

Für Gesellschaft für Fortschritt in Freiheit e.V., Freiheitliche Denkfabrik

Landtag NRW Drucksache 18/6367_FD_Speicher

Stellungnahme zum Antrag 22112023 der Fraktionen
der FDP
Anhörung am 31. Oktober 2023

LANDTAG
NORDRHEIN-WESTFALEN
18. WAHLPERIODE

STELLUNGNAHME
18/1230

A18

Hochlauf von Speichertechnologien als Schlüssel für klimaneutrale Energiewirtschaft vorantreiben.

0. Präambel
1. Energie
 - 1.1. Speichertechnologien-Zahlenberichtigung - Ergänzungen -Flächennutzung
 - 1.2.1. reale Flächenbedarfe bei Gap-Füllung in der Dunkelflaute
 - 1.2.2. reale Leistungsbedarfe bei inkludiertem avisiertem E-Mobility Ausbau
 - 1.2.3. Mehrfachspeicher für 8 TWh autokorrelierter Leistungsspitzen
2. Grenzen der Skalierbarkeit
 - 2.1. Leistungsaufteilung
 - 2.2. physikalische geplanter Zentralisierung
 - 2.3. technische Risiken und Kostenquellen der Dezentralisierung

Sicherheitsrisiken, Kostenverursacher und physikalische Grenzen der einzelnen Technologien
- 3.1. Elektrische Speicher
 - 2.1.1. Super Caps
 - 3.1.2. Kondensatoren
 - 3.1.3. Akkus/Batterien
- 2.2. Mechanische Speicher
 - 2.2.1. lineare Höhenspeicher (Wasser-Reservoirs, Beton)
 - 2.2.2. rotatorische Trägheits-Ringspeicher
- 2.3. Chemische Speicher
 - 2.3.1. Akkus, Batterien
 - 2.3.2. Wasserstoff
- 2.4. Thermische Speicher
 - 2.4.1. Erderwärmung/ Wärmepumpe
3. Fazit

0. Präambel

Das zu hinterfragende Wesen des gesamten Antrages widerspiegelt sich bereits in der Formulierung „vorantreiben“. Eine Technik die vorangetrieben werden muss, ohne dass sie sich aus der Bedarfsnotwendigkeit organisch entwickelt hat, offenbart stets Widerstände, gegen die man sie interessengestützt treiben muss.

Sie wird wegen dieser Widerstände auf Dauer nicht erfolgreich sein, eben weil zu ihrer Erhaltung stets Zusatzenergie oder Subvention erforderlich ist.

Jede technische Innovation, die nicht den akkumulierten Energien aller Beteiligten entspringt und sich daher energie-, kosten- und aufwandsminimiert durchsetzt, ohne subventionierte Fremdleistungen zu benötigen, ist naturbedingt unwirtschaftlich und wird scheitern.

1. Energie

Aus rein naturwissenschaftlichen Überlegungen müssen bei Speichertechnologien derartiger Größenordnungen folgende physikalischen Eigenschaften der Energie beachtet werden:

- Energie ist keine gewöhnliche physikalische Größe, sondern entwickelt wegen des Entropiegesetzes eine mit zunehmender lokaler Anhäufung proportionale Gegenkraft. Diese Gegenkraft muss mit ständigem Aufwand kompensiert werden.
- Sie kann lokal gespeichert werden, wird durch Leistungszufuhr an ihrem Ort erhöht oder durch Leistungsentnahme lokal wieder abgebaut.
- Je mehr man sie lokal verdichtet, desto mehr erhöht sich ihre Ausgleichskraft und desto aufwändiger ist sie zu akkumulieren.
- Freisetzen der Energie in kürzester Zeit führt zu unendlichen Leistungen und verheerenden Zerstörungen.
- Energie ist stets die Aufrechterhaltung eines physikalisch angespannten, unnatürlichen Zustands.
- Zu dichte lokale Konzentration von Energie führt zu unendlichen Kräften.
- Jede Energie wehrt sich gegen erzwungene zeitliche Veränderung durch den Trägheitsprozess. Trägheitslose Energieänderungen sind zerstörerisch wegen unendlicher Leistungen, unabhängig von der Richtung des Energieflusses.
- Assets und Investitionen sind gefrorene gespeicherte Energie von Leistungen der Bürger der Vergangenheit.
- Kosten und Aufwand sind aufgezwungene Leistungsflüsse oder auch abgeforderte Energien der leistenden Bürger der Gegenwart.
- Das Naturgesetz, fortwährend die Entropie zu erhöhen, wirkt im Zusammenhang mit den thermodynamischen Eigenschaften der Entropie und ist bestrebt, alle energetischen
- Spannungszustände (Anhäufung von Energie) zu verhindern und Energiespeicher zu leeren. Das heißt, bewusst herbeigeführte entropieverringende Prozesse (Speicherung am Ort) sind Vorgänge, die gegen die Naturgesetze durchgeführt werden können, man muss aber mit deutlich höheren Energieebenaufwand rechnen, diese lokale Energieverdichtung zu bewerkstelligen und man ist permanent mit der Nachsorge betraut, diesen unnatürlichen Zustand durch Dauerkosten aufrecht zu erhalten.

Denken Sie an eine Staumauer, hinter der potentielle Energie aufbewahrt wird.

Der Antrag ist trotz seiner noch darzulegenden Unzulänglichkeiten in einer Weise konsequent, indem er die Einsicht kommuniziert, dass die Erneuerbaren Energien (EE)-Technik mit ihrer systemimmanenten Volatilität nicht zurechtkommt.

Er legt die Fehlplanung des EE-Konzeptes offen, dass das bisherige volatile Energiekonzept nicht wirtschaftstauglich ist, sofern die unzulässig hohe Volatilität nicht durch entsprechend beigeordnete Speichertechnik hoffähig gemacht werden kann. Dieses Ansinnen wird hier überdeutlich und die Not, die industrieuntaugliche EE- Technik zu retten, wird damit indirekt zugegeben und eine vermeintliche Lösung mittels der Speichertechnik sehnsüchtig herbeigeseht.

1.1. Speichertechnologien-Zahlenberichtigung- Ergänzungen-Flächennutzung

1.2.1. reale Leistungsbedarfe mit inkludiertem avisiertem E-Mobility Ausbau

Die in dem Antrag erwähnten durchschnittlichen Verbräuche und deren Schwankungen beziehen sich auf einen Zeitraum der Vor-EE Gesetzgebung. Hier wird von einer mittleren Tagesleistung von 65 GW mit einer Lastschwankung von 40 GW bis 80 GW ausgegangen.

Das sind Werte, die den Durchschnitt aus vor EE-Zeiten verwenden (siehe stat. Jahrbuch). Zu diesen Zeiten betrug die weitestgehend fossil betriebene durchschnittliche Verkehrsleistung jedoch 90 GW (Stand 2018), deren Substitution zur EE-Mobilität mittels politischer Verbrenner-Verbote, EU-Richtlinien, E-Mobilitätssubventionen und sonstige Drängeleien und „Vorantreibereien“, trotz propagierter Nutzungsprofile für 2030 in dem Antrag in keiner Weise additiv zu Buche schlagen.

Man geht also in dem angegebenen Szenario davon aus, dass zu diesem Zeitpunkt 54,6 GW aus EE's generiert werden, der Rest von 13,4 GW konventionell. Bei den genannten Schwankungen von 40 GW bis 80 GW ergibt sich damit bei Dunkelflaute eine Unterdeckung von -66 GW.

Die Zahlen sind insofern falsch prognostiziert, da sie in keiner Weise die durch die politisch forcierte Subvention der E-Mobilität und einhergehend damit die zunehmende Substitution der bisherigen Verbrenner- Verkehrsleistung auf elektrisch zu generierende Leistung anrechnet. Da in der momentanen politischen Landschaft auch nicht zu erwarten ist, dass die nonvolatilen konventionellen Energieerzeuger weiter ausgebaut werden, muss man davon ausgehen, dass der Tagesdurchschnitt nicht bei 67 GW liegt, sondern die durchschnittliche Tagesleistung bis 2030 um die halben elektrisch zu deckenden Verkehrsleistungen ansteigen wird, also bei ca. 112 GW liegen wird.

Hierbei wurde von einer 20 %-igen konventionellen Leistungsabdeckung von 13,6 GW ausgegangen.

Betrachtet man den mittleren Transportleistungsbedarf von 2018 zu einer Zeit, in der die elektrische Abdeckung der Transportleistungen keine wesentliche Rolle spielte, so sind das durchschnittliche 90 GW für das Transportaufkommen um ein Industrieniveau wie des Deutschlands im Jahre 2018 aufrechtzuerhalten.

Dieser Teil der mittleren Verkehrsleistungen hat zudem wegen des Tageslaufes und kalendarischer Rhythmen bekannterweise eine sehr hohe Volatilität.

Die sich auf dieser Basis ergebenden Verbräuche mit inkludierter elektrischer Transportenergie müssen daher bei 50% Zielerreichung im Jahre 2030 von 65 GW auf 110 GW Leistungsbedarf korrigiert werden. Da nicht davon ausgegangen werden kann, dass unter der gegenwärtigen Regierungsägide ein zusätzlicher Ausbau konventioneller Energieerzeuger erfolgen wird, ergibt sich dann ein durch Speichertechnologien auszugleichender Versorgungs-Gap bei Dunkelflaute von ca. 112 GW.

Diese Fehleinschätzung ist nicht den Antragstellern, sondern den Prognosen der Bundesregierung zuzurechnen, hätte aber von den Antragstellern kritisch hinterfragt werden müssen, denn 45 GW abzudeckender Transportleistung können nicht einfach unter den Tisch geschlagen werden, da sie ja nach dem EE-Konzept einen wesentlichen Teil der propagierten neuen Energiepolitik ausmachen.

1.2.2. Grundsätzliche Problemstellungen bei Gap-Füllung in der Dunkelflaute mittels Speichertechnologien

Betrachtet man nun das von den Antragstellern vorgeschlagene Lösungskonzept für den Nachteilsausgleich stark volatiler Energieproduktion, so ergeben sich 3 grundsätzliche Problemschwerpunkte:

- a) Flächenbedarf und Vernetzungsstruktur für den Anspruch einer kombinierten Produktion/Speichereinheit
- b) Technologie für den Aufbau und die Art des Speichers unter den elektrischen und lokalen Netzgegebenheiten sowie der geografischen Situation
- c) Technologie und Verlustbetrachtungen des Vorgangs des Verteilens, des Be- und Entladens des Speichers
- d) Ausprägung autokorrelierter Leistungsspitzen und die Notwendigkeit von Mehrfachspeichern

zu a)

Die hohe Volatilität mit Speichern auszugleichen, erfordert eine dem inversen Prozentsatz der EE's entsprechenden Ausweitung der ineffizienten Anlagen.

Eine solche Vorgehensweise erhöht unverhältnismäßig den Flächenverbrauch solcher Anlagen.

Laut Quellen, der eigens von der Bundesregierung bezahlten Institute, wie z. B Kompetenzzentrum für Naturschutz und EE zur Generation einer Argumentationsbasis für deren Ziele, wird der Flächenbedarf der EE jedoch beschwichtigend herbeigelogen und auf 1,2 % angegeben. Dabei werden alle Flächen der gesamten Fläche von 357.600 qkm Deutschlands als gleichwertig nutzbar für EE herangezogen, eine Vorgehensweise, die nicht mehr als seriös anzusehen ist.

Allein mit dem Flächenbedarf, der sich nach diesem Speicherkonzept mit PV im Vollausbau von 18.000 qkm für die EE's ergäbe, wäre bereits die halbe Bruttofläche NRW's überdacht.

Zieht man bei seriöser Herangehensweise alle ohnehin nicht verwertbaren Flächen, sei es wegen Bebauung, Verkehr, Industrie, Wäldern oder Gewässern, Nordseiten von Gebirgen etc. etc. von der zu Verfügung stehenden Fläche ab, so bleiben nur noch erhebliche Einschnitte von 18% in die landwirtschaftliche Produktion übrig, die eine solche Vorgehensweise rechtfertigen könnten. Man müsste hierfür einen Flächenbedarf von ca. 18.000 qkm ansetzen, der das Bild unserer Heimat unwiederbringlich zerstört.

Das sich dann ergebende Landschaftsbild oder die Schäden an Umwelt und Infrastruktur sind in ihrer Größe bisher gar nicht abzuschätzen und sprengen den Rahmen einer solchen Stellungnahme.

Es wird hier lediglich auf den dystopischen Charakter eines solchen zerstörten menschlichen Lebensraumes hingewiesen, der zudem mit ungenügender Vorsorge für schädliche Emissionen aller Art, sei es Lärm, Infraschall, Netzbereichswingungen oder chemische Verseuchung das Leben im Freiluftkraftwerk Deutschland dann kennzeichnet. Das betrifft nicht minder den Ausbau der flächenverschlingenden Windanlagen nebst avisierten Speicherkombinationen.

Zudem bestehen hier technologische Limitierungen, die die Situation auch in der Zukunft nicht wesentlich verbessern können wie,

- dass 150 W pro Quadratmeter eine schwer zu überwindende technische Grenze der Dauererergiebigkeit von PV-Anlagen sein wird,
- dass die Zellen alleine einem Alterungsprozess von 0.985/a sowie deren Schutzbeschichtung wegen der wechselnden Temperatur- Feuchte und Lichteinwirkung einem abnehmenden Translationsfaktor von ebenfalls 0,98/a. haben. Nach 8 Jahren kann man sie zwar noch verwenden, hat aber nur noch eine Ausbeute von 75%.
- dass deren Wiederaufbereitung und Entsorgung der Solarzellen, die Rückgewinnung der Rohstoffe Silber und Kupfer ein energieaufwändiger Prozess und ein umweltkritischer Vorgang sind,

zu b)

Je geringer die volatile Produktionsausbeute ist, desto größer sind die Anforderungen an den Dynamikumfang des zu verwendeten Speichervolumens und dessen sicheres Speichermanagement.

Wie noch erwähnt wird, ist je nach geografischen Gegebenheiten nicht jede Speicherausführung gleichberechtigt in verschiedenen Regionen einsetzbar. Ursachen hierfür ist die Geländestruktur, die Anbindung und die Anschlussmöglichkeiten an das umliegende elektrische Landesnetz und infrastrukturelle Vorbedingungen. Es wird also kein Universalkonzept einer industriell zu fertigenden und universell zu multiplizierenden Einzellösung geben, sondern stets eine individuell zu planende Anlage.

Auch das, was dezentral durchaus sinnvoll für kleinere PV- Anlagen im Mittel- und Niederspannungsbereich sinnvoll erscheint und mittels „Pilotprojekten“ von den ausführenden Firmen bundesweit beworben wird, hat an Betrachtung der Riesensummen zu bewältigende Leistungen, und zu speichernder Energiemengen nur eine unbedeutend geringe breitenwirksame Anwendbarkeit für zentrale Projekte dieses Ausmaßes.

Es muss also gleich zu Beginn erwähnt werden, dass sich Pilot-Speicher- Konzepte der Größenordnung von wenigen Megawattstunden nicht mit gleichartiger Technologie mehrere tausendfach hochskalieren lassen, ohne die elektrotechnischen Errungenschaften der Verteilungen, der Kosten- und Verlustreduzierung der vergangenen 150 Jahre effizienter Energieverteilung der Hochspannungsverteilung zu ignorieren, auch wenn die Wunschvorstellungen, dieses „voranzutreiben“ besteht und die Hersteller solcher Techniken subventionshungrig Vorteile versprechen und die Szenarien in den schillerndsten Farben beschreiben.

Energiebereitstellung ist ein quasi technik-evolutionärer Vorgang, der sich über die letzten 150 Jahre erstreckte und entsprechend kumulativ meist die jeweils aktuellen vorrätigen Technologien integriert hat. Dabei nutzte er nacheinander oftmals substitutiv entsprechend modernere Technik oder Materialien zur Ausführung der Anlagen. Er war stets darauf ausgerichtet, die dabei entstehenden elektrischen Verluste zu minimieren und auch unter nicht subventionierten Wirtschaftsbedingungen die Nettoenergie letztlich dem Endverbraucher so kostengünstig wie nur möglich anzubieten.

In diesem Sinne entwickelten sich organisch mehr als 800 Unternehmen in Deutschland, die mehr als 500.000 Niederspannungseinspeisestellen in ihrer Verantwortung haben.

Kennzeichnend für diesen Netzverbund ist die aufwändige und zentrale Qualitätskoordination der angebotenen Energie, bei der man sich in Deutschland auf die Bereitstellung beim Verbraucher auf eine sinusoidale effektive Netzspannung

von 380/400V geeinigt hat, deren Energiemenge nur effektiv über vorgeschaltete Mittel- und Hochspannungsnetze effektiv verteilt werden kann.

Folgende netzspezifische Eigenschaften limitieren den zentralen Speicherausbau:

- Die Netzstruktur ist komplex und auf zuverlässige Lieferung ausgerichtet. Sie toleriert nur geringste Frequenzschwankungen von wenigen milli-Hz. Geringste Abweichungen gegenüber den Phasenlagen dieser Sinusschwingungen zwischen den verschiedenen Einspeisungen führen sofort und unmittelbar zu hohen vagabundierenden, unkontrollierbaren Störungen. Das Netz wechselt in einer Sekunde 50mal von sehr hohen negativen zu sehr hohen positiven Spannungen. Sind diese Netze nur geringfügig asynchron oder nicht gleichfrequent führt das zu dramatischen internen Netzkurzschlüssen oder Geisterkurzschlüssen.
- Diese Netzqualitätsforderung ist eine der unüberwindlichen Hürden für eine flächenverschwendende Grid-Technologie zur Einspeisung auf der Niederspannungsebene mittels Kleinstspeichermodulen. Die ½ Million Niederspannungseinspeisepunkte sind zum Großteil nicht für bilateralen Energietransport vorgesehen. Energieausgleich z.B. von Erzeuger A in Netze des Erzeugers B erfolgt in den Mittel- oder Hochspannungsebenen. Eine flächendeckende Speicherstruktur im Niederspannungsnetz hätte daher eine im Extremfall 500.000-fache Bearbeitung der Einspeisestellen zufolge.
- Die Komplexität der Netzqualitätssicherung des Gesamtnetzes ist nicht kostengünstig in kleinen Einzelanlagen abzubilden. Kleinst-Einspeiser, dafür aber in multiplikativ sehr großer Anzahl sind der Alptraum für die Gewährleistung der Netzbetriebsicherheit größerer zentral geregelter Netzanlagen. Dieser Fakt lässt sich leider auch nicht mit zukünftig verbesserter Umrichtertechnologie beschwichtigen, da jeweils auch teure Drosselhardware körperlich zur Verfügung gestellt sein muss, sowie alle dezentralen Anlagen hochkomplex auszuführen wären.
- Niederspannungsanlagen wie in den Pilotprojekten sind nicht für Energievorhaben im GWh oder TWh Bereich dieses Umfangs einsetzbar, da sie den Energietransport über unbezahlbare hohe Ströme (die zwar verteilt aber trotzdem verlustbehaftet) realisieren werden müssten.
- Die Umrichtertechnologie ist auf maximal 4500 V Spannung limitiert und im Multilevel Betrieb auf maximal 20kV sinnvoll kaskadierbar. Das ergäbe bei nur einem 1GW Leistungsbehandlung immer noch 50.000 Ampere. Wir reden hier über massive Kupferschienen von 20x20 cm zu deren Speisung. Speichertechnologien sind aber nur mittels Hochspannungsleistungselektronik sinnvoll. Da Umrichter dieser Spannungen aber nur bis ca. 500A sicher arbeiten können, bräuchte man hierzu eine 100-fache Parallelschaltung einer hoch riskanten aufwändigen Technik in lokaler Speichernähe, die riesige Gebäude voller gefährlicher Technik füllen.

Die aufgezählten Punkte betreffen lediglich die Steuer-Einrichtung für den Speicher. Der Speicher selbst bietet seine eigenen Risiken, die in der Art der gespeicherten Energie selbst enthalten sind.

- Rein elektrische Energie lässt sich leider lokal kurz vor ihrer Speicherung oder auch kurz vor ihrer Speichernutzung nur in Form isoliert gehaltener elektrischer Spannungspotenziale realisieren, die in Kapazitäten entweder kontrolliert auf- oder abgebaut werden. Ihre Speichermenge ist proportional dem Quadrat dieser Spannung.
- Speicherung auf Niederspannungsniveau scheidet wegen der zu geringen Speichermenge bei kleiner Spannung aus und ist nicht nur ineffektiv und volumenintensiv, sondern erfordert auch wegen der notwendigen Leistungen extrem hohe Ströme. Notwendige hohe Stromstärken kann man jedoch sofort mit hohen Verlusten und Kosten für Rohstoffverbräuche gleichsetzen. Diese sind in jedem Fall zu vermeiden.
- spannungsspeicherfähige Kapazitäten, seien es Batterien, Super-Caps oder normale Kondensatoren sind aber stets in ihrer Spannungsfestigkeit nur auf wenige Volt beschränkt und müssen kaskadiert werden
- Sie benötigen kettenartige, unzuverlässige Reihenschaltungen, um in akzeptable Spannungsbereiche gebracht zu werden Das Versagen eines Kettengliedes kann bereits zur Zerstörung des gesamten Speichers führen. (Thema: Lichterkette am Christbaum)
- eine Speicherung mit dieser Technologie ist wegen des zu hohen Zerstörungsrisikos nicht zielführend.

Zu c)

Ein dritter Kritikpunkt den Speicher selbst betreffend, ist die unvorstellbar große Menge zu akkumulierender Energie, die ein Gefahrenrisiko darstellt. Bedenkt man, dass die Energie

- Einer GWh einem Äquivalent von 1 kTonne TNT entspricht.
- Es entsteht hier ein im Antrag durch keine Silbe erwähntes Gefahrenpotential, welches bei speicherlosen Technologien gar nicht erst nicht auftritt.

- Es wird sich daher der Fokus der Problemstellung weg von der Machbarkeit eines solchen Speichers und dessen Auslegung für die Funktion der Leistungsbedienung, hin zu dessen Sicherheit und dem Schutz vor Zerstörung, Sabotage und Betriebssicherheit entwickeln müssen mit größerem Aufwand, wie wir ihn bei konventionellen Anlagen, Atomkraftwerken, Treibstofflagern, Raffinerien etc. bereits kennen.
- Entweder arbeitet man mit nicht realisierbaren verteilten Strömen von mehreren 100.000 Ampere bei handhabbaren Spannungen oder bei kostentechnisch handhabbaren Strömen aber nicht mehr zu handhabenden Spannungen. Es gibt ab einer gewissen Größe der zu bewältigenden Momentanleistungen keinen zentralen Kompromiss, dieses abzubilden. Die dezentrale multiplikative Niederspannungslösung auszuwalzen ist keine Alternative, da sie zum einen wegen der kleinen Spannung zu Millionen von Ampere führt und damit kosten- und ressourcentechnisch eine Grundsünde darstellt.
- die komplexe zentral notwendige Sicherheitsphilosophie der Energiebereitstellung wird hoffnungslos zergliedert und nicht mehr kontrollierbar.
- Lokal akkumulierte Energie, mechanische wie elektrische, entwickelt gegen ihre Anhäufung eine innere Ausgleichskraft um sich zu minimieren. Diese Kraft wirkt gegen die Materialien, mit denen man versucht den unnatürlichen Zustand künstlich erzeugter niedriger Entropie aufrecht zu erhalten.
- Alle diese Materialien besitzen allerdings eine immanente physikalische Bruchgrenze, deren exakte Größe im Spezialfall nur grob bestimmt werden kann, weil sie einem quantenstatistischen Vorgang folgt.
- Bei Überschreiten der Bruchgrenze erfolgt jedoch ein mitgekoppelter explosiver Ausgleich der Spannungszustände (Druck, elektr. Spannung).
- Das Beherrschen dieser Bruchgrenze zur Erreichung der Sicherheitsanforderungen erfordert daher extreme Präzision bei der Speicherherstellung und seinem Betrieb und damit eine sehr teure Technik.
- Die Sicherheit ist damit auch nur ein statistischer Wert.

Zu d)

Im Antrag ist eine Größenordnung der möglich zu speichernden Energiemengen von über 8000 GWh innerhalb eines Jahres erwähnt. Ohne hier auf die Messung oder Schätzung einer solchen Menge einzugehen oder die Seriosität der Aussage zu hinterfragen, soll folgendes ergänzt werden:

- Ein Jahr hat ca. 8800 Stunden. Wir reden hier über fast ein GW-Jahr.
- Eine Speichermenge dieses Ausmaßes entspricht einer Dauerleistung von 1 GW welches dann im Mittel ein ganzes Jahr fließen muss, um den Speicher zu füllen und logischerweise auch ein ganzes Jahr fließen muss, um diesen wieder zu leeren, d.h. ein ca. 2-jähriger Leistungsfluß von 1 GW mit allen seinen Leitungs-, Umwandlungs-, Umrichter-, Transport- und sonstigen Verlusten.
- Diese Speicherung kann wegen der nur begrenzten Spannungsfestigkeit der erforderlichen Umrichter und Materialien nicht effektiv auf Hochspannungs- und Höchstspannungsniveau erfolgen, sondern muss mit kaskadierten Kompromissen leben, die dann die Risiken der Zerstörung oder der Kostenexplosion innehaben.
- Zudem kann man sich von der Annahme einer zeitlich gleichverteilten Überbedarfssituation verabschieden. Die Zeiten des Überangebotes von Primärenergie sind räumlich und zeitlich konzentriert und können gerade nicht als gleichverteilt angenommen werden. Zudem sind die Verteilernetze nicht aufnahmefähig um die überschüssige Leistung augenblicklich quer durchs Land zu schhippern.
- Die Abregel-Bedingungen einer elektrischen Energieerzeugungsanlage sind stets das Erreichen der maximal zulässigen Spannung, an der die Anlage arbeitet, bei deren Erreichen erfolgen dann kontrollierte Maßnahmen, diese bei weiterhin vorhandener Primärenergie nicht mehr steigen zu lassen. Niemals erfolgt die Auslegung einer Energieerzeugungsanlage auf die mögliche Spannungserzeugung bei maximaler Primärenergie (z.B. Erzeugung von Energie einer Windanlage bei Sturm), so dass diese angebotene Energie dann nicht oder nur in Einzelfällen gespeichert werden kann.
- Speicherbar ist also höchstens nur die Leistung, die kleiner ist als die maximal mögliche Erzeugerleistung der produzierenden Einrichtung (z.B. 3 MW Windmühle). Diese Leistung muss erstens auch im Moment gerade als Primärleistung abrufbar sein (Wind muss wehen) und zweitens aber gerade nicht erforderlich sein (kein Bedarf).
- Diese Voraussetzungen für das Speichern sind oftmals gar nicht gleichzeitig gegeben, weshalb bei solch geringer Nutzungsbedingung der Aufwand für eine Speicherrealisierung hinterfragt werden muss.

Würde sich ein solcher Zustand diskontinuierlich und lokal unterschiedlich einstellen, könnte die Menge der Speicheranlagen bei perfekter Funktion des lokalen Energieaustausches entsprechend geringgehalten werden und das oben erwähnte gespeicherte „Gigawatt-Jahr“ wäre möglicherweise in wenigen technischen Anlagen zu speichern. Das ist aber systembedingt gerade **nicht** der Fall.

- Wenn Zeiten der naturbedingten Überproduktion oder der Bedarfsuntermengen entstehen, sind diese stets Auto-Korreliert und diese Episoden treten meist zeitgleich und lokal konzentriert auf, so dass der dafür vorgesehene Speicher eines Mittelwertes nicht ausreicht, sondern dieser technisch mehrfach, gegebenenfalls hundert oder tausendfach physisch vorgehalten werden muss.
 - Der lokale Energieausgleich zwischen den geplanten Speichern ist vollkommen unklar, da bidirektionale Energietransporte über die HGÜ-Linktechnologie noch keine effektive Verbreitung aufweisen. Mit konventioneller transformatorischer Technologie entstehen bei diesen gigantischen umzuschauelnden Speichermengen unvermeidbar hohe Verluste.
3. Veranschaulichen von Größenverhältnissen für die verschiedenen Speichertechnologien

Zur Beurteilung innovativer Technologien wird in der Lehre gern der Müller-Syhre Zyklus herangezogen, der eine Beurteilung neuer Technologien stets durch die Betrachtung mehrerer Kreisläufe, beginnend von deren (noch) Nichtvorhandensein (Zustand 0) bis zu deren kompletten Recycling betrachtet. Diese Kreisläufe sind Kosten für:

- Energieaufwand von 0 über deren Herstellung, deren Verluste bis zur vollständigen Wandlung in Wärme.
- Materialaufwand, Ressourcen und Fertigungsaufwand von 0 (Nichtvorhandensein der Technik) bis zur Gestehung und dem Zustand nach komplettem Recyclement.
- Infrastrukturaufbau für die Technologie zuzüglich dessen kompletten Rückbaus.

Setzt man den Müller-Syhre-Zyklus für die Aufwendungen an, die mit den neuen Speichertechnologien einhergehen, so führt uns das geradewegs in ein Kostengrab der Unmöglichkeiten. Zudem kommen technische Einschränkungen, die in den vergangenen Jahren mittels einer überzogenen innovationsfeindlichen „vorangetriebenen“ Gesetzgebung bestimmte Technologien ausschließen, bestimmte Lieferketten nicht zulassen, embargobegründete Produkte oder Handelsstrukturen nicht erlauben, Vetos diverser Umweltverbände nicht umgehen können und sonstige politische oder gesellschaftliche Vorbehalte, die nicht ausgeräumt werden können.

Wie bereits erwähnt, gewinnt man den Eindruck, dass in dem vorgeschlagenen Antrag inflationär mit technischen und physikalischen Begrifflichkeiten hantiert wird, deren Bedeutung und insbesondere deren Größenverhältnisse und Relationen in Bezug auf die technische Sinnhaftigkeit noch nicht geklärt erscheinen.

Aus diesem Grunde wird stellvertretend an der Speichermenge einer **einzig**en GWh (Gigawattstunde) erläutert, welche technischen Konsequenzen diese Energiemenge für die einzelnen Speichertechnologien nach sich ziehen würde, welche Verluste und sonstigen riskanten Nebeneffekte für Kosten, Umwelt, Landschaftsbild, Recycling-Aufwand zu überdenken sind, die aber im Antragsdokument keinerlei Ansprache finden.

3.1. Elektrische Speicher

Zu speichernde Energie wird in Form von Leistung dem Speicher zugeführt und bei Nutzung aus diesem entnommen. Sie kann wegen der Unmöglichkeit der Dauererhaltung nicht unendlich lange aufbewahrt werden. Diese Rückwandlung in Leistung erfolgt mit netz- und einspeisegeeigneten Technologien, die hohe Ansprüche an geringste Verluste erfordern. Die Ausführung des elektrischen Speichers ist immer eine Kombination eines Produktes aus Ladung und Spannung. Begrenzende Faktoren sind dabei:

- die zulässige Spannung der Speicherzelle,
- der Platzbedarf für die geladene Speicherzelle,
- die zulässigen Verluste des Be- und Entladens des Speichers,
- sowie die Zuverlässigkeit serieller Zellanordnungen, die wegen der erhöhten Serienschaltung zu einer gefährlichen Zuverlässigkeitskette werden.

Erneut soll die Zuverlässigkeit für die nachfolgenden Beispiele ins Gewissen gerufen werden:

- dass nämlich die Energie einer GWh, wird sie augenblicklich entladen, der Sprengkraft etwa 1 kTonne TNT entspricht, was einem Zehntel der Zerstörungskraft der Hiroshima Bombe gleichkommt. In diesem Zusammenhang ist das Ansinnen mehrere tausend derartige Energiespeicher im Lande zu installieren seriös zu hinterfragen.
- Auch das Lagern in Form hoher potentieller Energien durch Wasserspeicher oder äquivalente Speicherformen mildert nicht deren zerstörerische Wirkung im Falle des Versagens und des Speicherzusammenbruchs. Es werden sich stets diese großen Energiemengen in einem tödlichen Leistungsfluß entladen.
- Da die dezentrale, auf Niederspannungslevel basierende Speicherung am Ende durch eine Addition der Anlagen, den damit unakzeptablen hohen Stromverlustkosten, dem ausufernden Flächen- und Immobilienbedarf, den notwendigen Kosten für Kupfer und Umrichter und dem unkontrollierbaren Einfluss auf die Versorgungssicherheit nicht ansatzweise in der Lage sein wird, Energien von 8 TWh zu speichern, muss auf höhere Spannungen, zentralere Anlagen oder auch Großprojekte wie den Bau von Stauseen in der Ebene, Hub und Senkeinrichtungen von Speichermassen, oder großflächige Betriebe zur Dissoziation von Wasser gesetzt werden.
- Dieses muss letzteres auch auf einem kostenverschwendenden Niederspannungs-Niveau durchgeführt werden. Das bedeutet Kosten, Verluste, Kupferverbrauch.

3.1.1. Super Caps (Super-Kondensatoren C's)

SuperCaps als Speichermedium werden in diesem Zusammenhang vom Antragsteller erwähnt. Ein Kondensator, der 1GWh speichern soll braucht einen Wert von 18kF (Kilofarad) bei einer Spannung von 20.000 Volt und eine Stromzufuhr von 50.000 Ampere eine Stunde lang, jeweils fürs Laden und fürs Entladen.

- Würde man den besten zurzeit verfügbaren SuperCap (NichiCon EverCap) durch Reihen und Parallelschaltung aufbauen, so käme man auf eine elektrische Kapazität von 810 uF bei 20kV. Dazu müssen intern 10.000 C's in Serie geschaltet werden. Man würde dann 30 Millionen solcher C's benötigen um diesen Speicher abzubilden.
- Nimmt man die aktuellen Maße des C's, so ergäbe dieser Speicher einen Würfel, der Kantenlänge von 843 m komplett dicht mit C's gefüllt, der diese Energie eine Stunde lang auf 20kV halten würde.

Es wird dem Bürger sicherlich schwer zu vermitteln sein, wo sich tausende solcher Würfel der Kantenlänge eines Kilometers ins Landschaftsbild integrieren lassen.

3.1.2. Kondensatoren

Für normale Kondensatoren gelten ähnliche Verhältnisse.

Die zu geringen Spannungen erfordern immense Serienschaltungen und dadurch reduzierte Kapazitäten. Zudem sind die Volumina/Energie zu gering, um sinnvolle Speicheralternativen zu bilden.

3.1.3. Akkus

Eine noch schlechtere Situation als bei den Super Caps ist das Speichermedium der lithiumbasierten Batterien/Akkumulatoren, seien es Eisenphosphat Derivate oder nicht. Obwohl hier das Energie/Gewicht Verhältnis etwas besser als bei C's ist, überwiegen deren Nachteile im Dauergebrauch.

Zu der geringen Zell-Spannung, die eine ähnlich unsinnige tausendfache Kaskadierung erfordern würde, kommen hier

- die limitierte zeitliche Verwendbarkeit (max. 1500 Volladezyklen)
- die giftige und umweltschädliche Herstellung und deren Recycling,
- die ungeklärte Rohstoff- und Liefersituation,
- die immensen Zusatzkosten für das Batteriemangement sowie Speicherbeladung
- die hohen Brand- und Explosionsrisiken hinzu, die eine massentechnische Verwendung vereiteln.

In dezentral abgegrenzten Einzelanlagen kleiner Leistung und an kleinen Spannungen betrieben sind solche Speicher in Verbindung mit dezentraler Energieproduktion im MWh-Bereich möglich, verbieten aber eine schlichte Hochskalierung in den GWh oder gar TWh Bereich zentraler Anlagen.

3.2. Mechanische Speicher

Mechanische Energiespeicher sind Einrichtungen, bei denen die unnatürlichen angespannten Zustände der Energieanhäufung entweder durch innere Anhäufung elastischer Energien der Gitterstrukturen von Materialien erfolgt

- Federn) oder
- Anhäufung potentieller Energie bei statischer Massenverschiebungen gegen ein Beschleunigungsfeld (Wasserkraft, Hubwerke) oder durch
- direkte mechanisch kinetische Bewegung von Massen (Schwungräder, Schwungmassen) oder eine
- Kombination aller 3 Arten erfolgt.

Die Nachteile sind:

- Mechanische Speicher benötigen immer eine elektromechanische Wandleinrichtung um die überschüssige Elektroenergie in entsprechend gespeicherter mechanischer Energie zu wandeln, sowie eine (meist die gleiche) Einrichtung, um diese dann bei Bedarf wieder in elektrische Energie zurückzuwandeln. So können z.B. Pumpen verwendet werden, um Wasser gegen die Schwerkraft zu befördern und Turbinen, die diesen Wasserrückfluss wieder mittels E-Maschinen zu elektrischer Energie machen, es können Linearmotore Massen in die Höhe oder aus der Tiefe transportieren, deren potentielle Energie beim Absenken über diese auch wieder gewonnen werden kann.

Das mechanische Spannen großer Federn ist mittels elektromotorischer Wandler vorstellbar sowie auch das Aufladen großer rotierender Massen mit Rotationsenergie.

- Der Wandlungsvorgang ist auf jeden Fall verlustbehaftet in beiden Richtungen und
- erfordert den Leistungsverhältnissen angepasste sehr moderne und teure Technik, (Umrichter, modernste Motorentechnik)
- teure Magnete, seltene Erden, Unmengen an Kupfer oder Aluminium sowie
- Materialien, die neben der Funktion auch noch die erforderliche Sicherheit gewährleisten müssen.

Von einfachen Einrichtungen, die wartungsfrei mit Wirkungsgraden von weit über 99,9 % arbeiten, wie es bei den avisierten Energiemengen die einzig denkbare Lösung sein müsste, kann man da nur träumen.

3.2.1. lineare Höhenspeicher (Wasser- Reservoir Beton)

Als Anschauungsbeispiel sei hier die Größe eines Wasserturms angegeben, der lediglich **eine einzige** der avisierten 8000 GWh Energie speichern könnte.

Dieser Wasserturm hätte, um einen Vergleich mit den immer wieder verächtlich gezeigten Umweltsünden von Kühltürmen eines Atomkraftwerkes darzustellen, eine ähnliche Form jedoch

- eine Höhe von 230 m
- einen Durchmesser von 260 m unten und
- oben von 140 m, wäre also ein in der Landschaft stehendes Monstrum, gegen das sich ein AKW Kühlturm wie ein lächerlich kleiner Zwerg ausnimmt.
- Zu seiner Errichtung wären mehr als 100.000 Tonnen Stahlbeton erforderlich und zu seiner Entleerung mit Elektroenergiegewinnung müsste ihm ein kleines tiefliegendes Speicherbecken gleichen Volumens als Wasserspeicher zur Seite bebaut werden.

Wo bitteschön, gedenken die Antragsteller 1000-de derartiger Bauprojekte im Land zu verteilen?

Ein ebensolches abstruses Bauwerk wäre z.B. die Speicherung einer GWh in einem

- Betonklotz, der Abmessungen von 46 x 46 x 46 m, der mit entsprechenden elektromechanischen Wandlern wie in einem Fahrstuhl auf eine Höhe von 1,5 km angehoben werden müsste, um dann beim heruntersausen innerhalb einer Stunde diese Energie wieder abzugeben.

Wo sind die tausend Lokalitäten in Deutschland, die bezogen auf den optimalen Netz Energie-ZU und AB-transport für solche Eingriffe geeignet sind?

Wie kann ein Land eine Vielzahl an Einrichtungen von der Dimension z.B. des vergleichbaren Schiffshebewerkes Niederfinow hundertfach installieren, nur um den falschen Ansatz einer Energiepolitik, die sich in den Kopf gesetzt hat gegen jede Vernunft durchzusetzen mit hochvolatiler Energie ein Industrieland zu betreiben, nicht einzugestehen?

3.2.2. rotatorische Trägheits-Ringspeicher

Auch Trägheitsringspeicher werden keine entscheidende Wunderwaffe darstellen, obwohl diese in ihrer Energiespeicherdichte effizienter sind.

Wollte man beispielsweise die Leistung einer 3 MW Windmühle 100 Stunden bei Windstille fortführen, indem man zuvor die Energie von 1,08 TWh, das sind 3MW 100 Stunden lang, bei gutem Wind in einen mit Motor/Generator kombinierten Trägheitsspeicher einleitet, so bräuchte man hierzu einen

- Hohlzylinder aus Beton von 100 m Durchmesser mit einer Kantenlänge von 10 x 10 m,
- der absolut in Waage auf Magnet gelagert,
- mit einer Drehzahl von ca. 50 U/min um die Mühle rotieren müsste und den
- Rotor einer gigantischen, Umrichter geführten Elektromaschine der Leistung von 4 MW bildet.
- Vom Stator und dessen Kupferverbrauch, den Umrichtern, die zusätzlich im Umfeld verbaut sein müssen ganz zu schweigen. Man braucht also nicht nur den Motor für die Energie-Produktion, sondern einen vergleichbar großen für die Rückgewinnung.
- Stellen Sie sich die Flächenverbräuche für Neubauten oder Nachrüstungen dieser Windräder vor, wobei wir hier in diesem Beispiel nur von 300 MWh reden.

Sie sehen, dass derartige Konzepte im Grenzbereich des technisch Unsinnigen liegen, diesen überschreiten oder nur bei Vorhandensein unendlicher Material- und Kostenressourcen durchführbar sind.

Beides ist aber nicht gegeben.

3.3. Chemische Speicher

3.3.1. Akkus, Batterien

Bei der Energiespeicherung in Akkus und Batterien wird hier nur auf die chemischen Punkte eingegangen.

- Akkus haben eine technologisch bedingte Betriebsdauer von max. 1500 Volladezyklen
- Diese kann nicht durch Technologie erweitert werden, da die einhergehenden Materialveränderungen in den Teilen der Bestandteile des Akkus einem physikalischen Diffusions-Verunreinigungs-Prozess folgen, der sich, ähnlich dem Alterungsprozess, nicht abstellen lässt.
- Danach ist die Zelle unbrauchbar, umweltschädlich und nur teuer zu recyceln.

3.3.2. Wasserstoff

Eine weitere im Antrag erwähnte Speicherform ist die Umwandlung elektrischer in chemische Energie durch Elektrolyse von Wasser in den Brennstoff Wasserstoff. Es sei hier wie bei allen Energieformen großer Mengen erwähnt,

- dass diese als Knallgas bekannte Verbindung von Sauerstoff und Wasserstoff hoch explosiv ist.
- Der Elektrolysevorgang erfordert aufwändige chemische Anlagen auf Niederspannungsniveau wodurch keine effiziente Erzeugung wegen des hohen Stroms und der Kupferverluste möglich ist.
- Sein Wirkungsgrad liegt daher verfahrensbedingt um die 35%.
- Die Wasserverbräuche von Süßwasser zur Herstellung sind immens,
- die hineingesteckten Energien sind im Vergleich zu den hergestellten Brennwerten nicht effizient.
- Zudem kommen die unverhältnismäßigen Mehrkosten der Materialherstellung, Aufbewahrung und Lagerung des Wasserstoffs, der wegen der bekanntermaßen geringsten Molekülgröße aus allem flüchtet.

Da sich die überwiegende Mehrheit der Produzenten der sogenannten farbigen Wasserstoffe mit staatlichen Subventionen finanziert, ist die Berichterstattung über deren Effektivität natürlich eine interessengestützte. Sie wird überhöht, sowie Wasserstoff als der Heilsbringer und die Lösung der Probleme der Klimaerwärmung herangezogen. Es ist schon sehr fragwürdig eine Effizienz von 35% (3-fache Menge Energie für Herstellung der einfachen Menge) in Kauf zu nehmen, um dem CO2 Narrativ zu entsprechen.

Hier gehört das gesamte Konzept vom Kopf auf die Füße gestellt, ideologisch „getriebenen“ Konzepten durch Subventionsentzug die Natürlichkeit der technischen Entwicklung wieder zurückzugeben.

3.4. Thermische Speicher

3.4.1. Erderwärmung/ Wärmepumpe

Es ist denkbar, mit anfallender, nicht abgenommener übriger Energie das Erdreich aufzuheizen und später diese in der Umgebung wärmere Erde mittels des umgedrehten Kühlschranks- Prinzips (Wärmepumpe) wieder dem Erdreich zu entziehen und somit in Teilen zurückzugewinnen.

- Dieser Prozess ist wegen einer dauernd zu betreibende Pumpe und dem Hineinstecken von Energie bekannterweise sehr ineffizient und erzürnt daher weite Teile der Bevölkerung, wenn man sie legislativ zu so einer Maßnahme zwingt.

- Zur Steigerung der Effizienz benötigt man hohe Temperaturunterschiede, die sich natürlich schnell frei von selbst ausgleichen werden.
- Man könnte aber durch thermische Bodenisolierungen den Vorgang beeinflussen. Dabei kommt es aber bei Energiespeicherung in großem Maßstab darauf an, die Orte der Speicherung und der Rückgewinnung zusammenzulegen und so zu gestalten, dass sie an günstigen Einspeisestellen liegen und Infrastruktur des Erdmassenspeichers aufwändig vorzubereiten.

Da sämtliche auf mechanischen Umwandlungsleistungen basierende Verfahren (Pumpen, Motoren) nicht hochspannungsfähig sind, kommt es auch hier neben der zu geringen Effizienz der Wärmepumpe selbst, der unkontrollierten Wärmeverluste des Speichers und der Handhabung im Niederspannungsbereich zu nicht massentauglichen Verlusten und wird eine Randlösung für dezentrale Projekte kleinerer Speichermengen bleiben.

4. Fazit

Wie muss man denn einen Plan beurteilen, der ohne große Not einen teuren, langen und aufwändigen Weg beschreitet und eine Lösung vorzieht, zu der er mit nur geringen Veränderungen der in der Nähe bereits vorgegebenen Gegebenheiten gelänge?

Es kann nicht klug sein, Wasserspeicher aufs platte Land zu bauen, die rings um sich einhausende Betonkonstruktionen erfordern oder rekuperative E-Autos zu bauen, die naturbedingt ihre erst hergestellte Energie nur gegen den Wind fahren.

Unseriös ist es, hochvolatile Energieerzeugungseinrichtungen in einem Land nur mäßiger Besonnung und nur mäßigen Windes zu planen, um dann den zusätzlichen Flächenbedarf um das inverse zur Effektivität dieser Anlagen vorzuhalten und damit der Landwirtschaft zu entziehen plus die Kosten nicht nur für Produktion der Energie, sondern zusätzlich für den Aufbau des Speichers, plus die Kosten für die Energie-Hinübertragung in den Speicher, plus die Kosten für die Energie Rückübertragung aus dem Speicher plus die Kosten aller Sicherheitsvorkehrungen, als praktikabel darzustellen.

Es muss grundsätzlich zu der Speicherthematik eingeräumt werden, dass singuläre dezentrale Konzepte im Niederspannungsbereich für einzelne PV-Kunden durchaus attraktiv sind und daher auch eine entsprechende Marktverbreitung finden werden. Problematisch wird es bei der Anordnung zentraler Aktionen, da dort die dezentralen Niederspannungslösungen nicht „hinaufskaliert“ werden können, ohne unsinnige technische Lösungen zu produzieren oder in den Verlusten zu ersticken.

Solange man den direkten und einfachen Weg zugunsten eines komplizierten ideologisch getriebenen Weges vorzieht, handelt man gegen die Naturgesetze, da helfen auch Ausreden für die Zukunft zu handeln, nicht aus.

Es fehlen kritische sachliche Risikoabschätzungen zu

- realen und nachvollziehbaren Kosten,
- den vorgegebenen Prämissen
- ökologischen Eingriffen
- zusätzlicher Flächenverschwendung
- langfristiger Auswirkungen, Nebeneffekten und Spätfolgen,
- gesellschaftlicher Akzeptanz,
- technischer Unterhaltung und technischer Sicherheit,
- Ressourcenverbrauch weltweit und regional
- Zerstörungssicherheit durch Kriege, Terrorismus und Sabotage

Es wird mit Bezug auf nicht relevante, weil viel zu gering dimensionierte, unausgereifte „Leuchtturmprojekte“ das Gegenteil herbeibehauptet. Kritische Fragen oder Zweifel werden durch die Lobpreisungen einer vermeintlich funktionierenden Technik übertönt.

Die Analysen haben gezeigt, dass die vorgeschlagene Speichertechnik, wie im Antrag eher beworben als schlüssig dargelegt, bei weitem keine zufriedenstellende Lösung dieses Problems sein wird, sondern nur eine nachträglich versteckte Preisnachforderung der bisherigen EE-Technologie um einen nicht unbedeutenden Prozentsatz sein werden.

Rückbeziehend auf die Antragstellung entsteht hier der Eindruck, dass ein fragliches Experiment einer Technologie „vorangetrieben“ werden soll, das schlicht betrachtet nur dadurch machbar erscheint, weil es ein funktionierendes Beispiel im 1000-mal kleinerem Leistungsbereich gibt, das aber gegen jede Kostenvernunft, gegen jede physikalische Unmöglichkeit, gegen jede Nichtakzeptanz des veränderten Landschaftsbildes und gegen alle Regeln der Maßstäblichkeit verstößt. Konkreten Nachberechnungen hält der Vorschlag nicht stand, sondern verstrickt sich mehr in technische Unmöglichkeiten.

Er ist daher nur abzulehnen wegen erheblicher offenkundiger Mängel, Fehlannahmen, fehlender oder dilettantischer Umsetzungsvorschläge, nicht vorhandener Risikoanalysen, sowie der Planung dauerhafter steuerfinanzierter Zerstörung der energietechnischen Infrastruktur, des Landschaftsbildes, der Schädigung der landwirtschaftlichen Produktion sowie damit einhergehender dauerhafter erhöhter Steuerbelastung der Bürger.