



dena-NETZFLEXSTUDIE

Optimierter Einsatz von Speichern für Netz- und Marktanwendungen in der Stromversorgung

Ergebniszusammenfassung der Projektsteuergruppe

Projektleitung: Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) | Projektpartner:



Inhalt

1	Kurzzusammenfassung	III
2	Hintergrund	V
3	Zielsetzung und Aufbau	VI
4	Ergebnisse	IX
4.1	Flexibilitätstechnologien bieten eine große Vielfalt von Anwendungsmöglichkeiten für unterschiedliche Akteure	IX
4.2	Multi-Use-Ansätze bieten Potenziale für einen betriebswirtschaftlich optimierten Flexibilitätseinsatz.....	XII
4.3	Multi-Use-Ansätze ermöglichen Netzausbauoptimierung im Verteilnetz	XIII
4.4	Heutige rechtliche und regulatorische Vorgaben verhindern eine volkswirtschaftlich optimale Nutzung von Flexibilitäten	XV
4.5	Eine Weiterentwicklung der Netzentgeltssystematik ist ein wesentliches Element, um netzdienlichen Flexibilitätseinsatz anzureizen	XVI
4.6	Kontrahierung von Flexibilitätsprodukten ermöglicht die Aktivierung brachliegender Flexibilitäten für einen netzdienlichen Einsatz	XIX
4.7	Durch Weiterentwicklung der Umlagesystematik können ungewollte Steuerungswirkungen beseitigt und ein Einsatz von Flexibilität angereizt werden	XX
5	Handlungsempfehlungen	XXII
5.1	Aktivierung der Flexibilitätspotenziale von Netznutzern durch Schaffung von Kosten- und Einkommensanreizen.....	XXII
5.2	Ermöglichung der Nutzung von Flexibilitäten durch die Netzbetreiber.....	XXIII
5.3	Erhöhen der Anwendbarkeit verschiedener flexibilitätsbezogener Regelwerke durch Harmonisierung und Abbau der Unübersichtlichkeit	XXIV

1 Kurzzusammenfassung

In der vorliegenden Studie hat die dena gemeinsam mit Partnern aus Wissenschaft und Industrie untersucht, wie sich Speicher optimal für die Flexibilisierung des Stromnetzes nutzen lassen. Durch die im Zuge der Energiewende veränderte Erzeugungsstruktur steigt die Bedeutung von Flexibilität im deutschen Stromsystem. Verschiedenste Technologien wie beispielsweise Batteriespeicher, Power-to-X-Anwendungen oder Lastmanagement können etwaige effiziente technische Flexibilitätsoptionen sein.

Aktuell ist u. a. eine starke Zunahme insbesondere von Batteriespeichern zu beobachten, da diese aus nutzerbezogener oder marktorientierter Perspektive eine attraktive Investition darstellen können. Im Fokus der dena-Netzflexstudie steht die Frage, inwieweit diese Flexibilitäten durch die Kombination mehrerer Anwendungen (Multi-Use-Ansätze) nicht nur betriebswirtschaftlich, sondern darüber hinaus netzdienlich optimiert genutzt werden können und welche rechtlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen hierfür erforderlich sind. Die Multi-Use-Anwendung soll hierbei Synergien heben und damit die Kosten für den Netzausbau optimieren.

Die Ergebnisse der dena-Netzflexstudie zeigen, dass der marktorientierte und netzdienliche Multi-Use-Einsatz von Flexibilitäten betriebswirtschaftliche Gewinne der Betreiber und volkswirtschaftliche Kosten der Energiewende optimieren kann. Folgende drei Kernaussagen lassen sich ableiten:

- Multi-Use-Ansätze bieten Potenziale für einen betriebswirtschaftlich optimierten Flexibilitätseinsatz.
- Multi-Use-Ansätze ermöglichen Netzausbauoptimierung im Verteilnetz.
- Heutige rechtliche und regulatorische Vorgaben verhindern eine volkswirtschaftlich optimale Nutzung von Flexibilitäten.

Die maßgebliche Herausforderung besteht darin, einen regulatorischen Rahmen zu schaffen, der eine Umsetzung der volkswirtschaftlich günstigsten Lösung erlaubt und geeignete Anreize für Multi-Use-Ansätze bietet. Die Partner der dena-Netzflexstudie sprechen daher folgende Handlungsempfehlungen aus:

- I. Aktivierung der Angebotsseite:** Heben der Flexibilitätspotenziale von Netznutzern durch Schaffung von Kosten- und Einkommensanreizen
 - a. Dynamisierung der Netzentgeltsystematik durch zeit-/lastvariable Preisbestandteile
 - b. Einführung von Flexibilitätsprodukten für Netzengpassmanagement
 - c. Abbau der verzerrenden Wirkung staatlich induzierter Preisbestandteile
- II. Ermöglichung der Nutzung von Flexibilitäten durch die Netzbetreiber:**
 - a. Technische Ertüchtigung der Netzbetriebsmittel für den netzdienlichen Flexibilitätseinsatz auch in unteren Spannungsebenen
 - b. Gleichwertige Behandlung von investitionskosten- und betriebskostenintensiven Lösungsansätzen im Rahmen der Anreizregulierung

III. Komplexitätsreduktion und Erprobung verschiedener flexibilitätsbezogener Regelwerke

- a. Harmonisierung und Vereinfachung der heterogenen Regelungslandschaft zum Abbau von Hürden und unnötiger Komplexität für neue und bestehende Flexibilitätsanbieter und -nutzer
- b. Erleichterte Durchführung von Praktikabilitätstests zur praxisnahen Erprobung von Anreizmechanismen für den Einsatz von Flexibilitäten

2 Hintergrund

Durch die im Zuge der Energiewende veränderte Erzeugungsstruktur und nachfolgende Adaption der Stromnetze und Systemanpassungen steigt die Bedeutung von Flexibilität im deutschen Stromsystem. Verschiedenste Technologien wie beispielsweise Speicher, Power-to-X-Anwendungen oder Lastmanagement können effiziente technische Flexibilitätsoptionen sein. Sie werden vorwiegend eingesetzt, um das zeitliche Auseinanderfallen von Erzeugung und Last zu verringern oder zu überbrücken und Abregelungen von Strom aus erneuerbaren Energien zu vermeiden.

Bisherige Untersuchungen zeigen, dass die Neuinstallation von Speichern oder Power-to-X-Anlagen für ausschließlich netzdienliche Zwecke (Systemstabilität) aufgrund der heutigen Kostenkonstellation noch nicht wirtschaftlich ist. Hierbei vergleichen diese Analysen im Rahmen einer Vollkostenrechnung Investitions- und Betriebskosten von Flexibilitätsoptionen mit denen von konventionellem Netzausbau. Im Ergebnis ist eine Kombination von Netzausbau und Nutzung von Flexibilitäten notwendig, um die Energiewende zu den volkswirtschaftlich geringstmöglichen Kosten zu realisieren.

Dennoch ist eine deutliche Zunahme von Technologien, die eine Flexibilisierung des Energiesystems ermöglichen, zu beobachten, da Flexibilitäten aus nutzerbezogener oder marktorientierter Perspektive eine attraktive Investition darstellen können. Ein verbreitetes Beispiel hierfür ist die Nutzung von Batteriespeichern in Kombination mit einer Photovoltaikanlage zur Eigenverbrauchsoptimierung von Haushalten. Im genannten Beispiel werden Speicher nicht für die Flexibilisierung des Gesamtsystems, sondern rein für die betriebswirtschaftliche Optimierung des Speicherbetreibers genutzt.

Im Fokus der vorliegenden Studie stehen solche Flexibilitätsoptionen, die aufgrund eines primären Anwendungszwecks bereits aufgebaut wurden, sich darüber hinaus aber für weitere Anwendungen eignen könnten. Es wurde untersucht, inwiefern Flexibilitäten durch die Kombination mehrerer Anwendungen (Multi-Use-Ansätze) betriebswirtschaftlich und netzdienlich optimiert genutzt werden können und welche rechtlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen hierfür erforderlich sind. Gelingt es zukünftig, Anreize zur Verfügbarmachung von Flexibilitätsoptionen für zusätzliche marktorientierte oder netzdienliche Betriebsweisen zu setzen, ließe sich neben dem betriebswirtschaftlichen auch der volkswirtschaftliche Nutzen einer hohen Durchdringung von Flexibilitäten steigern.

3 Zielsetzung und Aufbau

Die vorliegende Studie wurde durch die Deutsche Energie-Agentur (dena) in enger, branchenübergreifender Zusammenarbeit mit Übertragungs- und Verteilnetzbetreibern, Herstellern und Projektentwicklern erneuerbarer Energien sowie Herstellern von Speichertechnologie erstellt. Folgende Mitglieder waren als Träger der Studie in der Projektsteuergruppe vertreten:

Amprion GmbH, Allgäuer Überlandwerk GmbH/egrid applications & consulting GmbH, Audi AG, Caterva GmbH, EnBW AG, enercity Netzgesellschaft mbH, ENSO NETZ GmbH, inetz GmbH, LEW Verteilnetze GmbH, LichtBlick SE, Mitteldeutsche Netzgesellschaft Strom mbH, Netz Leipzig GmbH, N-ERGIE AG, innogy SE, sonnen GmbH, STEAG Netz GmbH, Thüga AG, TransnetBW GmbH, Vattenfall Europe Innovation GmbH, Volllast GmbH, WEMAG Netz GmbH, WWF Solar GmbH.

Als Forschungspartner wurde das Büro für Energiewirtschaft und technische Planung GmbH (BET) Aachen in Zusammenarbeit mit der Bergischen Universität Wuppertal und der Kanzlei Boos Hummel & Wegerich mit der Durchführung der qualitativen und quantitativen Analysen beauftragt. Die verwendeten Methoden und Ergebnisse wurden zusammen mit den Projektpartnern diskutiert und geprüft.




Im Zentrum der dena-Netzflexstudie steht die quantitative Untersuchung von sechs beispielhaften Cases für eine nutzerbezogene, marktorientierte und netzdienliche Multi-Use-Nutzung von Flexibilitäten. Neben technischen und ökonomischen Betrachtungen zur Realisierbarkeit von Multi-Use-Anwendungen wurden anhand der Cases der heutige regulatorische Rahmen bezüglich Hindernissen für den Flexibilitätseinsatz analysiert und Vorschläge für eine Optimierung des regulatorischen Rahmens entwickelt.

Die sechs Cases wurden basierend auf einer grundlegenden Analyse von Flexibilitätstechnologien, Anwendungsmöglichkeiten und Nutzern mithilfe eines morphologischen Kastens ausgewählt. Ziel des Verfahrens war es, Cases zu identifizieren, die realistisch in Anbetracht der Entwicklung im Stromsektor, repräsentativ für die Vielzahl an Anwendungsmöglichkeiten von Flexibilitäten und ausreichend diversifiziert sind. Außerdem wurden reale Netze für die Ausgestaltung der Fallbeispiele verwendet. Aus einer Vielzahl von unterschiedlichen Netzen, die von den Netzbetreibern aus der Projektsteuergruppe bereitgestellt wurden, wurden sechs Netztopologien ausgewählt, die beispielhaft für die darzustellenden Netzsituationen der einzelnen Cases sind. Bei dieser Auswahl fokussierten sich die Gutachter vorrangig auf solche Netze, in denen bereits Probleme (z. B. Engpasssituationen) sichtbar waren, um eine negativ verstärkende oder positiv beeinflussende Wirkung eines Flexibilitätseinsatzes in diesen Netzen zu verdeutlichen.

Im Mittelpunkt der Studie stand die Untersuchung von Multi-Use-Anwendungen, die sowohl für die Betreiber eine Gewinnmaximierung als auch eine volkswirtschaftliche Optimierung des Netzausbaus durch ihr netzdienliches Verhalten ermöglichen. Die Untersuchung erfolgte für drei Stützjahre (2020, 2025 und 2030), um kurz- bis mittelfristige Entwicklungen in der Energieversorgung zu berücksichtigen, und wurde zudem in folgende drei Analyseschritte unterteilt:

- I. Gedanklich wurde zunächst das theoretische betriebswirtschaftliche Optimum des Speicherbetreibers aufgesucht, indem der Speicher ohne Netzrestriktionen und unter Vernachlässigung aller Restriktionen aus dem Ordnungsrahmen, im Folgenden als alternativer Rahmen bezeichnet, betrachtet wurde.
- II. Im nächsten Schritt wurde die Betriebsweise des Speichers mit dem entsprechenden Netzkapazitätskorridor abgeglichen, um den netzdienlichen Einsatz der Flexibilität zu bestimmen.
- III. Abschließend wurde durch die zusätzliche Beaufschlagung der Restriktionen des aktuellen Ordnungsrahmens die aktuell mögliche Fahrweise der Flexibilität bestimmt.

Die sechs in der Studie analysierten Cases werden in der folgenden Tabelle beschrieben:

<p style="text-align: center;">Case I E-Mobility-Prosumer im Niederspannungsnetz</p> 	<p>In einem Niederspannungsnetz besitzt in 2030 bis zu einem Viertel aller Haushalte ein Elektrofahrzeug. Der primäre Nutzen des Elektrofahrzeuges ist, die Mobilität des Besitzers zu garantieren: Die Elektrofahrzeuge werden unter der Woche zum Pendeln zum Arbeitsplatz und am Wochenende für Freizeitfahrten genutzt. Die Beladung der Fahrzeuge erfolgt ausschließlich zu Hause. Die verbaute Ladeinfrastruktur erlaubt keine Rückspeisung aus den Fahrzeugen in das Stromnetz.</p> <p>Ist der Primärnutzen Mobilität erfüllt, kann der Nutzer mit der Flexibilität des Speichers zusätzliche Gewinne erwirtschaften bzw. entstehende Kosten mindern. Die untersuchten Multi-Use-Anwendungen sind Kostenminimierung durch gezieltes Beladen während Tiefpreisphasen am Spotmarkt sowie ein netzverträgliches Verhalten zur Vermeidung von Netzausbau.</p>
<p style="text-align: center;">Case II Smart-Neighbourhood-Konzepte im Niederspannungsnetz</p> 	<p>In einem Niederspannungsnetz wird ein Zusammenschluss mehrerer Häuser zur gemeinsamen Optimierung des Fremdbezugs und damit zur Minimierung der Strombezugskosten betrachtet. Die untersuchte Nachbarschaft setzt sich aus Nutzern zusammen, welche Strom mittels ihrer Photovoltaikanlagen erzeugen und ihre Wärmelast mittels einer Wärmepumpe decken. Die Flexibilität der Nachbarschaft wird durch die zentrale Installation eines Quartierspeichers gewährleistet.</p> <p>Im Multi-Use-Fall werden zusätzlich die Minimierung der Kosten durch Ausnutzung der Preisdifferenzen eines variablen Tarifs, der sich am Preisverlauf des Spotmarkts orientiert, und die Vermeidung von Netzausbau durch netzverträgliches Verhalten untersucht. Außerdem werden die Gewinnpotenziale eines Einsatzes am Regelleistungsmarkt ansatzweise berücksichtigt.</p>
<p style="text-align: center;">Case III Progressive Eigenoptimierung im Niederspannungsnetz</p> 	<p>„Progressive Eigenoptimierer“ bezeichnet eine Gruppe von Prosumern, die elektrische Energie als primäre Versorgungsquelle nutzen und im untersuchten Beispiel jeweils über eine Photovoltaikanlage, eine Wärmepumpe und einen Batteriespeicher verfügen. Diese Flexibilitäten sind in einem Niederspannungsnetz angeschlossen. Im Gegensatz zu Case II sind die Prosumer nicht zu einer Einheit mit einem zentralen Quartierspeicher zusammengeschlossen, sondern agieren unabhängig voneinander.</p> <p>Analog zu Case II ist auch hier der primäre Anwendungsfall die Eigenverbrauchsoptimierung, und es werden die Auswirkungen eines am Spotmarkt orientierten, zeitvariablen Tarifs und die Vermeidung von Netzausbau durch netzverträgliches Verhalten diskutiert.</p>




<p>Case IV Konzepte zur Sektor- kopplung im Hochspan- nungsnetz</p> 	<p>Ein industrieller Anlagenbetreiber möchte eine Wärmelast kostenoptimal decken und betreibt dazu in einem Hochspannungsnetz eine Power-to-Heat-Anlage. Alternativ kann er einen gasbefeuerten Kessel zur Deckung der Wärmelast nutzen.</p> <p>Im Multi-Use-Fall wird analysiert, ob eine Kombination von Optimierung der Strombezugs-kosten am Spotmarkt und Vorhaltung von Sekundärregelleistung den Betrieb der Power-to-Heat-Anlage wirtschaftlich im Vergleich zur Nutzung eines gasbefeuerten Kessels machen. Außerdem wird der Mehrwert eines netzdienlichen Verhaltens bewertet, bei dem die Flexibi-lität zur Vermeidung von Erzeugungseingpässen genutzt wird.</p>
<p>Case V Netzbetreiber reduziert Netzausbau im Mit- telspannungsnetz</p> 	<p>In diesem Case wird ein Mittelspannungsnetz betrachtet, in dem bereits heute durch Wind- und Photovoltaik-Erzeugungsanlagen einspeisebedingte Grenzwertverletzungen und somit Handlungsbedarf des Verteilnetzbetreibers vorliegen. Im Zuge dieser Untersuchung stehen dem Netzbetreiber neben seinen üblichen Handlungsoptionen auch die Installation und der Betrieb eines Speichers an einer netzdienlichen Stelle zur Verfügung.</p> <p>Im Multi-Use-Fall wird untersucht, ob durch eine zusätzliche Vermarktung der Speicherkapazität am Spotmarkt eine Wirtschaftlichkeit im Vergleich zu konventionellen Netzausbau-methoden erreicht werden kann.</p>
<p>Case VI On-Site-Speicher im Mit- telspannungsnetz</p> 	<p>Der Betreiber eines großen Photovoltaik-Parks errichtet auf seinem Gelände einen stationären Batteriespeicher, um zusätzliche Gewinne durch die Vermarktung von Primärregelleistung zu erwirtschaften. Durch die bereits hohe Durchdringung des Netzgebietes mit PV-Anlagen kommt es auch ohne den betrachteten PV-Park zu signifikanten Rückspeisungen in die Hochspannungsebene. Bei rein dargebotsabhängiger Einspeisung der betrachteten PV-Anlage kommt es im Netz zu einspeisebedingten Grenzwertverletzungen. Abhängig von der Fahrweise des Speichers, und somit vom Nutzerverhalten, wird diese Situation entweder verschärft oder entschärft.</p> <p>Im Multi-Use-Fall wird ein Betriebskonzept entwickelt, das neben der Vermarktung von Primärregelleistung auch eine Optimierung der Gewinne aus der Direktvermarktung, eine Vermarktung der Speicherkapazität am Spotmarkt und die netzdienliche Nutzung der Flexi-bilität zur Vermeidung von Netzausbaubedarf ermöglicht.</p>

Abb. 1: Kurzbeschreibung der sechs in der Studie betrachteten Cases

4 Ergebnisse

Flexibilitätstechnologien bieten eine große Vielfalt von Anwendungsmöglichkeiten für unterschiedliche Akteure. Durch die Kombination mehrerer Anwendungen, den Multi-Use-Ansatz, bieten Flexibilitätstechnologien Potenziale für einen betriebswirtschaftlich optimierten Flexibilitätseinsatz und ermöglichen zugleich eine Netzausbauoptimierung. Heutige rechtliche und regulatorische Vorgaben verhindern eine volkswirtschaftlich optimale Nutzung von Flexibilitäten. Daher gilt es, Flexibilitäten durch die regulatorische Differenzierung von Netznutzungsprodukten anzureizen und Lösungsansätze für eine bessere Nutzung von Flexibilitäten zu entwickeln. Im Folgenden werden diese Ergebnisse differenziert und detailliert erläutert.

4.1 Flexibilitätstechnologien bieten eine große Vielfalt von Anwendungsmöglichkeiten für unterschiedliche Akteure

Es gibt eine Vielzahl von Flexibilitätstechnologien, die sich in zwei Kategorien einteilen lassen: Technologien zur Stromspeicherung und Technologien zur Veränderung von Stromerzeugung und Stromverbrauch. Flexibilitätstechnologien der ersten Kategorie sind neben konventionellen Großspeichern wie Pumpspeicherkraftwerken auch Batterietechnologien wie Li-Ionen-Batterien oder innovative Speichertechnologien, z. B. CAES- und Schwungradspeicher. Technologien zur Veränderung von Stromerzeugung und Stromverbrauch, das ist die zweite Kategorie sind zum einen Lastmanagement (Demand Side Management) oder das Einsenken von Erzeugungsleistung. Zum anderen sind auch Power-to-X-Technologien für Sektorkopplung hierzuzuzählen. Also Technologien, bei denen Strom in andere Energieträger umgewandelt wird, wie z. B. Power-to-Mobility (Elektromobilität), Power-to-Gas oder Power-to-Heat (z. B. Speicherheizungen, Wärmeanwendungen).

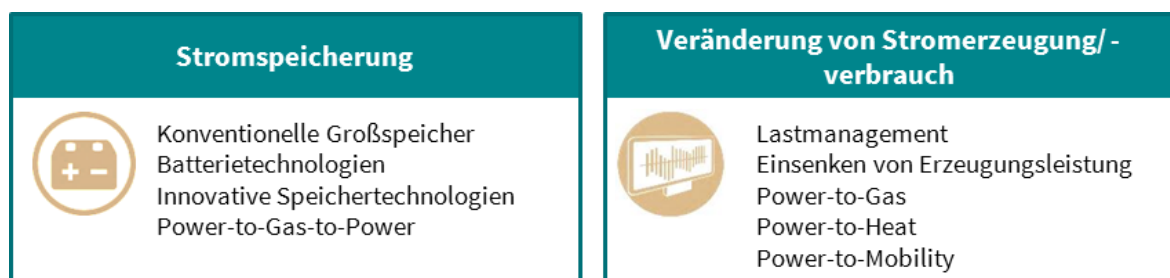


Abb. 2: Die zwei unterschiedlichen Kategorien von Flexibilitätstechnologien

Flexibilitätstechnologien aller Arten werden von unterschiedlichen Akteuren schon heute und vermehrt zukünftig aus verschiedenen Motivationen heraus genutzt. Industrie- und Gewerbegroßkunden betreiben mit ihren flexiblen Lasten oder zum Teil eigenen Erzeugungsanlagen Lastmanagement, um beispielsweise den Strombezug zu optimieren. Sogenannte Prosumer, darunter sind Privatpersonen zu verstehen, die gleichzeitig Erzeuger („Producer“) und Verbraucher („Consumer“) sind, nutzen Batterietechnologien, um den mit der eigenen PV-Anlage erzeugten Strom zu speichern und somit ihren Fremdbezug zu optimieren. Neben wirtschaftlichen Erwägungen spielen für private Nutzer auch Faktoren wie Technologieaffinität, Autarkiebestreben oder Nachhaltigkeitsaspekte eine große Rolle bei Investitionsentscheidungen in Fle-

xibilitätstechnologien. Kommerzielle Anlagenbetreiber oder Händler nutzen beispielsweise Batterie- oder Power-to-Heat-Technologien, um diese gewinnbringend zu vermarkten. Neben kommerziellen und privaten Nutzern sowie Energiedienstleistern stellen auch Netzbetreiber eine potenzielle Nutzergruppe dar. Allerdings ist der Speichereinsatz im Netz bislang regulatorisch nicht eindeutig geregelt.¹

Im Wesentlichen ergeben sich drei unterschiedliche Anwendungsarten, in denen die oben vorgestellten Flexibilitätstechnologien Einsatz finden: nutzerbezogene, marktorientierte und netzdienliche Anwendungen². Je nach Anwendungsart gibt es unterschiedliche Formen, um die Flexibilitäten einzusetzen. Die nachfolgende Abbildung gibt eine Übersicht wichtiger Anwendungsmöglichkeiten.

¹ Aufgrund der unklaren Situation, ob und wie Netzbetreiber selbst Speicherbetreiber sein können (vgl. den Vorschlag der Europäischen Kommission für ein Clean Energy Package vom 30.11.2016), wurde daher in der vorliegenden Studie zunächst davon ausgegangen, dass der Speicherbetreiber nicht der Netzbetreiber selbst ist und somit der Speicher nicht als Bestandteil des Verteil-/Übertragungsnetzes angesehen wird.

² Neben den drei genannten Anwendungsarten stellt Systemdienlichkeit eine weitere Anwendungsart dar. Systemdienliche Anwendungen dienen im Wesentlichen dem Stromnetz und sind daher in den netzdienlichen Anwendungen mit inbegriffen. Eine Ausnahme stellt allerdings die Regelleistung dar. Da diese Anwendung auf einem Markt gehandelt wird, wird sie im Studienkontext den marktorientierten Anwendungsformen zugeordnet.

Anwendungsart					
Nutzerbezogen		Marktorientiert		Netzdienlich	
Eigennutzung	Primäranwendung, wie z.B. ununterbrochene Produktionsprozesse	Spotmarkt-Trading	<i>Existierend:</i> -Batterie -Konventionelle GS -Lastmanagement <i>Grundsätzlich:</i> -Innovative ST -Power-to-X	Spannungshaltung	<i>Existierend:</i> -E.v. Einspeiseleistung -Lastmanagement <i>Grundsätzlich:</i> -Batterie -Innovative ST -Konventionelle GS -Power-to-X
Eigenverbrauchs-optimierung	<i>Existierend:</i> -Batterie <i>Grundsätzlich:</i> -Lastmanagement -Power-to-X	Regelleistungserbringung	<i>Existierend:</i> -Batterie -Konventionelle GS -Power-to-X -Lastmanagement <i>Grundsätzlich:</i> -Innovative ST	Engpassmanagement / Redispatch	<i>Existierend:</i> - <i>Grundsätzlich:</i> -Batterie -E.v. Einspeiseleistung -Innovative ST -Konventionelle GS -Lastmanagement -Power-to-X
Elektromobilität	<i>Existierend:</i> -Batterie -Power-to-X <i>Grundsätzlich:</i> -Lastmanagement	Bilanzkreismanagement	<i>Existierend:</i> - <i>Grundsätzlich:</i> -Batterie -E.v. Einspeiseleistung -Konventionelle GS -Lastmanagement -Power-to-X	Schwarzstartfähigkeit	<i>Existierend:</i> -Innovative ST -Batterie -Konventionelle GS <i>Grundsätzlich:</i> -
Notstromversorgung	<i>Existierend:</i> -Innovative ST -Batterie	Vermarktung von Wärme / Kraftstoff	<i>Existierend:</i> -Power-to-X <i>Grundsätzlich:</i> -Lastmanagement	Konventionelle GS = Konventionelle Großspeicher Innovative ST = Innovative Speichertechnologien E.v. Einspeiseleistung = Einsenken von Einspeiseleistung	

Abb. 3: Überblick über unterschiedliche Anwendungsarten

Nutzerbezogene Anwendungen sind neben dem direkten Eigennutzen (etwa für ununterbrochene Produktionsprozesse) z. B. die Optimierung des Fremdbezugs, die Notstromversorgung oder auch die Elektromobilität. Auch wenn bisher nur Batterien in der Eigenverbrauchsoptimierung und Power-to-X-Technologien bzw. Batterien in der Elektromobilität eingesetzt werden, ist anzunehmen, dass die Nutzung anderer Flexibilitätstechnologien für die zwei Formen Eigenverbrauchsoptimierung und Elektromobilität zunimmt. Für die Notstromversorgung ist auch hier zukünftig der Einsatz von Batterien anzunehmen.

Marktorientierte Anwendungen sind z. B. Spotmarkt-Trading, Regelleistungserbringung, Bilanzkreismanagement oder Vermarktung von Wärme oder Kraftstoff. Bereits heute werden Batterien, konventionelle Großspeicher (z. B. Pumpspeicherkraftwerke), Lastmanagement oder Power-to-X-Technologien im Spotmarkt-Trading, zur Vermarktung von Wärme oder zur Regelleistungserbringung eingesetzt. Grundsätzlich ist anzunehmen, dass alle in der Studie betrachteten Flexibilitätstechnologien in den Anwendungsformen Spotmarkt-Trading, Regelleistungserbringung und Bilanzkreismanagement Einsatz finden können.

Netzdienliche Anwendungen von Flexibilitäten sind beispielsweise Spannungshaltung und Engpassmanagement (Redispatch) zur Netzausbauoptimierung und Schwarzstartfähigkeit. Grundsätzlich können

sämtliche Flexibilitätstechnologien in diesen Anwendungsformen eingesetzt werden. Heute werden bisher nur das Lastmanagement und das Einsenken der Einspeiseleistung zur Spannungshaltung genutzt. Darüber hinaus begrenzen Power-to-Heat-Anwendungen (z. B. Speicherheizungen, Wärmepumpen) durch den netzdienlichen Einsatz ihrer Flexibilitäten den Netzausbau. Es ist auch hier zu erwarten, dass die Flexibilitätstechnologien zukünftig in prinzipiell allen Anwendungsformen Einsatz finden.

4.2 Multi-Use-Ansätze bieten Potenziale für einen betriebswirtschaftlich optimierten Flexibilitätseinsatz

In vielen Fällen werden Flexibilitäten heute nur für eine Anwendung genutzt. Es besteht jedoch ein zusätzliches Potenzial darin, Flexibilitäten für mehr als nur eine Anwendung gleichzeitig zu nutzen (**Multi-Use-Ansatz**). Grundsätzlich ist eine Vielzahl möglicher Kombinationen von marktorientierten, netzdienlichen und nutzerbezogenen Anwendungen auf verschiedenen Netzebenen denkbar. Der Multi-Use-Ansatz impliziert dabei nicht, dass die jeweiligen Anwendungen zwingend zeitgleich erbracht werden müssen, sondern die verschiedenen Anwendungen können sich auch abwechseln. Die folgende Abbildung (Abb. 4) zeigt, welche Anwendungen grundsätzlich miteinander kombinierbar sind. Aus Gründen der Übersichtlichkeit lassen sich nur Multi-Use-Ansätze aus zwei Anwendungen in der Tabelle darstellen, drei und mehr Anwendungen sind aber implizit enthalten, wenn die jeweiligen Paare zusammenpassen. Es wird deutlich, dass sehr viele Kombinationsmöglichkeiten bestehen, die theoretisch möglich wären.

	Spotmarkt-Trading	Regelleistungserbringung	Bilanzkreismanagement	Vermarktung von Wärme/Kraftstoff	Spannungshaltung	Engpassmanagement/ Redispatch	Schwarzstartfähigkeit	Eigenverbrauchsoptimierung	Notstromversorgung	Elektromobilität
Spotmarkt-Trading										
Regelleistungserbringung	☛									
Bilanzkreismanagement	☛	☛								
Vermarktung von Wärme/Kraftstoff	☛	☛	☛							
Spannungshaltung	☛	✗	☛	☛						
Engpassmanagement/ Redispatch	☛	☛	☛	☛	☛					
Schwarzstartfähigkeit	☑	☑	☛	☛	☑	☑				
Eigenverbrauchsoptimierung	☛	☑	☛	☛	☛	☛	☛			
Notstromversorgung	☛	☛	☛	☛	☛	☛	☛	☛		
Elektromobilität	☛	☛	☛	✗	☛	☛	✗	☛	☛	

Legende: ☑ wird heute praktisch angewendet ☛ theoretisch möglich ✗ eher unwahrscheinlich

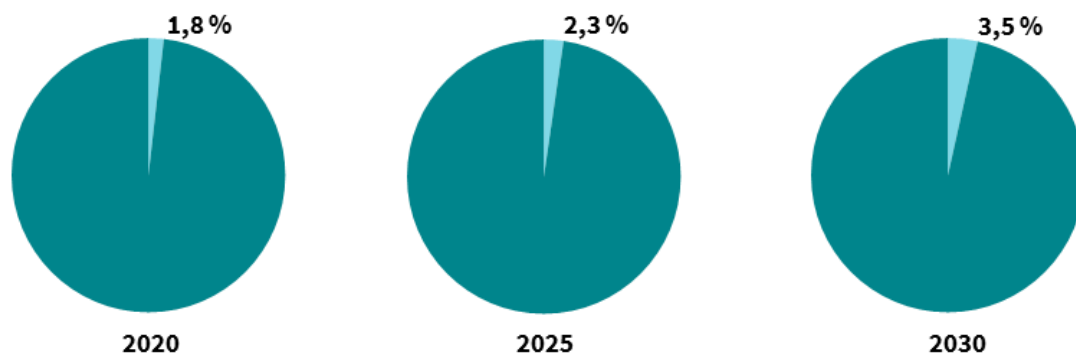
Abb. 4: Kombinationsmöglichkeiten der unterschiedlichen Anwendungsarten

Schon heute sind erste Multi-Use-Anwendungen im Markt. In der Praxis werden Flexibilitäten bereits für Kombinationen aus einer nutzerbezogenen mit einer marktorientierten Anwendung eingesetzt. Ein Beispiel hierfür ist der Batterieeinsatz von Eigenstromerzeugern zur Eigenverbrauchsoptimierung und Regelleistungsvermarktung durch Pooling von Anlagen in unteren Spannungsebenen. PV-Anlagenbetreiber nutzen den Speicher, um ihren Anteil an Eigenstromversorgung zu erhöhen. Gleichzeitig ist der Speicher in einem Schwarm mit anderen Speichern vernetzt. Damit entsteht ein Speicherverbund mit mehreren Megawatt Leistung, der zur Regelleistungserbringung genutzt werden kann. Ein anderes Beispiel stellt der Einsatz von konventionellen Großspeichern, wie Pumpspeicherkraftwerken, in mehreren Anwendungen dar. Diese Speicher zeichnen sich durch ihre Schwarzstartfähigkeit aus und werden gleichzeitig auch zur Regelleistungserbringung, im Spotmarkt-Trading, zum Engpassmanagement oder zur Spannungshaltung eingesetzt.

Multi-Use-Anwendungen eignen sich, um die Strombezugskosten für Anlagenbetreiber zu senken. Unter Vernachlässigung der aktuellen regulatorischen Rahmenbedingungen zeigt sich, dass in vier der sechs Cases die Anlagenbetreiber mit Multi-Use-Anwendungen ihre Strombezugskosten reduzieren oder ihre Vermarktungserlöse erhöhen können. Für den exemplarisch gewählten Case *Smart-Neighbourhood-Konzepte* (Case II) ergibt sich beispielsweise, dass sich das betriebswirtschaftliche Ergebnis der Anlagenbetreiber durch die Multi-Use-Anwendung des Quartierspeichers aus Eigenverbrauchsoptimierung und Spotmarkt-Trading um bis zu 60 Prozent gegenüber einer alleinigen Nutzung der Quartierspeicher zur Eigenverbrauchsoptimierung verbessern lässt. Zusätzlich könnte der Anlagenbetreiber in dem genannten Case weitere attraktive Erlöse über die Vermarktung des Quartierspeichers in der Primärregelleistung erzielen. Weiterhin wird ebenso bei dem Case *Konzepte zur Sektorkopplung* (Case IV) deutlich, dass unter aktuellen Rahmenbedingungen zwar keine Anreize für eine marktorientierte Anwendung einer Power-to-Heat-Anlage bestehen, dass aber unter Annahme des alternativen Rahmens dieses Multi-Use-Konzept eine betriebswirtschaftlich sinnvolle Alternative zu einem gasbefeuerten Kessel zur Deckung einer Wärmelast darstellen kann.

4.3 Multi-Use-Ansätze ermöglichen Netzausbauoptimierung im Verteilnetz

Kritische Netzsituationen, die eine Anpassung der Fahrweise der Flexibilität erfordern, treten nur sehr selten auf. Kommt es zu netzseitigen Problemen, können bereits wenige temporäre Anpassungen der Betriebsweise der Flexibilitäten gewährleisten, dass der Multi-Use-Einsatz der Flexibilität netzverträglich ist. Zudem können Flexibilitäten nicht nur netzverträglich, sondern darüber hinaus auch netzdienlich eingesetzt werden. Damit ist gemeint, dass in Netzen, in denen andere Netznutzer kritische Netzsituationen hervorrufen, eine Anpassung der Fahrweise der Flexibilität diese kritischen Netzsituationen entschärfen kann. Bislang garantiert das Netz allen Nutzern, also auch Anlagenbetreibern, einen uneingeschränkten Netzzugang. Ein zentrales Ergebnis der Studie ist, dass dies in vielen Zeiträumen auch zukünftig möglich sein wird. Im Durchschnitt liegt der Jahresanteil an erforderlichen Eingriffen in die Fahrweise der Flexibilität aufgrund von auftretenden Netzproblemen bei ungefähr dreieinhalb Prozent der gesamten Betriebsstunden eines Jahres (vgl. Abb. 5). In allen untersuchten Cases liegt dieser Anteil unter zehn Prozent.



■ Durchschnittlicher Anteil kritischer Netzsituationen, gemessen an den jährlichen Betriebsstunden

Abb. 5: Jahresanteil kritischer Netzsituationen, die eine Anpassung der Flexibilität erfordern

Durch Multi-Use-Ansätze können Netzausbaukosten im Verteilnetz reduziert werden. In fünf von sechs untersuchten Cases ist die zusätzlich netzdienliche Anwendung der Flexibilität kostengünstiger als der konventionelle Netzausbau. Wenngleich der prozentuale Anteil kritischer Netzsituationen in den untersuchten Cases prozentual gering ausfällt, resultiert daraus ein Handlungsbedarf für den Netzbetreiber, da für einen sicheren Betrieb eine Überlastung der Netze zwingend vermieden werden muss. Die dena-Netzflexstudie analysiert, welche Netzausbauposition die kostengünstigste Variante in dem jeweiligen Case darstellt. Verglichen wurden dabei der netzdienliche Flexibilitätseinsatz mit weiteren Optionen, die den Netzbetreibern zur Verfügung stehen, wie z. B. der Netzausbau mittels gängiger Technologien wie Kabeln und Freileitungen oder innovativen Maßnahmen wie regelbare Ortsnetztransformatoren, dynamisches Einspeisemanagement oder Leistungsreduktion im Fehlerfall. In der Mehrheit der in der Studie betrachteten exemplarischen Fälle ließ sich durch den netzdienlichen Flexibilitätseinsatz ein Großteil der Kosten sparen, die für die anderen oben aufgeführten Optionen der Netzbetreiber notwendig wären.

Eine netzdienliche bzw. netzverträgliche Fahrweise der Flexibilität hat nur geringe betriebswirtschaftliche Auswirkungen. Da netzbedingte Anpassungen an das Verhalten der Flexibilität zeitlich nur sehr selten erforderlich sind, sind die Auswirkungen auf die betriebswirtschaftlich optimale Fahrweise der Anlagenbetreiber gering. Die Abbildung 6 stellt dar, welche wirtschaftlichen Veränderungen sich in Anbetracht der alternativen Rahmenbedingungen für den Anlagenbetreiber ergeben. Hierbei wurden die Strombezugskosten bzw. die Vermarktungserlöse einer rein betriebswirtschaftlich optimierten denen einer zusätzlich netzdienlichen Fahrweise gegenübergestellt. Es zeigt sich, dass die Strombezugskosten bzw. die Vermarktungserlöse in allen Cases weniger als zwei Prozent voneinander abweichen. Durch einen Ausgleich dieser geringen betriebswirtschaftlichen Auswirkungen könnte bereits ein Anreiz für Anlagenbetreiber geschaffen werden, sich netzdienlich zu verhalten.

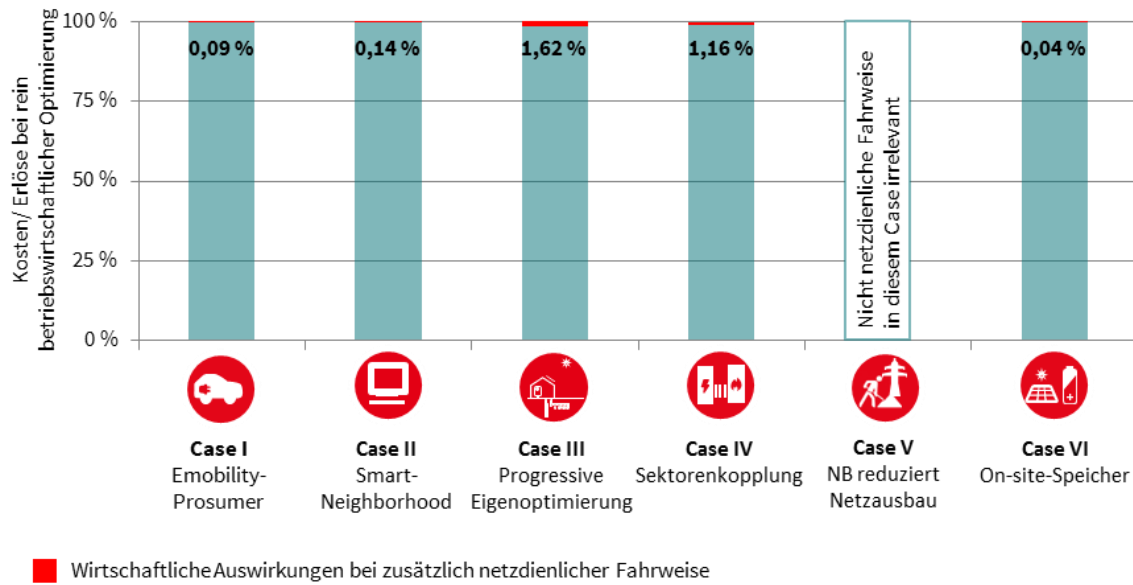


Abb. 6: Wirtschaftliche Auswirkungen für Anlagenbetreiber bei netzdienlicher Fahrweise in Prozent

4.4 Heutige rechtliche und regulatorische Vorgaben verhindern eine volkswirtschaftlich optimale Nutzung von Flexibilitäten

Der aktuelle regulatorische Rahmen für den Einsatz von Flexibilitäten ist sehr komplex und heterogen. Relevante Regularien finden sich in einer Vielzahl von Gesetzen und Verordnungen, beispielsweise im EnWG, EEG, StromNEV oder KWKG. Dabei wird deutlich, dass die verschiedenen Regelwerke nicht zwangsläufig aufeinander abgestimmt sind. Im Zuge der vorliegenden Studie wurden diese für die Thematik aktuell relevanten Gesetze, Verordnungen und sonstigen Regelungen in einer Regelungslandkarte erfasst und in einzelnen Themenfeldern zusammengeführt. Diese Felder sind unterteilt nach Regelungen zum Design von Märkten, zur Definition von Markttrollen, zur Entnahme von Strom, zur Einspeisung von Strom, zur Messung und Bilanzierung von Flexibilitäten und zur Nutzung und Abrechenbarkeit von Flexibilitäten durch Netzbetreiber.

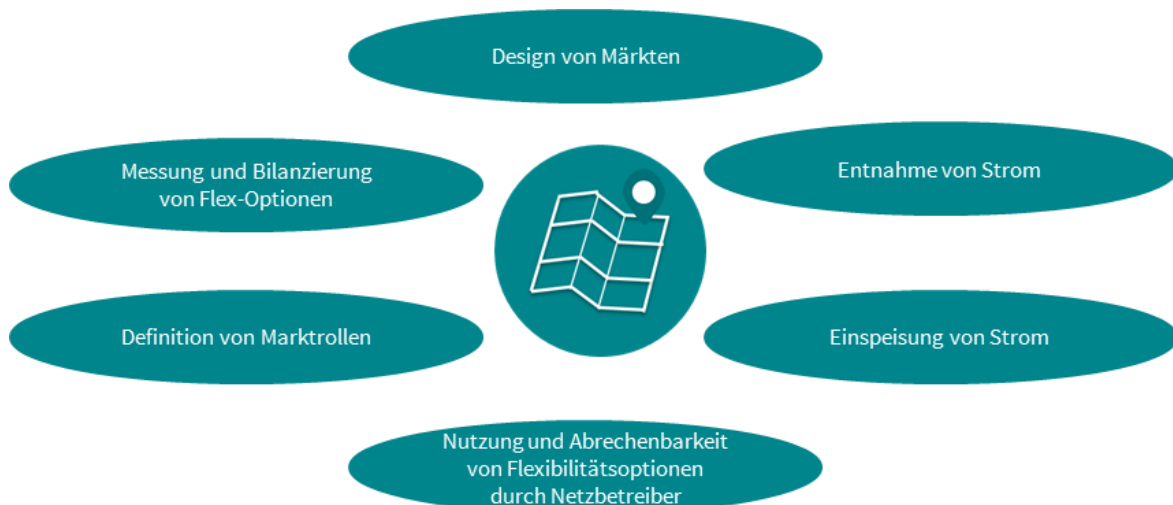


Abb. 7: Regelungslandkarte – Themenfelder der relevanten Regularien

Die rechtlichen und regulatorischen Vorgaben lassen sich grundsätzlich in allgemeine energiebezogene Rahmenbedingungen und netzbezogene Rahmenbedingungen einteilen. Allgemeine energiebezogene Rahmenbedingungen berücksichtigen Regularien zu allgemeinen Energiemarktregeln, Steuern, Umlagen und Abgaben. Sie dienen der Refinanzierung gesetzlich definierter Aufgaben. Netzbezogene Rahmenbedingungen haben zum Ziel, Netzzugänge und Netznutzungen zu regulieren. Neben der Refinanzierung des Netzbetriebes durch Netzentgelte beabsichtigen diese Rahmenbedingungen ebenso, eine optimale Netznutzung zu gewährleisten. Um Ineffizienzen zu vermeiden, gilt es, beide Bereiche kompatibel auszugestalten.

Steuern, Umlagen und Abgaben üben zum Teil eine ungewollte Steuerungswirkung auf den Flexibilitätseinsatz aus und verhindern beispielsweise einen wirtschaftlichen Power-to-Heat-Einsatz. Diese sogenannten staatlich induzierten Preiskomponenten (SIP) werden in der Regel pro Kilowattstunde erhoben und sind nicht dynamisiert, d. h., sie enthalten keine zeit- oder lastvariablen Preisbestandteile. Dieser Umstand zeigt in den einzelnen Cases unterschiedliche Auswirkungen, je nachdem ob der Flexibilitätseinsatz mit Alternativen verglichen wird, bei denen keine Belastung mit staatlich induzierten Preisbestandteilen besteht. Im Case *Konzepte zur Sektorkopplung* (Case IV) wird dieser Effekt besonders deutlich. In diesem Fall sind die staatlich induzierten Preiskomponenten Ursache für den Nicht-Einsatz der Flexibilität. Die zur Verfügung stehende Alternativenergie, in diesem Fall das Erdgas, ist nicht im gleichen Maße von Umlagen betroffen, sodass der Stromeinsatz zu Heizzwecken keine betriebswirtschaftlich sinnvolle Alternative für den Anlagenbetreiber darstellt. Der aktuelle, allgemein energiebezogene Ordnungsrahmen bietet damit keinen ausreichenden Anreiz für einen Multi-Use-Einsatz.

Der bisherige Ordnungsrahmen bietet flexiblen Netznutzern (sowohl Einspeisern als auch Abnehmern) nur wenige Anreize und Möglichkeiten, das Netz bedarfsgerecht und zugleich netzverträglich zu nutzen. Der bisherige netzbezogene Ordnungsrahmen ist wie der allgemeine energiebezogene Ordnungsrahmen ein starres Konstrukt. Der Netzbetreiber hat unter den derzeitigen regulatorischen Rahmenbedingungen keine hinreichend genauen Instrumente zur Verfügung, um Flexibilitäten anzureizen oder zu nutzen und dadurch z. B. zusätzlichen Netzausbau zu vermeiden. Dies liegt u. a. an den bestehenden Netzausbauverpflichtungen³ und der regulatorischen Benachteiligung von betriebskostenintensiven Lösungen⁴. Daher fehlen den Netzbetreibern bislang im Regelfall auch die technischen und organisatorischen Voraussetzungen, um vorhandene Flexibilität netzdienlich einzusetzen.

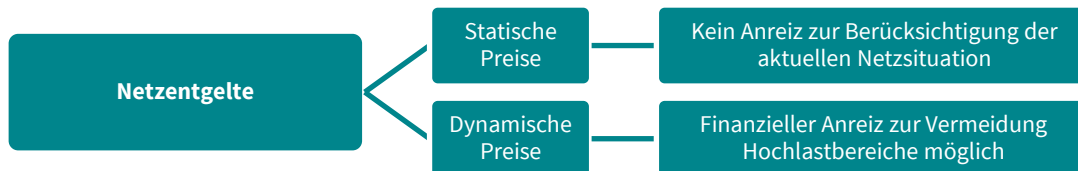
4.5 Eine Weiterentwicklung der Netzentgeltsystematik ist ein wesentliches Element, um netzdienlichen Flexibilitätseinsatz anzureizen

Primäre Aufgabe der Netzentgelte ist es, die Kosten des Stromnetzes (Netzbetrieb, Netzausbau etc.) verursachungsgerecht auf die Netznutzer zu verteilen. Eine Anpassung der Netzentgelte zum Anreiz eines netzdienlichen Flexibilitätseinsatzes ist vor diesem Hintergrund plausibel, da durch die damit verbundene Möglichkeit der Optimierung des Netzausbaubedarfs Investitionen gespart und auf diese Weise Kosten gesenkt werden können.

³ Netzausbauverpflichtungen bestehen z. B. aus § 11 Abs. 1 S. 1 EnWG oder § 12 EEG 2014.

⁴ Die bestehende regulatorisch unterschiedliche Behandlung von CAPEX und OPEX in der Anreizregulierungssystematik führt zu einer Besserstellung kapitalintensiver Lösungen (CAPEX-OPEX-Problematik). Auch die ARegV-Novelle von 2016 beseitigt diese grundsätzliche Problematik nicht.

Netzentgelte können sich aus verschiedenen verhaltensabhängigen und verhaltensunabhängigen Elementen zusammensetzen, die den Flexibilitätseinsatz beeinflussen. Die derzeitigen starren Preisbestandteile (Grundpreis, Arbeitspreis und Leistungspreis) der Netzentgelte reizen nicht zur Berücksichtigung der aktuellen Netzsituation und zum netzdienlichen Einsatz der Flexibilität an. Ein statischer Arbeitspreis z. B. reizt generell zur sparsamen Entnahme und der starre Leistungspreis zur gleichmäßigen Entnahme an. Beides kann in bestimmten Netzsituationen ein netzdienliches Verhalten hemmen.

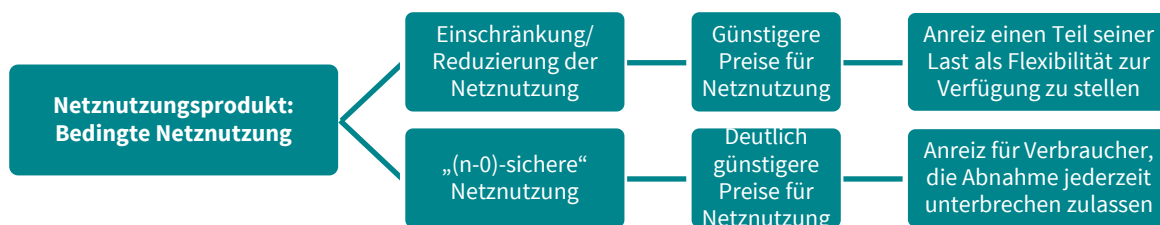


Die Einführung dynamischer Komponenten in der Netzentgeltsystematik (zeit-/lastvariable Entgelte) könnte helfen, Flexibilitäten und eine Entlastung der Netzsituation anzureizen. Durch eine Dynamisierung könnte ein Anreiz zur netzverträglichen Nutzung geschaffen werden. Hierbei werden beispielsweise bei einer höheren Netzlast die Preise für die Entnahme im betroffenen Zeitraum erhöht, um so eine Verschiebung flexibler Lasten anzuregen. Für die Entlastung der jeweiligen Netzanschlusssebene zeigt diese Dynamisierung im Einzelfall vermutlich keine ausreichend sichere Anreizwirkung, sie kann aber wichtige zusätzliche Deckungsbeiträge für Geschäftsmodelle zur Bewirtschaftung dezentraler Flexibilitäten erbringen. Dafür ist eine umfangreiche Umstellung der Marktschnittstellen erforderlich. Zudem bestehen Wechselwirkungen zu anderen Marktpreissignalen. Daher wird zunächst eine intensive wissenschaftliche und praktische Erprobungsphase empfohlen, die eine umfassende Abwägung zwischen dem Nutzen und dem zusätzlichen Transaktionsaufwand beinhaltet.

	Umfang und Komplexität des Vorschlags
Zeitliche Dynamisierung der Netzentgelte	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Die Einführung dynamischer Entgeltkomponenten führt zu einer erheblichen Steigerung der Komplexität des Marktes. ▪ Für die Abwicklung müssten Schnittstellen zwischen Netzbetreiber und anderen Marktteilnehmern eingerichtet und die Netzbilanzierung müsste umgestellt werden. ▪ Für die sachgerechte Festlegung von Preissignalen muss die Netzleitstelle ertüchtigt (z. B. Prognosesysteme für die Netzbelastung) und mit der Marktschnittstelle verknüpft werden. ▪ Die Regeln für Kostenverteilung zwischen verschiedenen Netznutzern und Netzebenen müssen angepasst werden. ▪ Netznutzer bzw. Lieferanten/Dienstleister müssen mit zeitlich variablen Netzpreisen operativ umgehen können und diese in ihre Abläufe oder Preiskalkulationen integrieren. ▪ Der Umfang des Anpassungsbedarfs und die Komplexität des Systems steigen, je stärker die Entgelte ausdifferenziert werden (örtlich, zeitlich, Höhe).

Das wissenschaftliche Gutachten zeigt weiterhin, dass prinzipiell unterschiedliche Netznutzungstypen anhand ihrer Flexibilitätsmöglichkeit unterschieden werden können. Zum einen gibt es den klassischen unflexiblen Netznutzer, der seine Entnahme oder Einspeisung nicht flexibel anpassen kann (unbedingte Netznutzung). Flexible Netznutzer hingegen können ihre Netznutzung steuern oder verschieben und benötigen daher nicht eine rund um die Uhr garantiert gesicherte Netzkapazität (bedingte Netznutzung). Durch die flexible Netznutzung wird kein bzw. kaum zusätzlicher Netzausbau auf Verteilnetzebene verursacht, da keine (oder nur wenig) zusätzliche Netzkapazität benötigt wird.

Es bestehen verschiedene Möglichkeiten, einen Anreiz für netzdienliches Verhalten über eine Weiterentwicklung der Netzentgelte regulatorisch zu verankern. Das wissenschaftliche Gutachten empfiehlt u. a., frei wählbare Netznutzungsprodukte für die eben beschriebenen Netznutzungstypen gesetzlich zu definieren und bei einer Weiterentwicklung der Netzentgeltsystematik zu berücksichtigen. Neben der Unterteilung von Netzentgelten für flexible und unflexible Abnehmer wäre eine Erweiterung auf Einspeiser denkbar.



Durch die Differenzierung und freie Wahl des Netznutzungsproduktes können Anreize zur Bereitstellung von Flexibilität geschaffen werden. Dies ist sowohl für die Entnahme als auch für die Einspeisung möglich. Wichtig hierbei ist das Prinzip der Freiwilligkeit: Der Netznutzer wählt ein Netznutzungsprodukt mit unterschiedlichen Kosten gemäß der Verursachungsgerechtigkeit (z. B. Einmalzahlung bei einer unflexiblen Einspeisung).

	Umfang und Komplexität des Vorschlags
Unterschiedliche Netznutzungsprodukte	<ul style="list-style-type: none"> ■ Eine grundsätzliche Voraussetzung ist die Netzzustandserfassung, ohne die der Netzbetreiber mögliche kritische Netzsituationen nicht hinreichend lokalisieren kann, um entsprechende lokale Flexibilitäten zur Problembehebung einzusetzen oder anzureizen. ■ Ebenfalls muss eine stärkere Ausdifferenzierung der Regelungsmöglichkeiten erfolgen, und die Zugriffsrechte und Handlungsbedingungen müssen definiert und festgelegt werden. ■ Für die Berücksichtigung von Einspeisung ist eine grundsätzliche Anpassung des regulatorischen Rahmens (Netzentgeltsystematik) notwendig. <p>➔ <i>Da bislang keine Erfahrung mit diesem Instrument existiert, sollte es zunächst in Pilotverfahren erprobt werden.</i></p>

Dies ist ein möglicher Lösungsansatz, um brachliegende Flexibilitäten zu aktivieren, bei deren Konkretisierung jedoch noch verschiedenste Fragen zu klären sind:

- Die regulatorische Differenzierung von Netznutzungsprodukten bedeutet eine Anpassung der Netzentgelt-systematik. Da eine möglichst verursachungsgerechte Kostenverteilung der Refinanzierung der Netze in der vorliegenden Studie allerdings nur am Rande betrachtet wurde, sind für die Implementierung der hier vorgestellten Netznutzungsprodukte weitere Untersuchungen notwendig.
- Bestimmt der Netzbetreiber, wo zwischen verschiedenen Netznutzungsprodukten gewählt werden kann, muss ein Netzengpass vorliegen oder steht die Wahl dem Netznutzer generell frei.
- Wie oft oder wann kann ein Netznutzer zwischen den Netznutzungsprodukten wechseln, und welche organisatorischen Kosten für den Netzbetreiber sind damit verbunden?

Es sollte darüber hinaus sichergestellt werden, dass diese Netznutzungsprodukte attraktiv für den Netznutzer sind und für den Netzbetreiber einen Vorteil generieren, den er weiterreichen kann, typischerweise die Vermeidung von Netzausbau.

Eine Alternative zur Verknüpfung von Netznutzungsprodukten und Flexibilitätsanreizen besteht darin, die beiden Elemente nicht fest miteinander zu verknüpfen, sondern in einem ersten Schritt die Netzentgelte so auszugestalten, dass sie verursachungsgerecht sind und Flexibilität anreizen, und in einem zweiten die Kontrahierung von Flexibilitätsprodukten für den Netzbetreiber zu ermöglichen. In beiden Ausgestaltungsmöglichkeiten ist es zunächst dem Flexibilitätsbetreiber überlassen, ob er die Flexibilität netzdienlich einsetzt oder nicht. Damit der Flexibilitätsbetreiber diese Wahlmöglichkeit in Betracht zieht, muss der netzdienliche Flexibilitätseinsatz für ihn aufgrund seines Einsparpotenzials attraktiv sein.

4.6 Kontrahierung von Flexibilitätsprodukten ermöglicht die Aktivierung brachliegender Flexibilitäten für einen netzdienlichen Einsatz

Anreize zum Einsatz von Flexibilitäten können durch Flexibilitätsprodukte entstehen, die durch den Netzbetreiber kontrahiert und vergütet werden. Durch Flexibilitätsprodukte können flexible Netznutzer (Einspeisung und Entnahme) zum netzdienlichen Einsatz ihrer Flexibilität angereizt werden, indem der Netznutzer aufgrund der Zahlung des Netzbetreibers eine zusätzliche Entnahme oder Einspeisung vornimmt, obwohl er rein marktorientiert eine andere Entscheidung treffen würde. Flexible Netznutzer erhalten damit eine verbesserte Vermarktungsmöglichkeit ihrer Flexibilität, und unfreiwillige Lastflussanpassungen, wie die zwangsweise Abregelung von Erzeugungsanlagen, können vermieden oder reduziert werden.

Mögliche Ausgestaltungsoptionen solcher Flexibilitätsprodukte sind Lastflussanreize/-angebote ohne gesicherte oder Lastflusszusagen mit gesicherter Verfügbarkeit für den Netzbetreiber. Der Unterschied hierbei liegt darin, dass bei der Lastflusszusage der Netznutzer für eine gewisse Periode verbindlich zusagt, auf Anforderung seine Einspeisung oder Entnahme anzupassen. Somit wird durch Flexibilitätsprodukte der Anreiz gesetzt, bei der Einspeise- oder Entnahmeentscheidung netzdienliche Aspekte zu antizipieren.

Durch die Schaffung eines Marktes für Flexibilitätsprodukte können Flexibilitäten regional netzdienlich vermarktet werden. Mit diesem Instrument könnten Netzbetreiber beispielsweise in einem EE-überspeisten Netz durch das Angebot einer Kompensationszahlung Netznutzer (Einspeisung oder Entnahme) zu einem netzdienlichen Einsatz von Flexibilität (Veränderung des Lastflusses durch Erhöhung der Entnahme

oder Senkung der Einspeisung) anreizen. Das Schaffen von kontrahierbaren Flexibilitätsprodukten hat geringe Rückwirkungen auf andere Regelungsbereiche und bietet viele Ansatzpunkte für einen kosteneffizienten Einsatz von netzdienlicher Flexibilität z. B. durch die wettbewerbliche Koordinierung in Form eines regionalen Flexibilitätsmarktes. Der gesetzliche Rahmen muss hierfür angepasst werden, da nach derzeitigem Stand nur ein „Zwangseingriff“ des Netzbetreibers in Ausnahmesituationen vorgesehen ist. Es müssen daher standardisierte Netzdienstleistungsprodukte definiert und regulatorisch überwacht werden. Die Vorschläge hätten vor allem positive Auswirkungen auf die untersuchten Cases *Konzepte zur Sektorkopplung* (Case IV) und *Netzbetreiber reduziert Netzausbau* (Case V), da dies mit einer zusätzlichen Vermarktungsmöglichkeit für Flexibilität einhergeht und ein netzdienlicher Speichereinsatz prinzipiell eine Netzüberlastung verringern kann.

	Umfang und Komplexität des Anpassungsbedarfs
Schaffung eines Marktes für Flexibilitätsprodukte	<ul style="list-style-type: none"> ■ Die Netzbetreiber müssen technisch und rechtlich in der Lage sein, steuernd auf kontrahierte Flexibilität zuzugreifen. ■ Die technische Ertüchtigung der Netze mit Netzzustandsüberwachung und automatisierter Steuerung flexibler Nutzer ist notwendig. ■ Netznutzer bzw. Lieferanten oder Dienstleister müssen die Lastflussanpassung abwickeln können (z. B. Auswirkungen auf Bilanzkreise abschätzen oder technische Abwicklung durchführen können). ■ Regulatorisch müssen Regelungen bezüglich der Höhe der Zahlungen getroffen und mögliche Mitnahmeeffekte verhindert werden. ■ Eine Pilotierungsphase zur Anpassung der Regelwerke, Marktmechanismen und Standardisierung der technischen Abläufe ist empfehlenswert.

4.7 Durch Weiterentwicklung der Umlagesystematik können ungewollte Steuerungswirkungen beseitigt und ein Einsatz von Flexibilität angereizt werden

Besonders der Bereich Sektorkopplung wird durch die Belastung mit Umlagen behindert. Auch in den unteren Spannungsebenen liegt der Schwerpunkt des Speichereinsatzes bislang auf der Maximierung der Eigenversorgung zur Vermeidung von Umlagen und Netzentgelten, ohne dass dabei die vorhandene Flexibilität dem lokalen Stromnetz zur Verfügung gestellt wird. Eine Anpassung der Umlagesystematik zur Nutzbarmachung dieser Potenziale für einen netzdienlichen Multi-Use-Einsatz ist daher notwendig. Die Anpassung würde vor allem den netzdienlichen Einsatz der vorhandenen Flexibilität bei den untersuchten Cases *Smart-Neighbourhood-Konzepte* (Case II), *Progressive Eigenoptimierung* (Case III) und *Konzepte zur Sektorkopplung* (Case IV) ermöglichen, da diese besonders durch die ungewollt verzerrende Wirkung der Umlagen behindert werden. Da die detaillierte Ausarbeitung und Untersuchung von Änderungen von Umlagen und Abgaben nicht Gegenstand der vorliegenden Studie ist, werden nachfolgend lediglich grundsätzliche Handlungsoptionen aufgezeigt.

	Grundsätzliche Handlungsoptionen
<p>Abmilderung der Verzerrungen durch staatlich induzierte Preisbestandteile (SIP)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ <i>Option:</i> Belastungen werden in ihrer Höhe reduziert oder abgeschafft. Die Finanzierung der mit der Umlage verfolgten Ziele kann auch außerhalb des Energieversorgungssystems, z. B. steuerbasiert, erfolgen. Dies würde die Anreize zur Eigenverbrauchsoptimierung und auch die Verzerrung zwischen Sektoren verringern. ■ <i>Option:</i> Harmonisierung der Umlagen zwischen den verschiedenen Sektoren, z. B. über die Ausweitung bestehender Umlagen auf weitere Bereiche wie den Wärmemarkt oder den Verkehr. Dies könnte insbesondere Problematiken der Sektorkopplung entschärfen. ■ <i>Option:</i> selektive Beseitigung energiewirtschaftlicher Hemmnisse und Verzerrungen. <p><i>Unabhängig von den genannten Optionen ist eine Komplexitätsreduktion z. B. durch Zusammenfassung von SIP erstrebenswert. Hierdurch kann die bestehende Unüberschaubarkeit der kumulierten Wirkung der SIP verbessert werden und eine vereinfachte Überprüfung erfolgen, ob diese die gewünschte energiepolitische Steuerungswirkung entfalten.</i></p>

5 Handlungsempfehlungen

Die Ergebnisse der dena-Netzflexstudie zeigen, dass der Einsatz von Flexibilitäten ein wichtiger Baustein ist, um eine kostenoptimale Umsetzung der Energiewende zu erreichen. Es existiert eine Vielzahl unterschiedlicher Anwendungsfälle und Kombinationsmöglichkeiten in Multi-Use-Anwendungen, sodass die maßgebliche Herausforderung heute darin besteht, einen regulatorischen Rahmen zu schaffen, der eine Umsetzung der volkswirtschaftlich günstigsten Lösung erlaubt. Die Studie zeigt deutlichen regulatorischen Handlungsbedarf, der sich in drei Handlungsfelder differenzieren lässt:

- Aktivierung der Flexibilitätpotenziale von Netznutzern durch Schaffung von Kosten- und Einkommensanreizen
- Ermöglichung der Nutzung von Flexibilitäten durch die Netzbetreiber
- Erhöhen der Anwendbarkeit verschiedener flexibilitätsbezogener Regelwerke durch Harmonisierung und Abbau der Unübersichtlichkeit

5.1 Aktivierung der Flexibilitätpotenziale von Netznutzern durch Schaffung von Kosten- und Einkommensanreizen

Um die Flexibilität bei Netznutzern zu aktivieren, ist eine Anpassung des regulatorischen Rahmens notwendig. Im Rahmen des Gutachtens wurden hierfür drei Schritte identifiziert:

- Dynamisierung der Netzentgeltsystematik durch zeit-/lastvariable Preisbestandteile
- Einführung von Flexibilitätsprodukten für Netzengpassmanagement
- Abbau der verzerrenden Wirkung staatlich induzierter Preisbestandteile

Die aktuell starren Bestandteile der Netzentgelte ermöglichen keine Steuerungswirkung zum netzdienlichen Einsatz von Flexibilitäten. Die identifizierten Ansätze zur Weiterentwicklung der Netzentgeltsystematik umfassen zum einen eine Dynamisierung (zeitlich variable Entgelte) und zum anderen die Entwicklung neuer „Netznutzungsprodukte“ für flexible Netznutzer. Für die detaillierte Ausgestaltung wurde weiterer Untersuchungsbedarf identifiziert, da insbesondere eine Dynamisierung der Netzentgelte mit einem hohen Aufwand verbunden ist. Es ist z. B. zu prüfen, ob die Lösungsoptionen in einem sinnvollen Kosten-Nutzen-Verhalten für alle Akteure stehen oder auch wie verhindert werden kann, dass der Leistungspreisbestandteil der Netzentgelte den Einsatz lastseitiger Flexibilitäten zuzeiten eines globalen oder regionalen Erzeugungsüberschusses erschwert.

➔ **Die Netzentgeltsystematik muss weiterentwickelt und dynamisiert werden, damit die Netzkosten verursachungsgerecht verteilt und Anreize gesetzt werden, um vorhandene Flexibilität für den Netzbetreiber nutzbar zu machen.**

Durch Flexibilitätsprodukte können flexible Netznutzer zum freiwilligen, netzdienlichen Einsatz ihrer Flexibilität angereizt werden und erhalten eine zusätzliche Vermarktungsmöglichkeit. Flexibilitätsprodukte haben eine geringe Rückwirkung zu anderen Regelungsbereichen und bieten viele Ansatzpunkte für einen kosteneffizienten Einsatz von Flexibilitäten.

➔ **Flexible Netznutzer sollen die Möglichkeit erhalten, über die Vermarktung von netzdienlichen Flexibilitätsprodukten zum Netzengpassmanagement beitragen zu können.**

Darüber hinaus ist es erforderlich, bestehende Hürden für Flexibilitätsnutzung abzubauen. Hierbei ist insbesondere die für den Erfolg der Energiewende zentrale Thematik der Sektorkopplung zu nennen, deren Wirtschaftlichkeit heute durch die verzerrende Wirkung von staatlich induzierten Preisbestandteilen verhindert wird.

➔ **Staatlich induzierte Preisbestandteile müssen sektorübergreifend angeglichen werden, um eine verzerrende Wirkung auf den Flexibilitätseinsatz auszuschließen.**

5.2 Ermöglichung der Nutzung von Flexibilitäten durch die Netzbetreiber

Damit Flexibilitäten netzdienlich genutzt werden, müssen Netzbetreiber

- technisch in der Lage sein, den Flexibilitätsbedarf erkennen und steuern/aktivieren⁵ zu können,
- regulatorisch berechtigt sein, Flexibilitäten netzdienlich zu nutzen,
- einen Anreiz zur Nutzung von Flexibilitäten haben,
- regulatorisch berechtigt sein, den flexiblen Netznutzern eine Zahlung für netzdienliches Verhalten anbieten zu können.

Aufseiten der Netzbetreiber ist eine geeignete Netzzustandsüberwachung auch in den unteren Spannungsebenen eine notwendige Voraussetzung für die netzdienliche Flexibilitätsnutzung. Der Netzbetreiber muss sowohl technisch als auch rechtlich in der Lage sein, steuernd auf die für netzdienliche Zwecke zur Verfügung gestellte Flexibilität direkt oder über Aggregatoren zuzugreifen. Hierzu ist vielerorts eine technische Ertüchtigung der Netzbetriebsmittel notwendig.

Bei der netzdienlichen Nutzung von Flexibilitäten als Alternative zum konventionellen Netzausbau werden aus Sicht des Netzbetreibers Investitionskosten durch betriebliche Aufwände substituiert. Damit der Netzbetreiber einen Anreiz hat, bei Engpässen die kostenoptimale Lösungsoption zu wählen, muss sichergestellt werden, dass die Anreizregulierung investitionskosten- und betriebskostenintensive Lösungsansätze gleichwertig behandelt und nicht beispielsweise durch eine einseitige Begünstigung in der Verzinsung die Bewertung von Lösungsoptionen verzerrt (CAPEX-OPEX-Problematik der Anreizregulierung).

➔ **Es ist erforderlich, die identifizierte regulatorische Benachteiligung intelligenter Netztechnologien (beispielsweise Netzzustandsüberwachung) und netzdienliche Flexibilitätsnutzung gegenüber konventionellen Investitionsmaßnahmen im Rahmen der Netzplanung zu beseitigen.**

Außerdem muss der Netzbetreiber die Möglichkeit haben, dem flexiblen Netznutzer eine Zahlung für netzdienliches Verhalten anbieten zu können, um das beschriebene Flexibilitätspotenzial anzureizen. Es ist zu untersuchen, unter welchen Umständen Lösungen über Marktplattformen oder über bilaterale Verträge anzustreben sind. In diesem Zusammenhang ist eine Standardisierung der Produkte erforderlich, um den Flexibilitätseinsatz durch den Netzbetreiber zu ermöglichen und Märkte hinreichend liquide zu gestalten. Diese

⁵ Dies kann bedeuten, dass die Netzbetreiber direkt die Flexibilitäten steuern oder aber über Aggregatoren den Flexibilitätseinsatz aktivieren.

regulierte Standardisierung muss aber zugleich hinreichenden Raum für eine dynamische Produktentwicklung durch Marktteilnehmer im Wettbewerb lassen.

→ ***Es besteht Untersuchungsbedarf bezüglich der optimalen marktorientierten Ausgestaltung der Beschaffung von Flexibilitätsprodukten.***

5.3 Erhöhen der Anwendbarkeit verschiedener flexibilitätsbezogener Regelwerke durch Harmonisierung und Abbau der Unübersichtlichkeit

Die existierende Regelungslandschaft bezüglich Flexibilitäten ist höchst heterogen. Unterschiedliche Regelwerke verfolgen unterschiedliche Ziele, und die Werke haben oft keine explizite Abstimmung aufeinander. Daraus ergibt sich nicht zwingend eine Widersprüchlichkeit der Regelungen, allerdings stellt die Unübersichtlichkeit, die auch für etablierte Nutzer bereits schwer durchschaubar ist, für neue Teilnehmer durchaus ein nennenswertes Hindernis dar. Es ist zu prüfen, inwiefern die existierende Regelungslandschaft durch die Bündelung von Regelungen zu Flexibilitäten in einem Gesetz vereinfacht und damit Hindernisse abgebaut werden könnten.

Um die vorgeschlagenen Lösungsinstrumente verfeinern und weiterentwickeln zu können, ist außerdem zu prüfen, wie Praktikabilitätstests erleichtert und deren Refinanzierung regulatorisch gesichert werden kann, um eine praxisnahe Ausgestaltung der Vorgaben zu entwickeln.

