

# Speicher und Netze für die Energiewende

## Grundlagen | Definitionen | Entwicklungen

Deutschland strebt an, seine Abhängigkeit von Energieimporten zu verringern und bis 2045 klimaneutral zu werden. Wind- und Solarenergie spielen dabei eine zentrale Rolle. Sie sind praktisch unerschöpflich, klimaschonend und ermöglichen während ihrer gesamten Lebensdauer eine inländische Wertschöpfung. Da ihre Stromerzeugung jedoch vom Wetter abhängt, stellen sie das Energiesystem vor neue Herausforderungen: Sonne und Wind stehen nicht jederzeit und überall in gleichem Umfang zur Verfügung. Damit die Stromversorgung dennoch zuverlässig funktioniert, müssen Angebot und Nachfrage jederzeit ins Gleichgewicht gebracht werden. Hierfür sind die Flexibilisierung des Stromverbrauchs, der Einsatz von Energiespeichern sowie der Ausbau und die Verbindung unterschiedlicher Regionen über Stromnetze von Bedeutung.

### Welche Rolle spielen Speicher und Netze?

Stromnetze verbinden viele verschiedene Erzeuger und Verbraucher miteinander. Sie ermöglichen den Transport von Strom aus Regionen mit hoher Stromproduktion in Gebiete mit hohem Stromverbrauch. Zudem werden durch die Vernetzung Erzeugungs- und Verbrauchsspitzen geglättet und können teilweise ausgeglichen werden – ein Effekt, der als Gleichzeitigkeitsfunktion bezeichnet wird. Stromspeicher sind die Joker der Energieversorgung: Sie nehmen überschüssigen Strom

auf und stellen ihn bei hoher Nachfrage wieder zur Verfügung. Speicher können aber noch viel mehr: Sie können helfen, Spannung und Frequenzschwankungen auszugleichen und sogar ihre Umgebung auch dann mit Strom versorgen, wenn die übergeordneten Netzebenen schwarzfallen.<sup>1</sup> Werden Speicher richtig eingesetzt, können Leitungen besser ausgelastet und so die Anschlusskapazität erhöht werden. Dadurch lassen sich die Kosten für den Netzausbau reduzieren.<sup>2</sup>

### Wie funktionieren die Stromnetze?

Stromnetze transportieren den Strom von den Erzeugern zu den Verbrauchern. Regional übernehmen dies Verteilnetze, national und europaweit Übertragungsnetze. Dabei gilt: Je größer der Netzverbund, desto besser gleichen sich Bedarfs- und Erzeugungsspitzen aus. So wird die Versorgung auch bei Extremereignissen wie Kältewellen sichergestellt. In Deutschland betreiben Amprion, 50Hertz, TenneT und TransnetBW die Übertragungsnetze. Sie tragen die Systemverantwortung und greifen ein, wenn die Systemstabilität gefährdet ist. Um eine reibungslose Zusammenarbeit auch grenzüberschreitend zu gewährleisten und sich gegenseitig über Landesgrenzen hinweg zu unterstützen, wurde der Verband Europäischer Übertragungsnetzbetreiber (ENTSO-E) gegründet.<sup>3</sup>

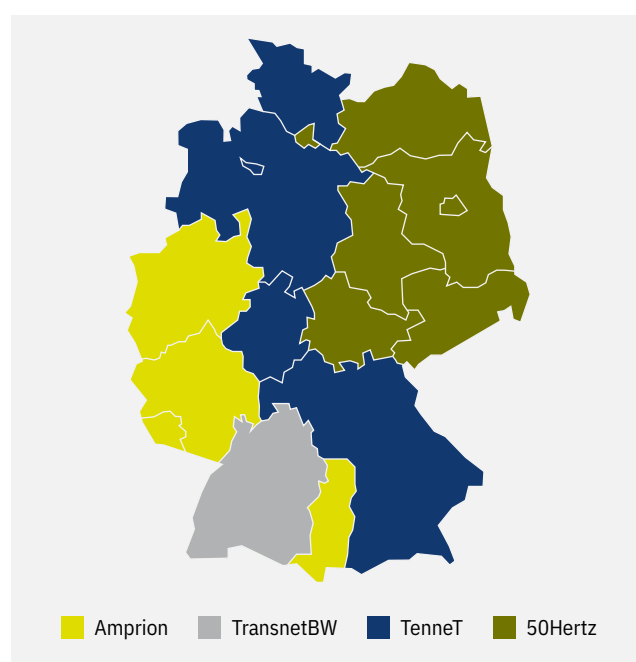


Abb. 1: Die vier Zonen des deutschen Höchstspannungsnetzes. Eigene Darstellung nach Bundesnetzagentur.<sup>4</sup>

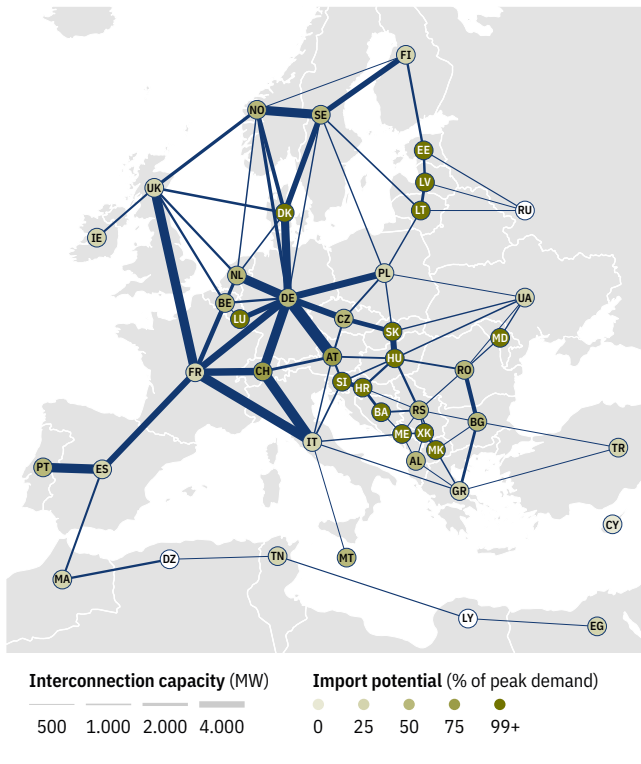


Abb. 2: Transportkapazitäten im europäischen Verbundnetz. Eigene Darstellung nach Ember Energy.<sup>5</sup>

## Welche Herausforderungen gibt es?

Im Zuge der Energiewende und aufgrund der unsicheren Versorgungslage für fossile Rohstoffe werden immer mehr Anwendungen elektrifiziert. Vor allem Wärmepumpen, E-Mobilität und industrielle Prozesse erhöhen den Strombedarf, hinzu kommen neue Großverbraucher wie Datacenter. Gleichzeitig ersetzen viele kleinere Erzeugungseinheiten die bisherigen Großkraftwerke.<sup>6</sup> Um diese Herausforderungen zu bewältigen, müssen Stromnetze „intelligent“ gesteuert werden: Digitale Messsysteme und automatisierte Steuerungen ermöglichen die gezielte Einbindung von Verbrauchern und Energiespeichern in Haushalten oder Betrieben. So lassen sich Überlastungen vermeiden, Netzausbaukosten senken und die Stromversorgung stabilisieren.

Dennoch bleibt der Ausbau der Stromnetze die zentrale Aufgabe beim Umbau des Energiesystems. Da der Neubau und die Verstärkung einer Stromtrasse einen langen Vorlauf benötigen, ist es sinnvoll, Netze vorausschauend zu planen und auszubauen. Weil der Bedarf an Netzkapazitäten schnell wächst, der Netzausbau jedoch nur langsam voranschreitet<sup>7</sup>, kommt es – nicht nur in Deutschland – zunehmend zu Verzögerungen beim Anschluss von großen Verbrauchern, Batterien und erneuerbaren Energieerzeugern.<sup>8</sup>

## Welche Möglichkeiten stehen zur Verfügung, um Strom zu speichern?

### Batteriespeicher

Batteriespeicher können aus unterschiedlichsten Materialkombinationen hergestellt werden. Lange Zeit kamen für Großspeicher – etwa im Westberliner Stromnetz – und einfache mobile Anwendungen wie Elektrogabelstapler vor allem Bleibatterien zum Einsatz. In den vergangenen Jahren hat sich die Batterietechnologie jedoch rasant weiterentwickelt. Auch wenn das Ende dieser Entwicklung noch nicht absehbar ist, sind mit der aktuellen Generation von Lithium-Eisenphosphat-Batterien (LFP) bereits leistungsfähige Systeme verfügbar, die ohne kritische Rohstoffe wie Kobalt, Cadmium oder Nickel auskommen. Sie zeichnen sich durch eine lange Lebensdauer, hohe Wirkungsgrade sowie Widerstandsfähigkeit gegenüber Beschädigungen aus, sind tolerant gegenüber Fehlern beim Laden und können vergleichsweise kostengünstig hergestellt werden. Da weiterhin an zahlreichen neuen Materialkombinationen geforscht wird, ist davon auszugehen, dass sich der Trend hin zu robusteren, kostengünstigeren und leistungsfähigeren Batteriespeichern fortsetzen wird.<sup>9</sup>

Für größere, stationäre Anwendungen sind Redox-Flow-Batterien<sup>10</sup> eine interessante Alternative. Bei ihnen wird die Energie nicht in festen Batteriezellen, sondern in zwei verschiedenen flüssigen Elektrolytlösungen gespeichert. Der elektrochemische Prozess findet in einer Reaktionszelle statt, wo die Elektrolytlösung be- und entladen wird. Durch diesen Aufbau lassen sich Leistung und Speicherkapazität unabhängig voneinander verändern, und die Trennung der Elektrolyte sorgt für eine fast verlustfreie Speicherung. Daher sind Redox-Flow-Batterien

besonders gut geeignet, um Energie über einen längeren Zeitraum zu speichern. Außerdem verfügen sie über eine lange Lebensdauer, einen Wirkungsgrad von 70 bis 85 Prozent und sind besonders sicher.<sup>11</sup>

### Wasserstoffspeicher

Wasserstoffspeicher werden zukünftig eine wichtige Aufgabe im Energiesystem übernehmen. Wasserstoff kann sowohl als Rohstoff für die Industrie als auch zur Stromerzeugung in Turbinen, Motoren oder Brennstoffzellen eingesetzt werden. Bezogen auf seine Masse besitzt er einen hohen Energiegehalt, aufgrund seiner geringen Dichte jedoch nur eine niedrige Energiedichte pro Volumen. Daher sind für Transport und Speicherung entweder große Speichervolumina, hohe Drücke oder eine Verflüssigung erforderlich.

Wasserstoff lässt sich mittels Elektrolyse erzeugen und beispielsweise in Salzkavernen speichern. Auf diese Weise kann überschüssige Energie aus Wind- und Solaranlagen aufgenommen und langfristig gespeichert werden. Bei Bedarf, etwa während einer sogenannten Dunkelflaute, kann der Wasserstoff wieder zur Stromerzeugung genutzt werden. Besonders für die Industrie wird Wasserstoff eine wichtige Bedeutung haben. Allerdings ist der Gesamtwirkungsgrad bei der Rückverstromung mit etwa 35 Prozent vergleichsweise gering.<sup>12</sup>

## Pumpspeicherkraftwerke

Eine etablierte und technisch ausgereifte Großspeichertechnologie sind Pumpspeicherkraftwerke. Sie werden schon seit über 100 Jahren eingesetzt. Bei Stromüberschuss wird Wasser in ein höher gelegenes Becken gepumpt und bei Bedarf wieder abgelassen, um Turbinen anzutreiben. Diese Technik erreicht Wirkungsgrade von rund 80 Prozent, ist jedoch auf geeignete geografische Bedingungen angewiesen. Insgesamt sind in Deutschland 30 Pumpspeicherkraftwerke in Betrieb. Sie benötigen einen Höhenunterschied zwischen Ober- und Unterbecken, weshalb sich ein Großteil von ihnen in Mittel- und Süddeutschland befindet.<sup>13</sup>

## Thermische Energiespeicher

In thermischen Energiespeichern lässt sich Energie kostengünstig speichern, da Strom nahezu verlustfrei in Wärme umgewandelt werden kann. Besonders effizient erfolgt das mit dem Einsatz einer Wärmepumpe: Diese nutzt zusätzlich Wärme aus der Umgebung und kann beispielsweise zur Warmwasserbereitung in Haushalten eingesetzt werden. Thermische Energiespeicher eignen sich zudem zur saisonalen Wärmespeicherung – so lässt sich im Sommer gewonnene Solarenergie in Form von Wärme speichern und im Winter nutzen.<sup>14</sup>



Abb. 3: Pumpspeicherkraftwerk Hohenwarte II in Thüringen.

Neben den genannten Technologien existieren zahlreiche weitere Speichermöglichkeiten, darunter Druckluftspeicher, Eisspeicher, Flüssigsalzspeicher und Aquiferspeicher.

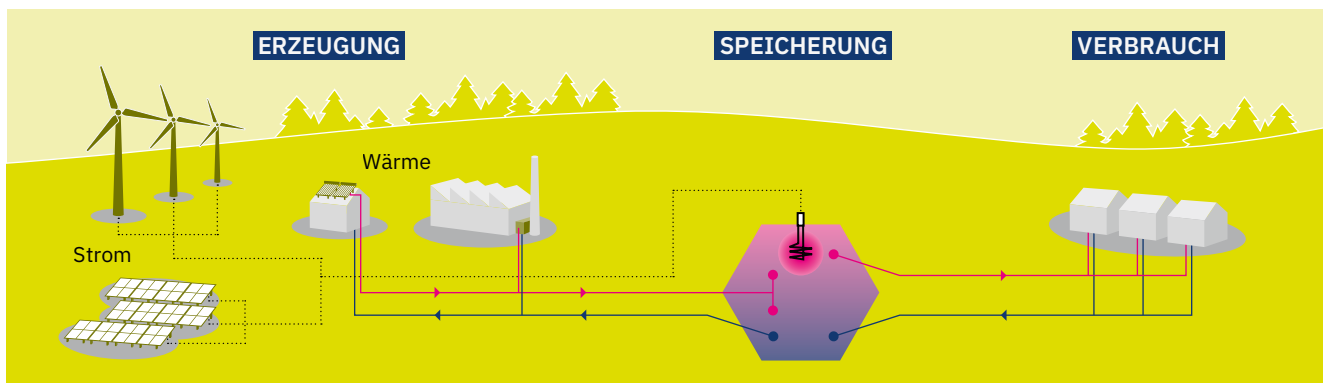


Abb. 4: Nahwärmenetz mit Wärmespeicher und Power-to-heat-Anlage. Eigene Darstellung.

## Wie sieht das Energiesystem der Zukunft aus?

Ein Blick auf die Entwicklung der Stromversorgung zeigt, dass zunächst um lokale Kraftwerke einzelne Strominseln entstanden, die später über Verbundnetze zusammengeschlossen wurden. So ließen sich Erzeugung und Verbrauch effizienter ausgleichen. Mit dem Voranschreiten der Übertragungstechnologien konnten immer größere Entfernungen überbrückt werden, wodurch die Verbundnetze kontinuierlich wuchsen. Dieser Prozess setzt sich bis heute fort: Die Vernetzung mit europäischen Nachbarländern erhöht die Versorgungssicherheit und ermöglicht die Nutzung der jeweils kostengünstigsten Erzeugungstechnologie. Künftig dürfte die Anbindung an EU-Nachbarstaaten weiter zunehmen, wodurch die Stromversorgung in Deutschland unabhängiger von regionalen Wetterlagen wird. Das europäische Verbundnetz stellt die wirtschaftlichste und zugleich zuverlässigste Form der Stromversorgung dar. Der Einsatz von Batteriespeichern und dezentralen Energieerzeugern ermöglicht es jedoch, ganze Regionen bei Störungen im

Übertragungsnetz zeitweise als Inselnetze zu betreiben.<sup>15</sup> Wird das europäische Verbundnetz mit der Fähigkeit zur Bildung von lokalen Inselnetzen kombiniert, kann die Resilienz des Energiesystems deutlich erhöht werden.

Speicher an Umspannwerken werden dazu beitragen, die Netzauslastung zu optimieren sowie Spannung und Frequenz stabil zu halten. Intelligent genutzte PV-Anlagen, Heimspeicher und Elektrofahrzeuge können nicht nur den Eigenverbrauch von Haushalten decken, sondern auch dazu beitragen, den Netzausbaubedarf zu reduzieren.<sup>16</sup> Der Umbau des Energiesystems bietet darüber hinaus erhebliche volkswirtschaftliche Vorteile, insbesondere durch sinkende Ausgaben für fossile Energieträger. Gleichzeitig entstehen neue wirtschaftliche Chancen, denn international ist in den Bereichen Elektrifizierung und Umbau der Energieversorgung ein besonders hohes Wachstum zu verzeichnen.

### Weiterführende Informationen:

- Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2024), Speicher für die Energiewende.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2023), Roadmap Systemstabilität.
- Netze und Speicher – Dossier. In: Neue Energie 06/2025, Seite 27ff.
- Verband der Elektro- und Digitalindustrie (2023), Intelligent, leistungsstark, flexibel: Stromnetze der Zukunft. Der Weg zum Klimaneutralitätsnetz – Was kommt nach 2030?
- Forschungsstelle für Energiewirtschaft (2025), Netzverträglicher Ausbau von Großbatteriespeichern. Lösungsansätze aus der Praxis.
- Deutsche Energieagentur (2023), Lokale Energieinfrastrukturen – Rückgrat der Energiewende vor Ort. Impulse für einen integrierten Planungsprozess auf lokaler Ebene.



- 1 Deutschlandfunk, Beitrag vom 8.5.2025, [Batteriegroßspeicher gegen Blackout und Dunkelflaute](#).
- 2 European Commission (2023), [Staff working document on the energy storage – underpinning a decarbonised and secure EU energy system](#).
- 3 [Website entsoe](#) – Connecting Europe, Electrifying the Future.
- 4 [Website Bundesnetzagentur](#), SMARD, Übertragungsnetzbetreiber.
- 5 [Website Ember Energy](#), Europe Electricity Interconnection Data Tool.
- 6 Schüring, J. (2025), [Überforderte Netze](#). In: Neue Energie 06/2025, S. 36, Netze und Speicher, Dossier.
- 7 Bundesrechnungshof (2024), [Bericht nach § 99 BHO zur Umsetzung der Energiewende im Hinblick auf die Versorgungssicherheit, Bezahlbarkeit und Umweltverträglichkeit der Stromversorgung](#), S. 22.
- 8 Deutsche Energie-Agentur (2023), [Lokale Energieinfrastrukturen – Rückgrat der Energiewende vor Ort. Impulse für einen integrierten Planungsprozess auf lokaler Ebene](#).
- 9 European Commission (2023), [Commission Staff Working Document, Energy Storage – Underpinning a decarbonized and secure EU energy system](#).
- 10 Fraunhofer Institut für Chemische Technologie (o. Jg.), [Redox-Flow-Batterie](#).
- 11 [Website Green Solar Energy](#), Arten von Stromspeichern – Zelltypen, Kosten und Lebensdauer.
- 12 [Website Die Bundesregierung](#), Forschung konkret, Nicht abschalten – sondern umwandeln.
- 13 [Website Speicherbranche.de](#), Branchenportal für Speicherlösungen.
- 14 Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2024), [Speicher für die Energiewende](#), S. 13ff.
- 15 Fraunhofer Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik (2026), [Positionspapier Grid-Forming Readiness im Verteilnetz – MS-Batteriespeicher als Schlüssel zur Inselnetzfähigkeit und Resilienz](#).
- 16 Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin (2025), [Reduktion des Netzausbaubedarfs durch Prosuming](#). Studie.

**Impressum** © FA Wind und Solar, Juli 2026 | V.i.S.d.P.: Dr. Antje Wagenknecht

**Autorenschaft:** Claudia Bredemann und Holger Loew

**Zitiervorschlag:** FA Wind und Solar (2026), Speicher und Netze für die Energiewende

**Bildnachweis:** S. 3 © euroluftbild.de/Gerhard Launer, S. 4 © elzeneize/iStock.

**Haftungsausschluss:** Die in dieser Broschüre enthaltenen Angaben und Informationen sind nach bestem Wissen erhoben, geprüft und zusammengestellt. Eine Haftung für unvollständige oder unrichtige Angaben, Informationen und Empfehlungen ist ausgeschlossen, sofern diese nicht grob fahrlässig oder vorsätzlich verbreitet wurden.

**Fachagentur Wind und Solar e. V.**

Fanny-Zobel-Straße 11 | 12435 Berlin  
 T +49 30 64 494 60-60  
 post@fa-wind-solar.de | www.fachagentur-wind-solar.de



**FACHAGENTUR**  
 WIND UND SOLAR