geothermie IEG

unter Mitarbeit von:

Dr. Oliver Ritzmann, Laura Delzig, Dr. Alexander Heim, Gregor Bussmann, Timm Eicker, Holger Born,
Stefan Klein, Kirsten Appelhans, Kevin Mannke

Aachen und Bochum, 31.07.2023

Einordnung der Anträge

Einleitend möchte sich die Fraunhofer IEG beim Landtag NRW für die Möglichkeit einer Stellungnahme aus anwendungsnaher wissenschaftlicher Perspektive bedanken. Grundsätzlich befürwortet die Fraunhofer IEG die Initiative beider Anträge, die geothermischen Potentiale im Land NRW nun verstärkt zu heben und für die Energiewende zu nutzen. Dass zwei Anträge von drei unterschiedlichen Fraktionen zur Beschlussfassung vorgebracht werden, unterstreicht die Relevanz des Themas.

Einleitend sollen die Anträge beziehend auf die Beschlussfassungen kurz aus Sicht der Fraunhofer IEG eingeordnet werden. Die ausführlichen Erläuterungen und die daraus abgeleiteten Empfehlungen folgen anschließend im Hauptdokument.

Zunächst ist festzustellen, dass der energiewirtschaftlich nicht relevante Anteil von Geothermie an der Wärmewende in Nordrhein-Westfalen trotz ihrer erheblichen Potentiale¹ auf einen typischen Fall von Marktversagen zurückzuführen ist. Dieses Versagen begründet sich im Wesentlichen auf zwei Faktoren: a) dem Fündigkeitsrisiko bei erheblichen Investitionskosten für Projektentwickler aufgrund b) einer unzureichenden Datenlage zum tiefen Untergrund des Landes. Zur Beseitigung dieses Marktversagens ist politisches Handeln angezeigt.

Daher wird die Forderung, einen Masterplan Geothermie zu entwickeln und ambitionierte, landesbezogene Ausbauziele zu definieren unterstützt. Aus Sicht der Fraunhofer IEG sollte dieser **Masterplan alle Optionen der geothermischen Nutzung adressieren** und insbesondere eine portfolioorientierte **Explorationsstrategie für die mitteltiefe und tiefe Geothermie in Landesteilen mit erhöhten Wärmebedarfen** beinhalten. Die Nutzung oberflächennaher Geothermie in Kombination mit Wärmepumpen sollte zur Entlastung des Stromsektors bei der Wärmeversorgung ebenfalls erheblich ausgebaut werden und Bestandteil der Masterplanung sein, da mehr als jedes zweite Bestandsgebäude in NRW damit rechnerisch versorgt werden könnte. Für die effektive Umsetzung eines solchen Masterplans ist eine verlässliche Datengrundlage die wesentliche Basis. Folglich wird die Forderung beider Anträge hinsichtlich der beschleunigten **Charakterisierung des tiefen Untergrunds** ebenfalls unterstützt. Dies betrifft die tiefe und mitteltiefe Geothermie gleichermaßen sowie die thermische Nutzung der untertägigen Infrastrukturen von gefluteten Bergwerken in einem der größten europäischen Ballungsräume. Zudem kommt der saisonalen Speicherung von Wärme eine besondere Bedeutung zu.

In Bezug auf die Daten zum tiefen Untergrund des Landes ist zu beachten, dass diese nur zielführend durch eine geeignete Verknüpfung von „harten Daten“ aus Tiefbohrungen mit „weichen Daten“ aus bildgebenden Verfahren, d.h. geophysikalischen Erkundungen, erhoben werden können. Daher ist eine **Kombination aus beiden Erkundungsmethoden - Seismik und Tiefbohrungen** - zwingend angezeigt und muss Kernelement der Explorationsstrategie sein. Auf die Vorgabe des Vorliegens einer seismischen Untersuchung vor der Erkundungsbohrung sollte in diesem frühen Stadium der

¹ Landtag Nordrhein-Westfalen (2018): Drucksache 17/2562 Wärmepotentiale nutzen – Einsatz der Geothermie erleichtern – Stellungnahme Prof. Dr. R. Bracke / Internationales Geothermiezentrum Bochum (GZB) zur Sitzung des Ausschusses für Wirtschaft, Energie und Landesplanung am 31.10.2018.

Exploration verzichtet und einer Einzelfallentscheidung überlassen werden. Es wird eine umfassende wissenschaftliche **Potential- und Ausbaustudie** empfohlen, die die staatlich geförderten Geothermieprojekte begleitet. Der Fokus sollte hierbei insbesondere auf der Potentialhebung liegen, wobei die gewonnenen Daten auch zum „De-Risking“ und zum späteren Reservoir-Management genutzt werden können. Dass die gewonnenen Rohdaten und Erkenntnisse über den Untergrund von unabhängiger Stelle, z.B. dem Geologischen Dienst NRW, für die Interpretation durch berechtigte Marktteilnehmer unverzüglich digital und frei verfügbar gemacht werden sowie die entsprechenden Plattformen kontinuierlich weiterentwickelt werden, ist obligatorisch. Zudem wird empfohlen, ein **Expertengremium zur Priorisierung von Erkundungsbohrungen** im Rahmen der Umsetzung des Masterplans einzurichten.

Hinsichtlich der Reduzierung des Fündigkeitsrisikos bei der Nutzung von tiefer Geothermie sollte das Explorationsprogramm durch Förder- und/oder Finanzinstrumente begleitet werden. Wie bereits in der Stellungnahme des Jahres 2018 empfohlen, sollte ein finanztechnisches Instrument zur **Absicherung des Fündigkeitsrisikos bis zum Nachweis des Thermalwasserkreislaufs** nunmehr schnellstmöglich eingeführt werden (staatliche Versicherung, -Bürgschaft, -Entwicklungsgesellschaft oder revolvingender Entwicklungsfonds). Auf Landesebene dürfte dieses Instrument das Erreichen der strategischen Ziele innerhalb der Wärmewende massiv beschleunigen. Dies sollte auch auf Bundesebene angestrebt werden, wobei NRW mit einem eigenen Instrument hier **Vorreiter** sein kann.

Darüber hinaus wird unterstützt, sich dass sich das Land NRW für eine Überprüfung, Anpassung und Harmonisierung der gesetzlichen Grundlagen auf Bundesebene einsetzt sowie alle Vereinfachungen und Optimierungspotentiale im Wasser-, Umweltverträglichkeitsprüfungs-, Naturschutz- und im Vergaberecht prüft und hebt bzw. auf Landesebene die Beschleunigung von Genehmigungsverfahren im Bereich Geothermie schnellstmöglich umsetzt. Eine Option kann die **Ausweisung sog. Go-to-Gebiete** für Heiz(kraft)werke in der Landesentwicklungs- und Bauleitplanung sein. Weitere Vorschläge und Ausführung folgen im Haupttext. Auch der Rechtsrahmen für die Nutzung von thermischen Untergrundspeichern ist entsprechend den nachfolgenden Ausführungen zu verbessern.

Über die Forderungen der drei Landtags-Fractionen hinaus muss dem sich bereits jetzt abzeichnenden Fachkräftemangel begegnet werden. Um den ambitionierten geothermischen Zubau gewährleisten zu können, müssen **Fachkräfte- und Schulungskapazitäten entlang der gesamten Planungs-, Administrations- und Installationskette aufgebaut** werden. Dem Anspruch des Industrielandes NRW auf Technologieführerschaft entsprechend, sollten Branchen und Unternehmen mit **Schlüsseltechnologien im geothermischen Upstream- und Downstreambereich** durch gezielte Wirtschaftsförderungsmaßnahmen für den Transformationsprozess „Geothermische Wärmewende“ gestärkt werden.

1. Ausgangssituation

Mit der Änderung des Bundes-Klimaschutzgesetzes im Jahr 2021 hat sich die Bundesregierung das Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2045 Netto-Treibhausgasneutralität zu erreichen.² Dies bedeutet letztlich ein Verzicht auf den Einsatz fossiler Energieträger wie Öl, Gas und Kohle. Während der Anteil erneuerbarer Energien zur Deckung des Endenergiebedarfs an der Erzeugung elektrischer Energie in der Vergangenheit weitestgehend sukzessive auf über 45% gesteigert wurde, erfuhr deren Anteil an der Wärmeerzeugung nur einen moderaten Anstieg auf etwas über 17%. Hierbei handelt es sich im Wesentlichen um Biomasse. Demgegenüber steht, dass der Anteil des Wärmesektors am Endenergiebedarf in Deutschland über 50% ausmacht.³ Folglich ist es angezeigt, nun den Wärmesektor schnellstmöglich zu dekarbonisieren und die erneuerbaren Wärmequellen zu diversifizieren. Denn die erneuerbare Deckung des Wärmebedarfs muss die lokalen Gegebenheiten hinsichtlich Erzeugungspotentiale und Verteilung berücksichtigen. In Nordrhein-Westfalen (NRW) ist dies unter anderem an den auf der einen Seite eher ländlich geprägten Regionen wie beispielsweise Ostwestfalen und dem auf der anderen Seite industriell geprägten Ballungsraum Rhein-Ruhr-Region zu veranschaulichen.

Zur Erzeugung erneuerbarer Wärme kommen grundsätzlich unterschiedliche Optionen in Frage. Geothermie ist eine Option, die das Potential bietet, in NRW substantielle Mengen erneuerbarer Wärme zu erzeugen. Oberflächennahe Geothermie ist dabei eine etablierte Technologie, die bereits breite Anwendung findet und zukünftig weiter ausgebaut werden kann und sollte. Tiefe Geothermie hingegen ist in NRW noch nicht etabliert, bietet aber durch die hohen Temperaturen, den geringen Flächenverbrauch und den hohen Wärmeleistungen das besondere Potential, bestehende und neue Fernwärmesysteme sowie viele Industrieprozesse zu dekarbonisieren.

Das Einbeziehen lokaler Gegebenheiten wird unter anderem die kommunale Wärmeplanung adressieren. Nach aktuellem Diskussionsstand im Bund werden Kommunen dazu verpflichtet, eine kommunale Wärmeplanung bis 2026 bzw. 2028 durchgeführt zu haben. Um in diesem Prozess die richtigen Ergebnisse und Schlüsse generieren zu können, müssen die wesentlichen Alternativen zur Wärmeerzeugung hinreichend bekannt sein. Dies ist insbesondere hinsichtlich der tiefen Geothermie in NRW noch nicht der Fall. Eine Verzögerung des Erkenntnisgewinns führt letztlich zur Nichtbeachtung einer wesentlichen Option für die Wärmewende.

Dieses Dilemma ist insbesondere von Stadtwerken die angehalten sind ihren Beitrag zur kommunalen Wärmeplanung und deren Umsetzung zu leisten bereits erkannt. Da die Geothermie mangels technischer oder wirtschaftlicher Alternativen in sehr vielen Fällen als ernsthafte Nutzungsoption betrachtet wird, werden aktuell in großem Umfang in NRW Vor- oder Machbarkeitsstudien durchgeführt um eine konkrete Umsetzung in den jeweiligen Versorgungsgebieten bewerten zu können. In nahezu allen 30 Großstädten aber auch in kleineren und mittleren Kommunen erfolgen Vorerkundungen auf unterschiedlichem Niveau. Die Ernsthaftigkeit derartiger Tiefengeothermie-Projekte auch tatsächlich umzusetzen zu wollen zeigt sich darin, dass in NRW (Stand Q1/2023) bereits 12 bergrechtliche Aufsuchungslizenzen existieren für die sich die Inhaber der Felder verpflichtet haben Explorationsmaßnahmen umzusetzen. Wenigstens 10 weitere Aufsuchungsanträge sind zur Zeit nach Kenntnis des Fraunhofer IEG in Vorbereitung.

² Bundes-Klimaschutzgesetz vom 18.08.2021

³ Umweltbundesamt, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#strom>, 2023

2. Geothermische Nutzungsoptionen in NRW

NRW hat aus mehreren Gründen günstige Voraussetzungen für den Ausbau der geothermischen Nutzung. Aufgrund der geologischen Datenlage lassen sich deren Potentiale allerdings noch unterschiedlich gut quantifizieren. Zu differenzieren ist dabei insbesondere in Bezug auf die Tiefe vorhandener Bohrungen: oberflächennah und in den ehemaligen Bergbaugebieten der Rhein-Ruhr-Region ist der Untergrund gut bekannt - unterhalb von 1.000 m ist die Datenlage dagegen dürftig und muss schnellstmöglich verbessert werden. Durch die Optionen zur Grubenwassernutzung und Wärmespeicherung im Steinkohlengebirge existiert zugleich in einem der größten europäischen Ballungsräume eine infrastrukturelle Besonderheit mit hohem Potential für die Wärmewende. NRW ist Industrieland mit einer langen Tradition bergbaunaher Technologien und ein bedeutender Wissenschaftsstandort. Mit Beteiligung des Landes NRW wurde im Jahr 2019 das Fraunhofer IEG an den Standorten Aachen, Bochum, Jülich und Weisweiler gegründet (incl. Integration des Internationalen Geothermiezentrums Bochum, GZB, zum 1.1.2020 und weiteren Standorten in Brandenburg, Sachsen, Baden-Württemberg und Bayern). Damit verfügt NRW über eines der größten und leistungsfähigsten Institute für die geothermale Anwendungsforschung und Technologieentwicklung in Europa.

2.1 Oberflächennahe und mitteltiefe Geothermie

Die Systeme der oberflächennahen und mitteltiefen Geothermie dienen der Wärme- und Kälteversorgung von Gebäuden und Quartieren mit Wärmepumpen. Dafür wird der Untergrund bis in Tiefen von bis zu 400 m (oberflächennah) bzw. 1.500 m (mitteltief) als Wärmequelle erschlossen und mit Wärmepumpen zu einem effizienten und nachhaltigen Gesamtsystem kombiniert. Bei größeren Anlagen wird der Untergrund häufig auch als saisonaler thermischer Speicher genutzt. Zum Einsatz kommen geschlossene Systeme (Erdwärmesonden, Kollektoren, Körbe, etc.) und offene Systeme (Brunnenanlagen).

Der Raumwärme- und Trinkwarmwasserbedarf von Gebäuden (private Haushalte sowie GHD-Sektor ohne Industrie) in NRW beträgt heute etwa 173 TWh/a.⁴ Grundsätzlich besteht das geologische und technische Potential, diesen Bedarf bis zu 75% über oberflächennahe und mitteltiefe Geothermie zu decken.⁵ Für das Jahr 2045 wird prognostiziert, dass der Bedarf zur Beheizung von Gebäuden und zur Trinkwarmwassererwärmung in NRW auf 55% – 70% des heutigen Bedarfs sinkt, was etwa 95 bis 120 TWh/a entspricht. Zudem wird davon ausgegangen, dass ca. 60% dieses Bedarfs über Wärmepumpen gedeckt wird.⁶ Dabei erscheint ein Anteil von ca. 50% erdgekoppelter Wärmepumpensysteme als zielführend für das Energiesystem.⁷ Demnach könnten im Jahr 2045 ca. 30 TWh/a über erdgekoppelte Wärmepumpensysteme für die Beheizung von Gebäuden und zur Trinkwarmwassererwärmung in NRW bereitgestellt werden.

Nutzbare mitteltiefe hydrothermale Lagerstätten sind vor allem die sandigen Lockersedimente des Tertiärs, die im Westen von NRW (Niederrhein) bis in Tiefen von 1.000 m flächig verbreitet sind, die kalkigen Cenoman-/Turonablagerungen der Oberkreide im Münsterländer Kreidebecken, die mesozoischen Sand- und Kalksteine in den nördlichen Landesteilen von NRW im Übergangsbereich

⁴ Berechnungen Umweltbundesamt auf Basis AGEBA, Anwendungsbilanzen, Stand 02/2023; Übertrag auf NRW über Einwohnerzahl

⁵ Born, H., Bracke, R., Eicker, T. Rath, M.: Roadmap oberflächennahe Geothermie, 2022

⁶ Fraunhofer IWES/IBP (2017): Wärmewende 2030. Schlüsseltechnologien zur Erreichung der mittel- und langfristigen Klimaschutzziele im Gebäudesektor. Studie im Auftrag von Agora Energiewende, 2017

⁷ Born, H., Bracke, R., Eicker, T. Rath, M.: Roadmap oberflächennahe Geothermie, 2022

zum Norddeutschen Becken sowie flach gelagerte Kalksteine des Devons und Unterkarbons. Insbesondere die tertiären Sedimente eignen sich als saisonale Aquiferspeicher, Dublettensysteme, bestehend aus Produktions- und Injektionsbohrung, können Leistungen im niedrigen MW-Bereich bereitstellen, es sind aber auch Mehrbrunnensysteme machbar die ganze Stadteile versorgen können. Der Vorteil gegenüber der tiefen Geothermie sind die geringeren Erschließungskosten bzw. -risiken.

Allerdings wird bei Reservoirtemperaturen von max. 50 – 60°C im Falle der Fernwärmeintegration i.d.R. die Einbindung von Hochtemperatur-Wärmepumpen erforderlich. Das Fraunhofer IEG hat im *Reallabor TRUDI*⁸ in Bochum seit Mitte 2023 die erste geothermische Hochtemperatur-Wärmepumpe mit einer Leistung von 500 kW_{th} an ein kommunales Fernwärmenetz in NRW angeschlossen um Betriebserfahrungen mit dieser Technologie bei schwankenden Quellen- und Senktemperaturen zu sammeln.

Mitteltiefe Erdwärmesonden sind in NRW großflächig und weitestgehend unabhängig von der Geologie einsetzbar und können Bestandsgebäude und größere Quartiere versorgen. Die relevante Bewertungsgröße stellt die Wärmeleitfähigkeit des erschlossenen Gesteinskörpers dar. Vorteile gegenüber oberflächennahen Erdwärmesonden sind das höhere Temperaturniveau und der geringere Flächenbedarf. Der Einsatz einer Wärmepumpe ist jedoch ebenfalls obligatorisch, allerdings mit deutlich höheren, d.h. wirtschaftlicheren Jahresarbeitszahlen.

Das Fraunhofer IEG hat für die Bestands- und Quartiersversorgung das *GeoStar-System* entwickelt. Mit dieser neuen Bohrtechnik und Anlagendesign werden Erdwärmesonden bis zu 800 m Tiefe sternförmig unter beengten Verhältnissen auch unter Bestandsgebäude gebohrt. Ebenfalls im Reallabor TRUDI in Bochum befinden sich zwei GeoStar-Systeme für die Klimatisierung großer Gebäude (Hochschule Bochum) und Quartiere (Fraunhofer IEG Campus) seit mehreren Jahren erfolgreich im Pilotbetrieb.

2.2 Tiefe Geothermie

Tiefe geothermische Systeme umfassen den Tiefenbereich ab ca. 1.500 bis > 5.000 m Tiefe. In NRW liegt hierbei der Fokus auf offenen hydrothermalen Systemen, die das in Poren, Klüften und Karstbereichen natürlich fließende Thermalwasser nutzen. Nutzbare tiefe hydrothermale Lagerstätten sind insbesondere die devonischen Massenkalken sowie unterkarbonische Kohlenkalken, die in westlichen, zentralen und nördlichen Landesteilen großflächig verbreitet sind und teilweise Tiefen > 5.000 m und Temperaturen von > 150°C erreichen. In Abhängigkeit von der Tiefenlage des Reservoirs ist eine Direktversorgung von Fernwärmenetzen und Industrieprozessen (in Kombination von Hochtemperatur-Wärmepumpen) möglich. Hier können Dublettensysteme Leistungen im 2-stelligen MW-Bereich bereitstellen. Aufgrund der dürftigen Datenlage zum tieferen Untergrund sind aktuell Aussagen insbesondere zur Permeabilität des Reservoirs nur sehr eingeschränkt möglich. Das geologische Fündigkeitsrisiko und die Erschließungskosten sind hoch. Das technische Angebotspotential für die Wärmebereitstellung und potentielle Stromerzeugung aus hydrothermalen Geothermie wird für NRW in einer Größenordnung von deutlich über 100 TWh/a abgeschätzt.⁹

⁸ TRUDI (Metropolitan Laboratory for Underground Technologies and Energy Systems Integration) ermöglicht in Bochum innerhalb des bergrechtlichen Bewilligungsfeldes „Zukunftsenergie“ innerstädtisch auf ca. 50 km² (7 km * 7 km) die Umsetzung von geothermischen Großprojekten unter Realbedingungen. Exemplarisch für das gesamte Ruhrgebiet werden hier Technologien zur Nutzung der oberflächennahen, mitteltiefen und tiefen Geothermie entwickelt, getestet und in kommunale Versorgungsinfrastrukturen integriert. Im TRUDI befinden sich auch mehrere ehemalige Steinkohlenbergwerke.

⁹ Bracke, R., Huenges, E. (Hrsg.): Roadmap Tiefe Geothermie für Deutschland, 2022

Fraunhofer betreibt eigene Projekte der Tiefengeothermie im Ruhrgebiet und im Rheinland und begleitet eine Vielzahl von NRW-Kommunen und Unternehmen zwischen Aachen und Minden bei der Vorbereitung von kommerziellen Tiefengeothermie-Vorhaben. Im Reallabor „Tiefengeothermie Rheinland“ am RWE-Braunkohlekraftwerk Weisweiler wird das Fraunhofer IEG gemeinsam mit Industriepartnern und Versorgern (RWE und STAWAG) ein Forschungskraftwerk mit Entwicklungs- und Ausbildungszentrum für Tiefengeothermie errichten. Dafür werden exemplarisch die Gesteine der NW-Europäischen Karbonatplattform erschlossen und im Fall der Fündigkeit einzelne Kommunen des südlichen Rheinischen Revieres (u.a. Aachen) mit klimafreundlicher Wärme aus Tiefengeothermie versorgt. Der Bau des ersten Bohrplatzes ist abgeschlossen und ein Observatorium zur Überwachung der Verhältnisse im Untergrund hat den Teilbetrieb aufgenommen. Die seismische Erkundung der Region auf ca. 200 km² durch das Fraunhofer IEG befindet sich in der Vorbereitung.

Im TRUDI sollen perspektivisch die Ruhr-Universität Bochum, die Hochschule Bochum und die südlichen Bochumer Stadtteile mit Wärme aus Tiefengeothermie versorgt werden. Geplant ist ebenfalls die Erschließung der Massenkalk des Devon in ca. 4.000 m Tiefe. Im Rahmen des VESTA-Projektes wird dort zunächst eine 2D-Seismik durchgeführt.

2.3 Grubenwasser und Grubenspeicher

Mit dem Steinkohlenbergbau im Aachener Revier, im Ibbenbürener Revier und besonders im Ruhrgebiet wurden in NRW flächenhafte unterirdische Strukturen geschaffen, die durch den Wiederanstieg des Grundwassers in die ehemaligen Grubengebäude ein hohes geothermisches Potential bieten. Das aus tiefliegenden geologischen Schichten in die Bergwerke eindringende Grundwasser ist nicht nur besonders salzhaltig, sondern auch warm. Um dieses Potential zu nutzen gibt es unterschiedliche Ansätze welche in Abhängigkeit der lokalen Umstände angewandt werden können. Die sieben Standorte der Grubenwasserhaltung in NRW (sechs im Ruhrgebiet, einer im Ibbenbürener Revier) bieten die Möglichkeit das zur Regulierung des Grubenwasserstandes gepumpte Grubenwasser thermisch zu nutzen. Das als Ewigkeitslast geförderte Grubenwasser könnte so einen konstanten Anteil an der Wärmeversorgung der ehemaligen Kohleregionen beitragen. Unter der Annahme von einer durch die Grubenwasserhaltung geförderten Menge von 100 Mio. m³ ¹⁰ und einem ΔT von 17 K lässt sich ein technisches Nutzungspotential für die Wasserhaltungsstandorte von 1,3 TWh/a bestimmen.

In erheblich größerem Umfang kann Grubenwasser über bereits vorhandene Schächte oder von der Erdoberfläche ausgehende Tiefbohrungen in die Grubengebäude genutzt werden. So wurden bereits an mehreren Standorten tiefe Sonden in Schachtanlagen eingebaut (Energeticon Alsdorf, Auguste-Victoria Marl) sowie offene, hydrothermale Systeme erstellt, bei dem warmes Grubenwasser zu Tage gefördert, die Wärme entzogen und das abgekühlte Medium anschließend wieder zurück in das Grubengebäude eingeleitet wird (MARK 51°7, Bochum). Dieser Prozess kann auf Grund der unterschiedlichen Temperaturen auf den Abbausohlen ebenfalls für die Kühlung verwendet werden.

Die Grubengebäude können zugleich als großvolumige saisonale Wärmespeicher fungieren. Hierfür wird überschüssige Wärme, beispielsweise aus der Solarthermie oder industrieller Abwärme, in Phasen eines geringeren kommunalen Wärmebedarfs in das Grubengebäude eingeleitet, um dort bis zum Zeitraum in dem der Wärmebedarf hoch ist zu verweilen. Die eingetragene Wärme wird hierbei sowohl im Grubenwasser, als auch im umliegenden Gestein gespeichert und zu über 70% wieder

¹⁰ Potenzialstudie Warmes Grubenwasser Fachbericht 90, LANUV 2018

zurückgewonnen. Zu unterscheiden sind Bergwerke die an die zentrale Wasserhaltung angeschlossen sind und Bergwerke ohne zentrale Wasserhaltung in sogenannten Insellagen.

Bei den angeschlossenen Bergwerken kann der stetige Strom des Grundwassers dazu führen, dass die Rückgewinnung der Wärme lokal negativ beeinflusst wird, dafür aber Temperaturen an den Wasserhaltungsstandorten entsprechend erhöht werden. Bergwerke in Insellage können die gespeicherte Wärme deutlich verlässlicher ausspeichern. Das technisch nutzbare Potential für NRW lässt sich auf wenigstens 17 TWh/a für die Nutzung der untertägigen Infrastrukturen in den Grubengebäuden (Schächte und Strecken) als Wärmespeicher abschätzen.¹¹ Unbetrachtet bleiben dabei die gefluteten Resthohlräume in den Abbaukonzessionen der Steinkohle, d.h. das sogenannte „verritzte Gebirge“.

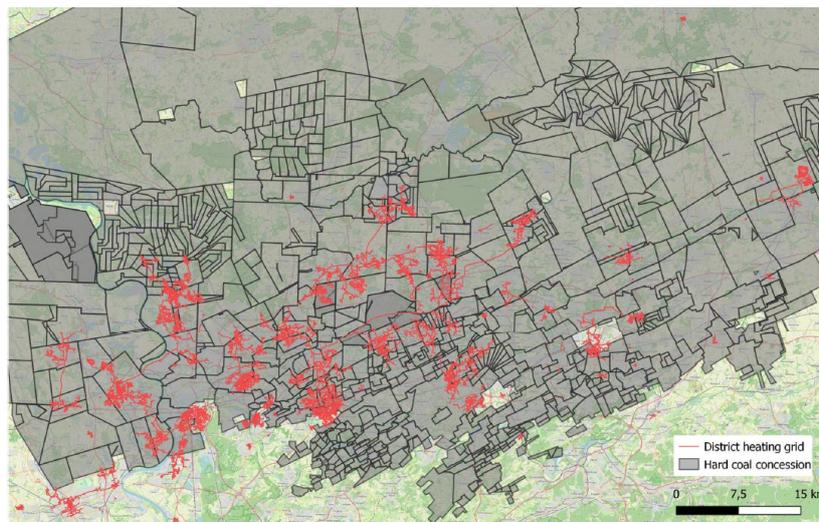


Figure 79: Mine water potential map of the RRR

Abbildung 1: Die Steinkohle-Abbaukonzessionen und vernetzten Fernwärme-Infrastrukturen in der Rhein-Ruhr-Region.

Das Fraunhofer IEG verfolgt im TRUDI eigene Grubenwasser- und Speicherprojekte zu Forschungszwecken, Technologie-Entwicklung und Fernwärmeintegration. Untersucht wird u.a. der Ausbau von Grubengebäuden zu Hochtemperaturspeichern in Kombination mit Großwärmepumpen, in denen Grubenwasser solarthermisch (Kleinzeche Markgraf) oder durch Abwärme, u.a. aus Rechenzentren (Bergwerk Mansfeld), aufgeladen wird. Basierend auf diesen Erkenntnissen unterstützt Fraunhofer z.Z. mehrere Unternehmen bei der wirtschaftlichen Umsetzung. Dazu gehören u.a. die Projekte MARK 51°7 der Stadtwerke Bochum (im TRUDI), Welterbe Zeche Zollverein in Essen, Signal Iduna Park / BVB Borussia Dortmund und RWE, Richtericher Dell, Kohlscheid / Aachen der STAWAG.

3. Umsetzung und Absicherung des Masterplans

3.1 Nutzung von Erfahrungen aus der Kohlenwasserstoffwirtschaft

Die Umsetzung der im Antrag der Fraktionen geforderte Masterplanung Geothermie erfordert eine portfolio-orientierte und intensive Explorationskampagne durch Tiefbohrungen mit begleitender Seismik. Diese könnte sich am Vorbild der Kohlenwasserstoff-Industrie in 50er bis 80er Jahren des vergangenen Jahrhunderts orientieren. Zum Aufbau einer nationalen Erdöl- und Erdgasversorgung

¹¹ Annahmen: Verhältnisbildung zwischen abgebauter Steinkohle und Gesamtstreckenlänge, thermaler Radius von 3 m, Entzugsleistung von 50 K, im Mittel angenommene Flutung von 50 %.

wurden in den Hochzeiten der Branche Hunderte von Tiefbohrungen pro Jahr mit einer Bohrleistung von 700.000 m bis 800.000 m abgeteuft (Abbildung 1). Bis 2019 lag die Bohrleistung der Industrie noch immer bei 40.000 m bis 50.000 m im Jahr und ist zuletzt auf unter 10.000 Bohrmeter abgesunken.

Deutschland verfügt also über die Erfahrung zur administrativen und kapazitiven Umsetzung umfangreicher Erschließungsmaßnahmen des Untergrundes. Es wird empfohlen dieses Wissen für die Tiefengeothermie nutzbar zu machen und Prozesse zu adaptieren. Je nach Ausbauszenario und Ambitionsgrad des geothermischen Masterplans würden für den Bereich der Tiefengeothermie überschlägig pro 10 TWh Jahresarbeit ca. 700.000 Bohrmeter benötigt¹². Bei voller Ausschöpfung der Potentiale der Tiefengeothermie in NRW erhöhen sich die benötigten Bohrmeter anteilig.

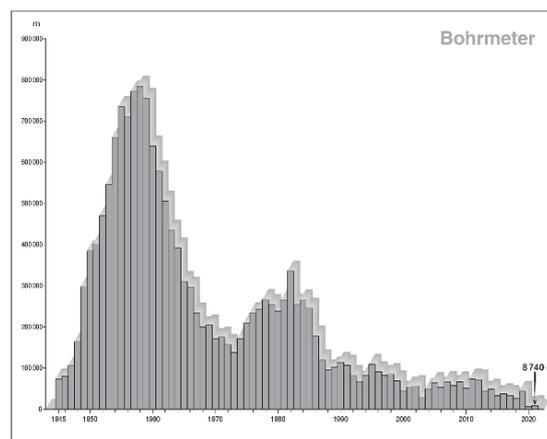


Abb. 1: Bohrmeter der Erdöl- und Erdgasbohrungen (ohne Speicherbohrungen) von 1945 bis 2021.

Abbildung 2: Jahresleistungen an Erdöl- und Erdgasbohrungen (ohne Speicherbohrungen) von 1945 bis 2021¹³

3.2 Einordnung der Erkundungsmethoden

Im Rahmen der Erkundung und der daraus abzuleitenden Charakterisierung nutzbarer geothermischer Reservoirs werden seismische Methoden und Reservoir-Aufschlüsse durch Tiefbohrungen unterschieden. Beides sind allerdings keine Varianten, die sich gegenseitig ausschließen: seismische Daten lassen sich nur ausreichend durch Anbindung an Tiefbohrungen interpretieren und kalibrieren. Ohne Tiefbohrungsaufschluss mit konkretem stratigrafischen (Zeitalter) und litho-faziellen (Gesteinsart und -struktur) Bezug sind seismische Daten kaum interpretierbar und wenig aussagekräftig. Daher ist eine Kombination aus beiden Erkundungsmethoden, Seismik und Tiefbohrungen, unbedingt angezeigt. Erkundungsbohrungen sind einfache Maßnahmen mit hohem Erkenntnisgewinn. Zudem können Erkundungsbohrungen so geplant werden, dass sie zu einem späteren Zeitpunkt für die Installation z.B. einer geothermischen Dublette genutzt werden können. Abbildung 2 stellt die von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) erfassten Erkundungs- und Produktionsbohrungen (links) und 2D- (dunkelblau) bzw. 3D- (hellblau) Seismikkampagnen (Mitte) – nahezu ausschließlich aus der Kohlenwasserstoffindustrie und dem Salzbergbau stammend - dar und stellt diese der kommunalen Wärmebedarfskarte in Deutschland (ohne Industriebedarf) gegenüber (rechts). Daraus wird leicht ersichtlich wie gering der Kenntnisstand in NRW zum tiefen Untergrund ist, bei gleichzeitig räumlicher Konzentration des nationalen Wärmebedarfs.

¹² Annahme: Dublette 2*3.000m mit 15-18 MWth Leistung bei 6000 Vollbenutzungsstunden, 70-90 l/s mittlerer Schüttung und 50 K Spreizung.

¹³ LBEG Niedersachsen (2022): Erdöl und Erdgas in der Bundesrepublik Deutschland 2021

Deep Boreholes & 2D/3D Seismic Profiles in Germany

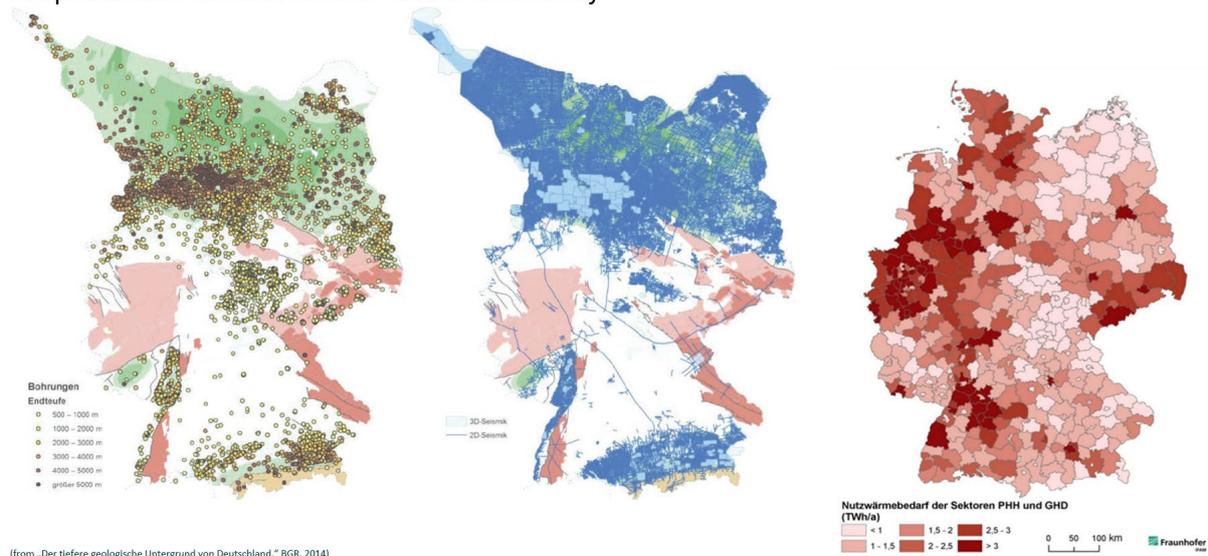


Abb. 3: Tiefbohrungen zwischen 500 m und >5.000 m (li), 2D/3D-Seismikuntersuchungen (mi) und kommunaler Wärmebedarf ohne Industrieanteil (re) in Deutschland.

3.3 Technische Reduzierung des Fündigkeitsrisikos

Die Erhebung von Untergrunddaten über seismische Vermessungen oder Bohrungen ist sehr kostenintensiv. Daher sollte vor jeder Investition der Informationswert der Maßnahme individuell geprüft werden und nur dann ergriffen werden, wenn diese wirtschaftlich die Einschätzung des geologisch-technischen Fündigkeitsrisikos verbessert. Auch hier empfiehlt sich die Adaption von Strategien aus der Kohlenwasserstoff-Wirtschaft bei der Erkundung unbekannter Reservoirs. Die geologische Erfolgchance kann vereinfacht über die Wahrscheinlichkeit der „Reservoir-Präsenz“ (d.h. das geothermische Reservoir ist überhaupt vorhanden) und „Reservoir-Höffigkeit“ (d.h. das Reservoir bietet ausreichend Volumen und Durchlässigkeit zur Förderung und Injektion des Thermalwassers) beschrieben werden.

Die Frage nach der „Höffigkeit“ lässt sich ohne breite Erfahrung mit seismischen Daten alleine nicht beantworten. Daher vermindert eine Seismik diesen Risikofaktor nur unwesentlich. Hingegen kann der Aufschluss durch eine Tiefbohrung sehr wohl die Reservoir-Struktur und ein anschließender Produktionstest sehr wohl die „Höffigkeit“ belegen. Somit sollte bei beginnender Erkundung sehr genau definiert werden, welche Maßnahme vorzuziehen ist. Wie oben beschrieben, ist eine Kombination aus beiden Erkundungsmethoden wichtig - Explorationsmaßnahmen sollten individuell gewählt werden.¹⁴

¹⁴ Beispiele:

- Einschätzung des geologischen Risikos ohne weitere Daten
 -> 50% Präsenz x 50% Höffigkeit = 25% Geologische Chance der Fündigkeit
- Einschätzung des geologischen Risikos nach Vermessung einer Seismik mit positiven Ergebnissen
 -> 80% Präsenz * 50% Höffigkeit = 40% Geologische Chance
- Einschätzung des geologischen Risikos nach Tiefbohrung mit positiven Ergebnissen
 -> 100% Präsenz * 80% Höffigkeit = 80% Geologische Chance

Den höchsten Erkenntnisgewinn für die Einschätzung des geologischen Risikos hat in diesem generischen Beispiel eine Tiefbohrung.

Die nachstehende Tabelle 1 gibt eine qualitative Übersicht über die wesentlichen Differenzierungsmerkmale von 2D- und 3D-Seismiken, um zu verdeutlichen, in welchem Anwendungsfall, welche Methode angebracht ist:

	2D-Seismik	3D-Seismik
(Primäre) Anwendung	Exploration	Entwicklung, Produktion
Untersuchungsgebiet	Erkundung eines größeren Gebietes, da Messungen entlang von Linien, mehr Fläche bei gleichem Budget, oder einfache Voruntersuchung („Kreuzprofil“) für Planung einer Erkundungsbohrung	Detaillierte Erkundung eines kleinen bis mittelgroßen Gebietes, da flächenhafte Messungen; Standardverfahren bei der Planung von Produktionsbohrungen.
Strukturabbildung	Strukturen müssen zwischen Linien interpoliert werden, kleinräumige Veränderungen werden nicht erfasst, laterale Auflösung im Bereich von 5-10 km an Kreuzungspunkten 100-500 m, vertikale Auflösung abhängig vom Eingangssignal und Untergrundstruktur	Strukturen werden dreidimensional erfasst, laterale Auflösung im Bereich von 50 m bis 10 m, vertikale Auflösung siehe 2D-Seismik
Qualität	Geophysikalische Abbildung nicht optimal, da 3D-Effekte auftreten können, resultiert in ungenauer Lage der kartierten Strukturen	Geophysikalische Abbildung optimal, volle Einbindung aller 3D-Effekte, d.h. azimutale Abdeckung, erfordert in komplexer Geologie, sehr hoher operativer Aufwand (Migrationsrahmen, hoher Energieeintrag)
Einschätzung	Gute Grundlage für Erkundungsplanungen mittels Tiefbohrung, in einfachen Milieus auch für Dublettenplanung (z.B. Kreide/Münsterland)	Notwendige Grundlage für komplexe Reservoirmodelle
Schätzkosten	~25T€ / km	~ 35T€ / km ²

Tabelle 1: Vergleich einzelner Aspekte von 2D-Seismik und 3D-Seismik¹⁵

Die Möglichkeiten zur Abdeckung und Untersuchung einer Messfläche mit 2D- und 3D-Seismik mit einfachen Schätzkosten zeigt die nachfolgende Abbildung 1. In der oberen Reihe wird eine Fläche von 25 km², in der unteren Reihe eine Fläche von 100 km² abgedeckt (jeweils in grau). Links wird die Fläche durch ein einfaches „Kreuzprofil“ überdeckt, in der Mitte durch ein Linienraster im Abstand von 5 km, rechts wird die Fläche dreidimensional durch eine Seismik voll abgedeckt. In Gelb markiert sind Schätzkosten unter Annahme eines fixen Linien-, bzw. Flächenpreises (analog Tabelle 1).¹⁶

Zwar können seismische Daten zur späteren Bohrungsplanung genutzt werden, trotzdem müssen die Daten in der frühen Erkundungsphase in NRW im Bereich der tiefen Geothermie als „Vorerkundung“ angesehen werden. Da die Präsenz des Reservoirs, bzw. dessen „Höflichkeit“ lokal unbekannt ist, können die Daten als Risikoinvestment betrachtet werden und addieren sich zu den Kosten der ersten

¹⁵ Hinweis: In Teilen von NRW müssen vor allem bei der Erkundung des Kohlen- und Massenkalks sehr steile Einfallswinkel der Schichten aufgrund sehr komplexer Geologie vermessen werden. In der Regel können nur Winkel bis (ca.) 30 bis 40° technisch abgebildet werden. Steilere Lagerungen werden weder mit 2D- noch mit 3D-Seismik hinreichend abgebildet.

¹⁶ Berechnung unter den Annahmen: Zielreservoir 2.500 m Tiefe zzgl. 50% Unsicherheit, 1.000 m Aufbau Überdeckung, Migrationsrahmen entsprechend 30° Einfallen. Hinweis: Die seismische Messfläche an der Oberfläche ist im länger/größer als im Untergrund, daher ragen die Profile (links, mittig), bzw. Flächen (rechts) über die abgedeckte Fläche grau hinaus.

Erkundungsbohrung. Im Falle einer sehr großen Fläche wird offensichtlich, welche Mehrkosten im 3D-Fall auf den Unternehmer zukommen.

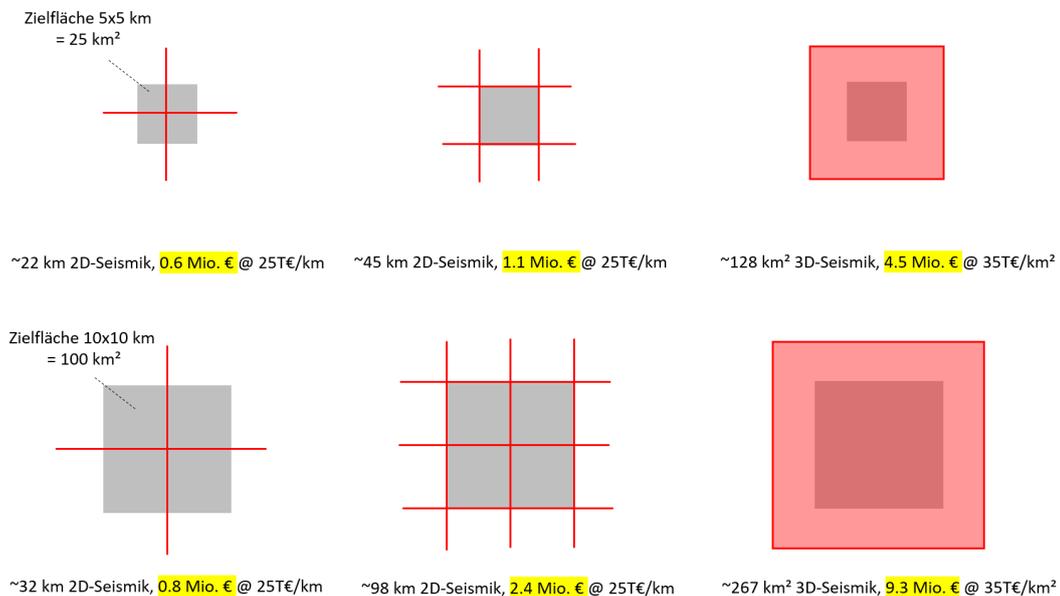


Abb. 4: Schematische Beispiele seismischer Messraster

3.4 Umsetzung

Die Umsetzung des Masterplans und des Explorationsprogramms sollte einem Portfolio-Ansatz folgen. Nicht jede geothermische Tiefbohrung wird die nötige Fündigkeit aufweisen. Statistisch betrachtet sind in den von der Kohlenwasserstoff-Wirtschaft und anschließend geothermal gut erkundeten Regionen Deutschlands, wie z.B. dem Oberrheingraben oder der bayerischen Molasse (vgl. Abb. 2), ca. 15-20% der Bohrungen nicht fündig (Geothermie-Allianz-Bayern, 2022). In NRW könnte die Lernkurve aufgrund der unklaren Situation anfangs zu einem noch höheren Ausfall führen. Auch hier bietet sich nach dem Vorbild der Kohlenwasserstoff-Wirtschaft die Entwicklung einer datenbasierten Greenfield-Portfoliostrategie an. Je größer dieses Portfolio an Bohrprojekten ausfällt, desto besser entwickelt sich die Datengrundlage und desto geringer wird die Ausfallwahrscheinlichkeit. Der Masterplan - in Kombination mit einem vom Land NRW initiierten finanziellen Absicherungsmechanismus - muss von Beginn an von einer ausreichend hohen Zahl an Bohrungen ausgehen und dieses Konzept haushaltsseitig und kommunikativ absichern. Ansonsten droht die Gefahr, dass die Geothermie bei nichtfündigen Erstbohrungen in unbekanntem Terrain bereits an Akzeptanz verliert.

Es empfiehlt sich, dass ein vom Land NRW eingesetztes Expertengremium die Portfoliostrategie entwickelt. Das seismische und bohrtechnische Erkundungsprogramm sollte sich an einer Verschneidung der potentiellen geothermalen Vorzugsregionen mit den kommunalen Wärmekatastern orientieren. Für die Prioritätensetzung im Portfolio empfehlen sich folgende Kriterien: 1.) Geologie: hohe Wahrscheinlichkeit auf Fündigkeit, 2.) Bedarf: hoher kommunaler Wärmebedarf und 3.) Infrastrukturen: bestehende Fernwärmeinfrastruktur, idealerweise mit einem hohem Vernetzungsgrad. Die Rottöne in Abbildung 4 weisen die bedarfsseitigen Vorzugsregionen in NRW aus.

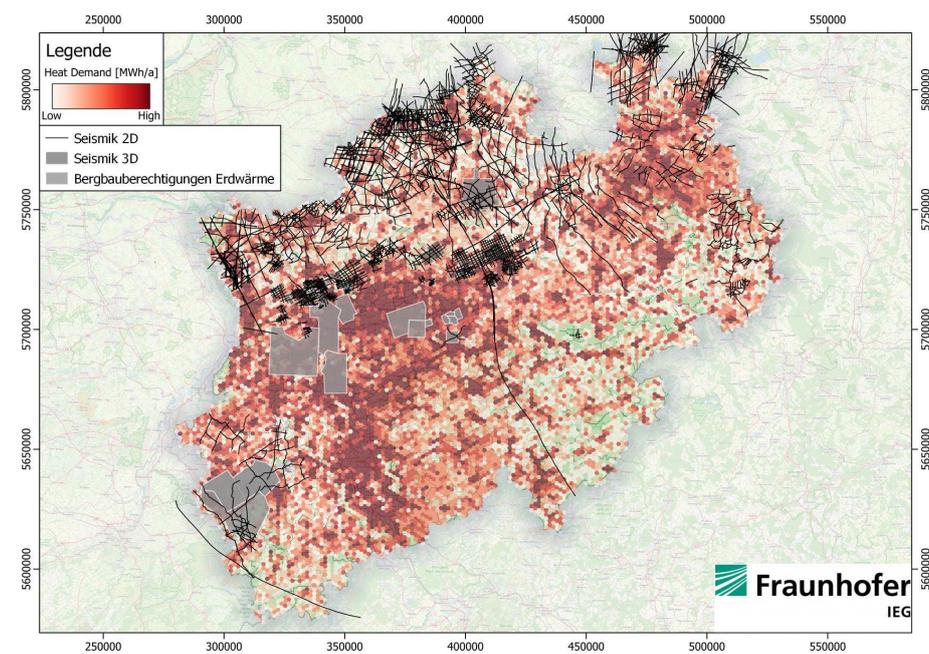


Abb. 5: Wärmebedarfskarte NRW (rot) mit bergrechtlichen Erlaubnisfeldern (grau) und 2D-Seismiklinien (i.d.R. aus der Steinkohle- und Erdöl-/Erdgas-Exploration sowie DEKORP, schwarz).

Die Verwaltungspraxis in NRW sollte grundsätzlich flexibel auf die Art als auch die zeitliche Staffelung der gewählten Erkundungsmethoden (2D-, 3D-Seismik, Erkundungsbohrung) reagieren. Zuweilen wird die Durchführung einer 3D-Seismik bereits vor Abteufen einer Erkundungsbohrung diskutiert. Hintergrund ist die gesetzliche Anforderung der Vorsorge zum Schutz der Oberfläche, v.a. vor Schäden durch induzierte Seismizität. Das Risiko induzierter Seismizität kann durch die im Rahmen einer seismischen Erkundung generierten Daten mangels Aussagekraft unabhängig von einem Tiefbohrungsaufschluss (s.o.) nicht in jedem Fall minimiert werden. Zudem birgt das Abteufen der Erkundungsbohrung selbst ein sehr geringes Risiko induzierter Seismizität. Nationale und internationale Erfahrungen zeigen, dass dieses Risiko erst im Regelbetrieb von Geothermieanlagen in seismisch aktiven Regionen auftreten kann.

Im Explorationsstadium stellt sich daher als milderes und effektiveres Mittel i.S.d. verwaltungsrechtlichen Verhältnismäßigkeitsgrundsatzes die Begleitung einer Erkundungsbohrung mittels eines engmaschigen seismischen Monitorings in Kombination mit einem Ampelsystem dar. Derartige auf Grundlage eines seismologischen Gutachtens aufgestellte Ampelsysteme definieren Grenzwerte für Erschütterungsintensitäten und Handlungsfolgen (Betriebsunterbrechung bis – abbruch) bei Überschreiten dieser Grenzwerte.

3.5 Finanztechnische Absicherung der Fündigkeit

Unabhängig von einem NRW-Explorationsprogramm bleibt das Fündigkeitsrisiko in der Anfangsphase so groß, dass die beteiligten Investoren, Betreiber, Versicherer und Banken nicht in der Lage sind, diese zu übernehmen. Damit droht der Markthochlauf zu scheitern. Geothermieunternehmen - Stadtwerke, Energie- und Fernwärmeunternehmen, aber auch wärmeintensive Industriebetriebe - haben es vor dem Hintergrund der v.g. Risiken schwer, an die erforderlichen finanziellen Mittel für durchaus erfolgversprechende Geothermievorhaben zu gelangen. Die Bundesregierung hat zwar im

Koalitionsvertrag¹⁷ die Absicherung des Fündigkeitsrisikos als zentralen Aspekt für die Entwicklung der Geothermie erkannt, konnte allerdings bisher noch kein finanztechnisches Instrument vorlegen.

Mit Blick auf die anfangs noch hohen Erschließungsrisiken greifen klassische rein privatwirtschaftliche Versicherungsmodelle nicht. Zugleich kommt den Finanzierern eine zentrale Rolle zu und es wird empfohlen durch das Land NRW zügig eigene geeignete Risikoabsicherungsinstrumente zu identifizieren und zu implementieren. Hierfür bieten sich Versicherungen, Bürgschaften, revolvingende Fonds oder auch eine staatliche geothermische Entwicklungsgesellschaft an. Ist ein hydrothermales Reservoir mit zwei Bohrungen für die Thermalwasser-Zirkulation in nicht ausreichender Quantität oder Qualität zu erschließen, muss die Absicherung so erfolgen, dass die geplante Wirtschaftlichkeit der Projekte erreicht werden kann. Das Instrument sollte deshalb die Eintrittsszenarien der Fündigkeit, Teil-Fündigkeit sowie der Nicht-Fündigkeit berücksichtigen.

4 Herausforderungen und Hemmnisse

Der Untergrund stellt eine wichtige natürliche Ressource für die Daseinsvorsorge dar, d.h. den übergeordneten Schutz des für die Trinkwasserversorgung wichtigen Grundwassers, Bereitstellung von Wärme sowie thermische und stoffliche Speichermöglichkeiten. Diese Ressourcen gilt es nachhaltig, kontrolliert und im Einklang der unterschiedlichen Interessen zu erschließen und dabei eine Reihe von Hemmnissen zu überwinden.

Genehmigungsprozesse. Besonders in Ballungsräumen werden die Genehmigungspraxis auf Grundlage von Einzelfallentscheidungen sowie die fehlende ganzheitliche Betrachtung und Monitoring kurzfristig zu Interessenskonflikten führen und den Ausbau verlangsamen und/oder behindern. Bereits heute kommt es zu deutlichen Verzögerungen im Genehmigungsablauf sowie zu unnötigen pauschalen Restriktionen. Darüber hinaus ist die Dauer behördlicher Verfahren ein Hemmnis in der Umsetzung von (tiefen) Geothermieprojekten in NRW, insbesondere in einer sich anbahnenden Hochlaufphase. Die Umsetzung eines Geothermieprojektes eröffnet den Anwendungsbereich einer Reihe von Rechtsgebieten, die mangels Konzentrationswirkung jeweils eigenständige Genehmigungsanträge bei unterschiedlichen Behörden erfordern.¹⁸ Das führt aufgrund der damit verbundenen Vielzahl erforderlicher Genehmigungsverfahren sowie der Zuständigkeitszersplitterung zu einer erheblichen Komplexität des Genehmigungsmanagements. Mangels gesetzlicher Verfahrenshöchstfristen und Rechtsfolgen, die bei Verstößen dieser Fristen durch die Behörden eintreten, beanspruchen diese Verfahren regelmäßig Zeiträume von mehreren Monaten bzw. Jahren.

Regelwerke. Letztlich sind infolge der noch fehlenden Etablierung der mitteltiefen und tiefen Geothermie in NRW auch Fragen der Auslegung unbestimmter Rechtsbegriffe zum Stand der Technik ungeklärt. Die Klärung im Rahmen von Pilotprojekten führt zu erheblichen zeitlichen Verzögerungen und unangemessenen Ergebnissen. Üblicherweise konkretisieren technische Regelwerke die gesetzlichen Anforderungen an Vorhaben. Diese existieren aktuell allerdings nur sehr vereinzelt – z.B. zur Gewährleistung der Bohrungsintegrität - speziell für die Geothermie. Im Übrigen wird sodann auf

¹⁷ Mehr Fortschritt wagen. (2021): Koalitionsvertrag 2021 – 2025 zwischen der Sozialdemokratischen Partei Deutschlands (SPD), BÜNDNIS 90 / DIE GRÜNEN und den Freien Demokraten (FDP)

¹⁸ Diesem Umstand könnte auch durch eine Ausweitung des Anwendungsbereichs des BBergG begegnet werden. Vgl. dazu Bundesverband Geothermie, Klimaneutrale Wärme aus Geothermie 2045 - Update Genehmigungsrecht (2023), S. 13 f.

Leitfäden und Verwaltungspraxis anderer Bundesländer¹⁹ zurückgegriffen, welche dem sehr frühen Explorationsstadium in NRW sowie der angezeigten Strategie nicht in jedem Punkt gerecht werden können.

Grubenwasser und Speicher. Für die flächenhafte Grubenwassernutzung und -speicherung fehlen Informationen aus öffentlich zugänglichen Datenbanken. Bislang liegen öffentlich nur rudimentäre Informationen zu nutzbaren Schächten vor. Um das skizzierte Potential möglichst vieler Abbaubereiche in ihrer Gesamtheit über die ehemaligen Richtstrecken auszuschöpfen, ist es notwendig, die untertägigen Infrastrukturen mit den obertägigen Wärmesenken zu verschneiden. Allerdings gibt es bisher noch keine allgemeingültigen Vorlagen für Umsetzungskonzepte, Hilfestellungen für Verträge zwischen Bergwerkseigentümern und Projektbeteiligten und auch die Frage der Verantwortung und Haftung ist nicht abschließend geklärt. Grubenwasser-Reservoirs sind zudem komplizierte geohydrologische und thermische Regime. Hierbei sind häufig nicht nur die Belange eines einzelnen Projektes zu betrachten, sondern durch die hydraulische Verbindung mehrerer Bergwerke und Abbauprovinsen müssen zukünftig auch die Wechselwirkungen zwischen Nachbarprojekten geregelt werden.

5 Empfehlungen

Zur Umsetzung und Konkretisierung der verschiedenen, seitens der drei Landtagsfraktionen FDP, CDU und BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN beantragten Maßnahmen, werden nachstehende Empfehlungen gegeben:

Genehmigungspraxis Oberflächengeothermie. Zum beschleunigten Ausbau der oberflächennahen Geothermie im Land NRW erscheinen folgende Maßnahmen zielführend:

- Definition und Ausweisung von geologisch und hydrogeologisch unkritischen Bereichen, in denen die Genehmigungspflicht für geothermische Wärmepumpenanlage mit bis zu 30 Kilowatt Heizleistung (Standardfall) durch eine Anzeigepflicht ersetzt werden;
- Vereinheitlichung und Verschlinkung des Genehmigungsprozesses über alle Landkreise und kreisfreien Städte hinweg;
- Erteilung von langfristigen bzw. unbefristeten Genehmigungen als Regelfall, im Ersatz der aktuell befristeten Genehmigungen, um einen dauerhaft planbaren Betrieb von geothermische Wärmepumpenanlage sicher zu stellen.

Landesliegenschaften. Die öffentlichen Liegenschaften – von der Gemeinde- bis zur Landesebene – sollten als Innovationstreiber für NRW dienen. Um mit angemessenem Beispiel voran zu gehen und Nachahmungsprojekte zu schaffen, empfiehlt sich die strategische Zielsetzung bis 2030 mindestens 25% aller öffentlichen Liegenschaften in NRW auf eine geothermische Wärmepumpenanlage aus oberflächennaher oder mitteltiefer Geothermie umgerüstet zu haben.

Greenfield-Explorationsstrategie. Das Land NRW sollte eine kontinuierlich fortzuschreibende wissenschaftliche Potentialstudie zur mitteltiefen und zur tiefen Geothermie erstellen lassen. Auf Basis dieser Potentialstudie sollte eine portfoliobasierte Explorationsstrategie entwickelt werden, welche die Erkundung im Land NRW steuert. Eine Greenfield-Portfoliostrategie dient der kontinuierlichen Verbesserung der Datenlage zur Fündigkeit und sollte eine ausreichend hohe Anzahl an Bohrungen umfassen und haushaltsseitig und kommunikativ abgesichert werden. Die

¹⁹ U.a. Handlungsleitfaden Tiefe Geothermie, LFZG auf Anregung und mit Unterstützung des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (2017).

Explorationsbohrungen sollten durch seismische Erkundungen ergänzt werden, um die Datenbasis insgesamt zu verbessern. Auf die Vorgabe einer seismischen Untersuchung vor jeder Erkundungsbohrung sollte jedoch verzichtet und die Reihenfolge einer Einzelfallentscheidung überlassen werden. Beispiele könnten z.B. tektonische Risikoprovinzen sein.

Mittels dieser Portfolio-Strategie können Fördermittel effektiv vergeben werden, wobei die Offenlegung von in geförderten Projekten erstellten Daten essentiell ist. Alle gewonnen Rohdaten aus staatlichen und staatlich unterstützen privatwirtschaftlichen Erkundungen müssen unverzüglich nach ihrer Erhebung zur weitergehenden Interpretation durch berechnigte Marktteilnehmer verfügbar gemacht werden.

Expertenrat. Um sowohl die Potentialstudie als auch die Explorationsstrategie effektiv und transparent zu gestalten wird empfohlen ein Expertengremium zur Priorisierung von Erkundungsbohrungen und Seismik-Kampagnen einzurichten. Dieses Gremium kann initial den Rahmen der Studie sowie die Strategie festlegen als auch beides laufend evaluieren und somit als steuerndes Gremium agieren.

Exkurs: Die für NRW empfohlene Explorationsstrategie lässt sich u.E. bereits innerhalb des geltenden Rechtsrahmens umsetzen. Dazu ist es erforderlich, die ungeklärten bundesgesetzlichen Auslegungsfragen (v.a. im Berg- und Wasserrecht) für die vollziehenden Landesbehörden einheitlich zu klären. Die Genehmigungspraxis in NRW kann im Erlasswege in die Lage versetzt werden, flexibel auf die Explorationsstrategie zu reagieren und damit die landespezifischen Besonderheiten unter Einhaltung der gesetzlichen Voraussetzungen abbilden zu können. Darüber hinaus bietet sich vorübergehend ein Verweis auf existierende technische Regelwerke aus anderen Bereichen des Bohrlochbergbaus - z.B. zur Gestaltung von Bohrplätzen oder zur Einstufung von wassergefährdenden Stoffen – und deren analoge Anwendung auf Geothermieprojekte an. So kann bereits kurzfristig Rechtssicherheit auf Behörden- und Planungssicherheit auf Unternehmerseite geschaffen werden, bis dies durch einen NRW-spezifischen Leitfaden übernommen werden kann. Mittel- und langfristig können zusätzliche Beschleunigungseffekte auch durch Änderungen der einschlägigen Bundesgesetze erreicht werden, die seitens des Landes NRW an den Bundesgesetzgeber adressiert werden können.

Fündigkeitsabsicherung. Die Umsetzung des Masterplans muss zwingend mit Förder- und/oder Finanzinstrumenten unterlegt werden. Wie bereits in der Stellungnahme des Jahres 2018²⁰ vorgeschlagen, wird die Einführung eines finanztechnischen Instrumentes zur Absicherung des Fündigkeitsrisikos bis zur Thermalwasserzirkulation innerhalb einer Dublette empfohlen (staatliche Versicherung, Bürgschaft, Entwicklungsgesellschaft oder revolverender Entwicklungsfonds). Mit einem derartigen Absicherungsinstrument würde der Markt parallel zur staatlichen Explorationskampagne schnell und nachhaltig stimuliert und könnte deren Aufgaben schrittweise übernehmen.

Grubenwasser.NRW. Mit der Einführung einer zentralen Bergwerksdatenbank mit Informationen zu Ausdehnung, Sohlenanzahl, Schächte, Teufe, Flutungsstatus, Verbundbergwerks-Zugehörigkeit, Temperatur und Chemismus des Grubenwassers würde die Konzeptentwicklung ebenso wie eine initiale Vorabanalyse deutlich beschleunigt. Gleiches gilt für die Erstellung eines integralen

²⁰ Bracke, Stellungnahme Landtag NRW – Ausschuss für Wirtschaft, Energie und Landesplanung; Drucksache 17/2562 – Wärmepotentiale nutzen – Einsatz der Geothermie erleichtern; 31.10.2018

geohydrologisch und thermischen Reservoir-Modells zumindest für die Rhein-Ruhr-Region. Lokale Potentiale könnten deutlich besser analysiert und die Wechselwirkung zwischen benachbarten Projekten im Vorfeld überprüft werden. Darüber hinaus werden Instrumente bzw. Leitfäden zum Umgang mit Bergschäden- bzw. Haftungsrisiken benötigt um die rechtlichen Zuständigkeiten zu klären und Prozesse zu vereinheitlichen.

Reduktion der Komplexität von Genehmigungsverfahren. Den Bedarf zur Beschleunigung der Genehmigungspraxis in der Tiefengeothermie hat der Bundesgesetzgeber grundsätzlich bereits erkannt und entsprechende Erleichterungen bei Genehmigungsverfahren zur Nutzbarmachung von Energien aus erneuerbaren Quellen (u.a. Abwicklung über eine einheitliche Stelle, Verfahrenshandbuch und –fristen) in das BBergG aufgenommen. Die Regelung des § 57 e BBergG greift allerdings noch zu kurz. In seiner aktuellen Fassung werden ausschließlich Projekte zur Stromerzeugung in der Gewinnungsphase erfasst. Damit auch Geothermievorhaben in NRW davon profitieren, sollte eine Ausweitung des Anwendungsbereichs sowohl auf Projekte zur Wärmeerzeugung als auch auf die – in NRW aufgrund der unzureichenden Datengrundlage besonders bedeutsame - Aufsuchungsphase angeregt werden. Die geltenden Fristen könnten zusätzlich durch Übernahme immissionsschutzrechtlicher Standards zur Nachforderung von Unterlagen durch die Behörden, den Rechtsfolgen ausbleibender oder verspäteter Stellungnahmen im Beteiligungsverfahren und die Möglichkeit der öffentlichen Bekanntmachung von Zulassungsentscheidungen noch effizienter gestaltet werden.²¹ Darüber hinaus wäre eine entsprechende Regelung auch in das WHG aufzunehmen.²²

Go-to-Gebiete. Zusätzliche Komplexität erfahren die erforderlichen Genehmigungsverfahren durch die wiederkehrende Pflicht zur Durchführung von Umweltverträglichkeitsvorprüfungen. Im Verlauf eines Geothermieprojektes ist nicht nur die oben angesprochene Umweltverträglichkeitsvorprüfung für das Abteufen einer Erkundungsbohrung vorzubereiten und durchzuführen. Zusätzlich erfüllen stets auch das hydraulische Testen sowie der sich anschließende Regelbetrieb je eigene Tatbestände der UVP-V Bergbau. Darauf könnte nach Verpflichtung der Planungsbehörden zur Ausweisung sog. Go-to-Gebiete für Heiz(kraft)werke in der Bauleitplanung gänzlich verzichtet werden, da im Rahmen der Planaufstellung eine strategische Umweltverträglichkeitsprüfung vorgenommen werden könnte.²³

Integrierte Bewirtschaftung des Untergrundes. Die planmäßige Bewirtschaftung des Untergrundes kann einen zentralen Baustein der kommunalen Wärmeplanung insbesondere in Ballungsräumen wie der Rhein-Ruhr-Region darstellen. Wegen der häufig vorkommenden grenzübergreifenden natürlichen oder bergtechnischen Untergrundstrukturen erscheint es zugleich ratsam ein wissenschaftliches Werkzeug zur integrierten Bewirtschaftung des Untergrundes zu entwickeln und es vom TRUDI z.B. auf das gesamte RVR-Gebiet oder NRW-weit zu übertragen. Auf dieser Plattform würden alle Daten zur Beurteilung wasserwirtschaftlicher, bergbaulicher und geothermischer Fragestellungen digital erfasst, alle Bestandanlagen und deren Ausbau aufgezeigt, die thermische und hydraulische Beeinflussung des Untergrundes GIS-basiert dargestellt, geothermische bzw. wasserwirtschaftliche Vorranggebiete für standardisierte Genehmigungsprozesse ausgewiesen, sowie

²¹ Vgl. auch Bundesverband Geothermie, Klimaneutrale Wärme aus Geothermie 2045 - Update Genehmigungsrecht (2023), S. 15 ff.

²² Vgl. auch Bundesverband Geothermie, Klimaneutrale Wärme aus Geothermie 2045 - Update Genehmigungsrecht (2023), S. 22 ff.

²³ Vgl. Art. 15c des Vorschlags der Europäischen Kommission zur Änderung der Erneuerbare-Energien-Richtlinie vom 18.05.2022 [KOM (2022) 222]; Bundesverband Geothermie, Klimaneutrale Wärme aus Geothermie 2045 - Update Genehmigungsrecht (2023), S. 33 f.

Informationen zu Potenzialen, Randbedingungen und Restriktionen zur Verfügung gestellt. Die Daten wären Genehmigungsbehörden, Planern und Betreibern von Anlagen zur Umsetzung und Kontrolle der kommunalen Wärmeplanung bereitzustellen.

Kommunikation. Obwohl die Betriebskosten von Geothermie-Anlagen in Zukunft im Vergleich zu allen Alternativen günstig sein werden, führt die Wärmewende in NRW zu erhöhten Investitionskosten. Zur Akzeptanzsteigerung bietet es sich an, kommunale oder regionale Zentren für innovative Erdwärmeprojekte zu fördern. Diese könnten als Referenzstandorte als Beispiel für weitere Vorhaben dienen und mittels einer Energiewerkstatt das Konzept Geothermie als Wärme- und Kältequelle für die Bürger*innen greifbarer machen.

Fachkräftekapazitäten. Für die Planung, Genehmigung und den Bau von Geothermieanlagen in allen Tiefenlagen stellt sich perspektivisch ein Fachkräftebedarf von mehreren tausend Personen ein^{24,25}. Auf Grundlage des Masterplans sollte der Bedarf an zukünftigen Fachkräften für den Upstream- und den Downstreambereich alsbald konkretisiert werden. Angesichts der jahrzehntelangen Erfahrungen aus der Kohlenwasserstoff-Wirtschaft scheint es absehbar, dass sich die international agierende Tiefbohrindustrie dem Markthochlauf verhältnismäßig schnell anpasst und den Kapazitätenaufbau selber organisiert. Dort stehen Planungs- und Investitionssicherheit im Vordergrund. Engpässe dürften hier besonders im Planungs- und Engineering-Bereich auftreten. Eine Abstimmung mit der Kohlenwasserstoff-Serviceindustrie dürfte dabei ratsam zu sein. Zudem müssen insbesondere im Bereich der mitteltiefen und Oberflächen-Geothermie Fachkräftekapazitäten aufgebaut werden, mit:

- Initiierung von verpflichtenden Schulungen für Verwaltungsmitarbeitende;
- Aufbau geeigneter Weiter- und Ausbildungsmaßkapazitäten in NRW für mehr als 1.500 zusätzliche Fachkräfte im Bohrhandwerk;
- Aufbau geeigneter Weiterbildungsmaßnahmen in NRW und Verstetigung der Förderung von Weiterbildungen nach VDI 4645 für bestehende und zusätzliche Fachkräfte im SHK-Bereich;
- Weiterbildung von Anlagenplanern (TGA-Planer, Energieberater, Planungsingenieure, Architekten) und Anpassung von Hochschulstudiengangs / Weiterbildungsstudiengangs.

Hierbei kann auf etablierte Aus- und Weiterbildungsprogramme (z.B. in Bochum) aufgebaut und diese weiterentwickelt werden um den erhöhten Bedarf decken zu können.

Wirtschaftsförderung. Aus NRW wird bereits heute ein großer Teil der Technologien für geothermische Anlagen im In- und Ausland geliefert. Dem Anspruch des Industrielandes NRW auf Technologieführerschaft entsprechend, sollten Branchen und Unternehmen mit Schlüsseltechnologien im geothermischen Upstream-Bereich (geophysikalische Exploration, Bohrtechnik, Pumpen- / Fördertechnik, Bohrservices, Sensorik) und im Downstream-Bereich (Apparate / Armaturen, thermodynamische Wandler, Hochtemperatur-Wärmepumpen, Kühlungsanlagen, Kältetechnik u.v.a.m.) durch gezielte Wirtschaftsförderungsmaßnahmen für den anstehenden Transformationsprozess „Geothermische Wärmewende“ gestärkt werden.

²⁴ Bracke, R., Huenges, E. (Hrsg.): Roadmap Tiefe Geothermie für Deutschland, 2022

²⁵ Born, H., Bracke, R., Eicker, T. Rath, M.: Roadmap oberflächennahe Geothermie, 2022