Berlin, 10. September 2025

BDEW Bundesverband
der Energie- und
Wasserwirtschaft e.V.
Reinhardtstraße 32
10117 Berlin
www.bdeu.de

Fakten und Argumente

Flexibilitätsquellen im Wasserstoffsystem

Versionsnummer: 1.0

Der Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW), Berlin, und seine Landesorganisationen vertreten mehr als 2.000 Unternehmen. Das Spektrum der Mitglieder reicht von lokalen und kommunalen über regionale bis hin zu überregionalen Unternehmen. Sie repräsentieren rund 90 Prozent des Strom- und gut 60 Prozent des Nah- und Fernwärmeabsatzes, 90 Prozent des Erdgasabsatzes, über 95 Prozent der Energienetze sowie 80 Prozent der Trinkwasser-Förderung und rund ein Drittel der Abwasser-Entsorgung in Deutschland.

Der BDEW ist im Lobbyregister für die Interessenvertretung gegenüber dem Deutschen Bundestag und der Bundesregierung sowie im europäischen Transparenzregister für die Interessenvertretung gegenüber den EU-Institutionen eingetragen. Bei der Interessenvertretung legt er neben dem anerkannten Verhaltenskodex nach § 5 Absatz 3 Satz 1 LobbyRG, dem Verhaltenskodex nach dem Register der Interessenvertreter (europa.eu) auch zusätzlich die BDEW-interne Compliance Richtlinie im Sinne einer professionellen und transparenten Tätigkeit zugrunde. Registereintrag national: R000888. Registereintrag europäisch: 20457441380-38

Inhalt

1	Einleitung	3
2	Begriffliche und systemische Einordnung	4
3	Schnittstellen zu Strom- und Wärmesystem	5
4	Quellen und Bereitsteller von Flexibilität	6
5	Zeitliche Entwicklung und Relevanz in der Clusterphase	7
6	Aktuelle Herausforderungen und notwendige Rahmenbedingungen	8
7	Fazit	8

1 Einleitung

Wasserstoff wird eine Schlüsselrolle in der Dekarbonisierung von Industrie und Energiewirtschaft spielen, da er Erneuerbare Energien speicherbar und damit verlässlich nutzbar macht. Durch die Möglichkeit, Energie in großen Mengen über längere Zeiträume zu speichern, können Versorgungslücken bei schwankender Wind- und Solarstromproduktion ausgeglichen werden. Die sichere Stromversorgung in einem zunehmend auf Erneuerbaren Energien basierenden Energiesystem braucht Wasserstoff - und insbesondere Wasserstoffkraftwerke und -speicher - um auch die Dunkelflaute abzusichern. Die zukünftig benötigte sichere Bandlieferung von Wasserstoff für die Industrie kann in der ersten Phase des Hochlaufs nur durch sicher verfügbare große Flexibilitäten ermöglicht werden. So schafft Wasserstoff die Grundlage, volatile grüne Energie flexibel verfügbar zu machen und sektorenübergreifend einzusetzen.

Damit Wasserstoff diese Rolle erfüllen kann, ist jedoch auch innerhalb des Wasserstoffsystems ein hohes Maß an Flexibilität erforderlich. Kurzfristige Lastwechsel, mittelfristige Schwankungen und saisonale Unterschiede prägen Erzeugung, Transport und Nutzung von Wasserstoff. Um eine bedarfsgerechte und sichere Versorgung zu gewährleisten, braucht es somit Flexibilitätsquellen - insbesondere, um durch ein bedarfsgerechtes Angebot den Hochlauf des Wasserstoffmarktes zu ermöglichen sowie einen stabilen Netzbetrieb sicherzustellen, der die Grundvoraussetzung für einen funktionierenden Wasserstoffmarkt bildet.

Dieses Grundsatzpapier definiert und kategorisiert Flexibilitäten, beschreibt den spezifischen Bedarf im Wasserstoffsystem und formuliert Empfehlungen für Politik, Regulierung und Marktakteure. Dabei wird vor allem auf die speziellen Herausforderungen während des notwendigen Markthochlaufs eingegangen. Das Papier ergänzt damit die vom BDEW formulierten [Leitsätze und Kernforderungen für den Wasserstoffhochlauf](#), welche Technologieoffenheit, Systemintegration und Investitionssicherheit betonen, die den entstehenden Wasserstoffmarkt flankieren müssen.

2 Begriffliche und systemische Einordnung

Flexibilität im Energiesystem ist grundsätzlich die Veränderung von Einspeisung oder Entnahme als Reaktion auf ein externes Signal (z.B. Preissignale oder eine Aktivierung durch den Marktgebietsverantwortlichen)¹.

Flexibilitätsquellen im Wasserstoffbereich sind dadurch gekennzeichnet, dass sie die Fähigkeit besitzen, Angebot und Nachfrage von Wasserstoff dynamisch und bedarfsgerecht aneinander anzupassen. Ziel ist es, effizient auf Schwankungen in Wasserstoffproduktion und -nutzung zu reagieren. Sie unterstützen die Integration Erneuerbarer Energien, die Sektorkopplung sowie das gesamte Energiesystem und leisten daher einen entscheidenden Beitrag zur Versorgungssicherheit und Systemstabilität. Regelenergie hat dabei eine besondere Bedeutung inne. Durch die kurzfristige Bereitstellung von Flexibilität gewährleistet sie einen sicheren Betrieb des Wasserstoffnetzes und bildet damit die Basis eines funktionierenden Wasserstoffmarkts.

Zu unterscheiden sind daher folgende zeitliche Kategorien:

- › Kurzfristige Flexibilität: Minuten bis wenige Stunden, vor allem relevant für Netzbetrieb und Regelenergie.
- › Mittelfristige Flexibilität: Tage bis wenige Wochen, entscheidend zur Glättung meteorologisch bedingter Produktionsschwankungen.
- › Langfristige Flexibilität: Saisonaler Ausgleich, z. B. zwischen Sommerüberproduktion und winterlicher Nachfrage.

Aktuelle Herausforderung ist, dass sich der Wasserstoffmarkt erst in der Entstehung befindet. Er verfügt daher über deutlich weniger flexible Ressourcen als das etablierte Erdgasnetz. Zudem unterscheidet sich Wasserstoff durch eine geringere Energiedichte im Vergleich zum Erdgas (Faktor 3-4 geringer) mit dem Resultat, dass auch das Ausgleichspotenzial im Netz, wie z.B. der Leitungspuffer der Netzbetreiber (Linepack), deutlich geringer ist. Das notwendige Speicher- und Ausgleichspotenzial muss daher aus den ans Netz angeschlossenen, entsprechend dimensionierten Speichern oder anderen Flexibilitätsquellen kommen. Mit wachsender Speicherinfrastruktur und zunehmender Digitalisierung werden künftig große

¹ In Analogie zum Stromsektor und der Diskussion zum Demand-Side-Management ist darüber hinaus die Unterscheidung wichtig, ob eine Reduktion der Entnahme (Flexibilität als Lastsenkung) durch eine spätere Entnahmeerhöhung nachgeholt werden muss oder nicht (Nachholeffekt).

Flexibilitätskapazitäten verfügbar sein. Dennoch bleiben die Flexibilitätsbandbreiten im Wasserstoffnetz, die sich aus der aktuell in Erarbeitung befindlichen Logik der grünen Zone² ergeben (BNetzA-Festlegung WasABi), langfristig kleiner als im Erdgasnetz. Umso wichtiger ist es, bereits jetzt geeignete Anreize zur Flexibilitätsbereitstellung durch die Marktakteure für die Clusterphase (s. Kapitel 5) sowie die Phase des deutschlandweiten Marktgebietes zu schaffen. Hinzu kommt, dass Planungs-, Genehmigungs- und Bauphasen für einige Quellen mehrere Jahre in Anspruch nehmen werden.

3 Schnittstellen zu Strom- und Wärmesystem

Wasserstoff ist in mehrfacher Hinsicht mit anderen Energiesektoren verbunden. Besonders relevant ist die Schnittstelle zum Stromsystem. Wasserstoffherzeuger - vor allem, aber nicht ausschließlich Elektrolyseure - koppeln die Systeme: Sie arbeiten als flexible Lasten, sofern Strombezugsvorgaben die Fahrweise nicht einschränken. Bis zur Erreichung eines erneuerbaren Anteils von 90 Prozent im Marktgebiet bleibt das Betriebsprofil von Erzeugungsanlagen für erneuerbare Kraftstoffe nicht biogenen Ursprungs (RFNBOs) stark von regulatorischen Kriterien abhängig. Mit steigender Durchdringung volatiler Einspeiser wie Elektrolyseuren, die abhängig vom Dargebot Erneuerbarer Energien Wasserstoff erzeugen, entsteht ein zusätzlicher Bedarf an Flexibilität im Wasserstoffsystem. Wasserstoffspeicher können hier doppelt wirken: als Quelle von zusätzlichen Molekülen bei Unterdeckung und als Senke für Überschüsse. In Zeiten von Überschussstrom dienen Elektrolyseure als Senken, in Dunkelflauten können Wasserstoffspeicher als Quelle zur Rückverstromung zur Verfügung stehen, bspw. in Kraftwerken oder KWK-Anlagen. Flexibilität im Wasserstoffsystem kann somit entscheidend zur Integration Erneuerbarer Energien in allen Sektoren beitragen und eine entscheidende Rolle bei der Sicherung der Stabilität im Stromnetz einnehmen. Redispatch-Maßnahmen sind ein bewährtes Instrument, um Netzengpässe zu managen und kurzfristig Stabilität sicherzustellen. Eine alleinige Betrachtung von Redispatch-Maßnahmen greift in der Komplexität des Systems dabei zu kurz. Vielmehr ist ein Business Case notwendig, der auch weitere Flexibilitätsdienste ermöglicht.

² In der Festlegung zum Wasserstoff Ausgleichs- und Bilanzierungsmodell (WasABi) der Bundesnetzagentur beschreibt die grüne Zone einen stabilen Zustand des Netzes. Wenn der Netzzustand innerhalb dieser grünen Zone liegt, sind keine Ausgleichsmaßnahmen oder Anreize im Wasserstoff-Marktgebiet erforderlich.

Die tatsächliche Ausgestaltung der Wärmewende und der Anteil von Wasserstoff in der Bereitstellung von Gebäudewärme ist noch ungewiss und in Fachkreisen nicht abschließend erörtert. Für eine echte sektorübergreifende Optimierung braucht es datenbasierte Schnittstellen, klare Bilanzierungsregeln und ökonomische Signale, die Lastverschiebungen zwischen Strom-, Gas- und Wärmesystem steuern.

4 Quellen und Bereitsteller von Flexibilität

Im zukünftigen Wasserstoffsystem können unterschiedliche Akteure Flexibilitätsquellen bereitstellen. Zu den Flexibilitätsquellen zählen bei Betrachtung des deutschlandweiten Marktgebietes Wasserstoffspeicher, vor allem Kavernen- aber auch Poren- sowie Röhrenspeicher, Wasserstofferzeugungsanlagen wie Elektrolyseure oder Dampfreformierungsanlagen, Grenzübergangspunkte, Importterminals, Ammoniakcracker und Industrieunternehmen mit flexiblen Bedarfen sowie Rückverstromungseinheiten (u.a. Wasserstoffkraftwerke). Die Flexibilitätsquellen unterscheiden sich stark in ihren Eigenschaften, die für die Flexibilitätsbereitstellung relevant sind. Hier zu nennen sind bspw. ihre voraussichtliche mengenmäßige und geographische Verfügbarkeit, der Zeitpunkt, ab wann die Option dem System tatsächlich zur Verfügung stehen wird sowie die technischen Einschränkungen und betrieblichen Möglichkeiten der Quelle im Bedarfsfall einer Flexibilitätsbereitstellung. Zudem ist die Unterscheidung von einer Lastreduktion und einer Lastverschiebung bei einer Flexibilitätsbereitstellung entscheidend. Technisch können Elektrolyseure bspw. ihre Last in Sekunden anpassen, auch wenn dies je nach Ausmaß der Lastanpassung mit Risiken behaftet sein kann. Betriebswirtschaftlich lohnt sich diese Flexibilität nur, wenn Strom- und Wasserstoffpreise entsprechende Signale geben. Hinzu kommen die bereits erwähnten regulatorisch indizierten Einschränkungen bei der Produktion von RFNBOs. Wasserstoffimporte über Terminals oder Pipelines bieten mittel- und langfristige Spielräume, erfordern jedoch eine koordinierte Netzplanung.

Der heutige Einsatz von Speichereinrichtungen im Erdgas resultiert in wesentlichen Teilen aus hohen saisonalen Speicherbedarfen, begründet durch die Heizperiode. Der Speicher-/Flexibilitätsbedarf im zukünftigen Wasserstoffmarkt wird sich aufgrund der neuen Kundenstruktur (höherer Industrieanteil, fluktuierende Einspeisung von Elektrolyseuren, geringerer Raumwärmeanteil) deutlich kurzfristiger entwickeln. Es werden Speichersysteme benötigt, die agil und flexibel Wasserstoff bereitstellen können. Hierfür sind Kavernenspeicher besonders geeignet, wobei auch Porenspeicher v.a. für die saisonale Speicherung eine bedeutende Rolle spielen. Hinzu kommt, dass die benötigte sichere Bandlieferung für die Industrie in der ersten Phase des Hochlaufs im Wesentlichen durch Speicher unterstützt werden kann.

Auf der anderen Seite können Importterminals durch die stabile Einspeisung von Wasserstoffmengen in das Wasserstoffsystem einen wichtigen Beitrag dazu leisten, Flexibilitätsbedarfe auf der Nachfrageseite zu reduzieren. Deutschland wird weiterhin ein Energieimporteur bleiben. Importe tragen somit nicht nur zu einer Diversifizierung der Energiebeschaffung und -versorgung bei und reduzieren die Abhängigkeit von Energielieferanten aus dem außereuropäischen Ausland, sondern helfen bei der Stabilisierung des Energiesystems. Es ist demnach zwingend erforderlich, parallel die Grundlagen und Voraussetzungen für den Import von Wasserstoff und seinen Derivaten weiterentwickelt werden. Hier würde eine [Europäische Wasserstoff-Allianz wichtige gemeinsame Arbeit](#) leisten können.

Die diversen Unterschiede der Quellen machen deutlich: Die Bewertung der Flexibilitätspotenziale muss technologieoffen und systemisch erfolgen. Ein besonderes Augenmerk liegt auf der Frage, in welchen Phasen des Hochlaufs welche Flexibilitätsquellen technisch und wirtschaftlich verfügbar sind.

5 Zeitliche Entwicklung und Relevanz in der Clusterphase

Wie bereits beschrieben steigen die Flexibilitätsbedarfe aber auch die Flexibilitätspotenziale im System mit zunehmender Zahl von Einspeisern und Verbrauchern, in der Hochlaufphase sind die Quellen jedoch noch begrenzt. Die wenig vermaschten, kleineren Netzsysteme/Cluster sind zu Beginn tendenziell durch eine direkte Lieferbeziehung geprägt. Zudem ist in der Aufbauphase des Kernnetzes davon auszugehen, dass im Zeitverlauf ein nur sehr begrenzter Regelleistungsmarkt existiert. Darüber hinaus werden sich die Regelleistungsoptionen in den Clustern voraussichtlich sehr unterschiedlich entwickeln. Dies stellt besondere Anforderungen an die Systemplanung. Cluster sollten deshalb im Rahmen des Möglichen bereits zu Beginn berücksichtigen, dass sie möglichst viele Flexibilitätsoptionen beinhalten. Um Perspektiven und Anreize für die Bereitstellung von Flexibilitäten zu bieten sowie den Markthochlauf zu fördern, sollten die Mechanismen zur Flexibilitätsbeschaffung von Anfang an möglichst marktbasiert ausgestaltet werden.

Wasserstoffspeicher stellen eine wichtige Flexibilitätsoption dar. In den Clustern, in denen Speicherkapazitäten zunächst nicht ausreichend vorhanden sind, werden in einem begrenzten Umfang Alternativen gefunden werden müssen. Ein Austausch über Herausforderungen und Rahmenbedingungen zwischen Bilanzkreisverantwortlichen/Händlern, Speicherbetreibern, Betreibern anderer Flexibilitätsquellen und Netzbetreibern wäre in diesem Zusammenhang sinnvoll.

6 Aktuelle Herausforderungen und notwendige Rahmenbedingungen

Kurzfristig bestehen wesentliche Herausforderungen im Flexibilitätsmarkt für Wasserstoff. Die verfügbare Flexibilitätsmenge ist absehbar knapp. Ohne gezielte Ausbaudynamik bei Speichern, intelligent gesteuerten Elektrolyseuren und flexiblen Verbrauchern droht eine strukturelle Unterdeckung. Cluster mit wenigen Akteuren bieten nur begrenzte Ausgleichsmöglichkeiten. Flexibilitätsquellen, wie beispielsweise industrielle Lastverschiebung oder Kurzzeitspeicher mögen technisch machbar sein, drohen aber ohne entsprechende Marktanreize wirtschaftlich nicht aktiviert zu werden. Zudem ist der regulatorische Rahmen für viele potenzielle Anbieter noch unklar, z.B. bzgl. der Teilnahme am Regelenergiemarkt. Untergrundspeicher mit Speichervolumen von mehreren TWh bieten hohes Flexibilitätspotenzial, benötigen jedoch hohe Anfangsinvestitionen und lange Vorlaufzeiten für Planung, Genehmigung, Bau und Inbetriebnahme. Um die notwendige Flexibilität rechtzeitig verfügbar zu machen, müssen heute die richtigen Investitionssignale und -anreize gesetzt werden. Hinzu kommt, dass die Produkte, mit denen die Flexibilitätsquellen aktiviert werden können, noch nicht ausgestaltet sind und wesentliche Regularien fehlen. Hier müssen Preissignale entstehen, sodass Betreiber von Quellen ein betriebswirtschaftliches Interesse an der Bereitstellung der Flexibilität für das System haben. Dazu gehören verlässliche Erlösperspektiven, regulatorische Planungssicherheit sowie pragmatisch ausgestaltete Regulierung und [die gezielte Förderung von Speicherinfrastruktur](#) mit langfristiger Wirkung.

7 Fazit

Es ist festzuhalten, dass in der Hochlaufphase des Wasserstoffsystems Flexibilitätsquellen, wie z.B. Wasserstoffspeicher sowie flexible Einspeiser oder Abnehmer im Wasserstoffsystem, begrenzt sein werden. Das Flexibilitätsangebot im heutigen Erdgassystem ist für Wasserstoff daher nicht ansatzweise vergleichbar. Die unterschiedlichen Clusterentwicklungen bereiten zusätzliche Schwierigkeiten, da zum Teil ganz unterschiedliche Anforderungen bei der Bereitstellung und der Abnahme von Flexibilitäten bestehen.

Die Verfügbarkeit und Bereitstellung von Flexibilität ist dennoch ein zentraler Erfolgsfaktor für den Markthochlauf von Wasserstoff und die Sektorkopplung: Flexibilitätsquellen im Wasserstoffsystem ermöglichen die Integration volatiler Erzeugung, gleichen regionale Ungleichgewichte aus und stabilisieren das Gesamtsystem mit besonderen Vorteilen für die Stabilität des Stromsystems. Der Handlungsbedarf ist klar: Bereits heute müssen regulatorische, marktliche und infrastrukturelle Voraussetzungen geschaffen werden, die einen effizienten Einsatz von Flexibilität in ausreichendem Maße ermöglicht. Wasserstoffuntergrundspeicher als zwingende, systembildende Voraussetzung für einen Wasserstoffmarkt, Elektrolyseure und flexible Verbraucher benötigen Planungssicherheit und wirtschaftliche Anreize. Gleichzeitig muss der

Ordnungs- und Regelungsrahmen klar definieren, wie Flexibilität systemdienlich aktiviert und vergütet werden kann. Nur durch ein koordiniertes Vorgehen von Politik, Regulierung und Wirtschaft lässt sich das Potenzial von Wasserstoff als flexibler Energieträger erschließen und im Sinne des gesamten Energiesystems optimieren.