

Stromspeichersysteme: Übersicht und aktueller Stand in Deutschland und Frankreich

Dezember 2018

Autorin:
Alicia Lerbinger, DFBEW, alicia.lerbinger@i-carre.net

Kontakt:
Lena Müller-Lohse, DFBEW, lena.muller-lohse@developpement-durable.gouv.fr

Der Disclaimer befindet sich auf der letzten Seite des Dokuments.

Zusammenfassung

Stromspeicher spielen eine wichtige Rolle für die erfolgreiche Einbindung der Erneuerbaren Energien in das Elektrizitätsversorgungssystem. Sie können zum einen Flexibilität zum Ausgleich von Last- und Erzeugungsschwankungen bereitstellen und zum anderen Systemdienstleistungen zur Stabilisierung des Stromnetzes übernehmen. Es existieren verschiedene Stromspeichertechnologien, die sich in ihren Eigenschaften unterscheiden und somit jeweils für unterschiedliche Anwendungsgebiete geeignet sind.

Sowohl in Deutschland als auch in Frankreich sind bereits seit Jahren Stromspeicherkapazitäten in größerem Maßstab in Form von Pumpspeicherkraftwerken vorhanden. In den letzten Jahren gab es zudem in Deutschland einen starken Zubau an Großbatteriespeichern und kleinen Solarstromspeichern zur Optimierung des Eigenverbrauchs von Endkunden. In Frankreich sind Batteriespeicher noch nicht so weit verbreitet. Ihr Einsatz wird aktuell in Pilotprojekten getestet.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Gefördert durch:



I. Einleitung

Im Rahmen der Energiewende werden die konventionellen Stromerzeuger – nukleare und fossile Kraftwerke – zunehmend durch Erneuerbare-Energie-Anlagen ersetzt. Hierbei spielen insbesondere die volatil einspeisenden Wind- und Solarenergieanlagen eine wichtige Rolle. Um diese Stromerzeuger in die Elektrizitätsversorgung integrieren zu können, ohne die Versorgungssicherheit und Netzstabilität zu gefährden, sind unter anderem Veränderungen in der Stromnetzstruktur und im Netzbetrieb nötig.

Zum einen muss das **Stromnetz flexibler werden**, um Unterschiede zwischen Last und Erzeugung ausgleichen zu können. Verschiedene Optionen können Flexibilität bereitstellen, z.B. **steuerbare Kraftwerke, Lastmanagement, Stromhandel mit dem Ausland oder Stromspeicher**. Studien zum deutschen und französischen Stromnetz zeigen, dass ab einem Anteil von 90 % bzw. 80 % Erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung für eine vollständige Integration dergleichen zusätzliche Stromspeicher benötigt werden; zuvor sind andere Flexibilitätsoptionen aktuell kostengünstiger.¹ Die Speicher nehmen in Zeiten von Stromüberproduktion elektrische Energie auf und speisen den Strom zu Bedarfszeiten zurück ins Netz ein. Sie können somit einerseits kurzzeitige Schwankungen in Last und Erzeugung ausgleichen und andererseits saisonale Unterschiede in der Stromproduktion abdecken.

Zum anderen müssen für einen stabilen und zuverlässigen Betrieb des Stromnetzes **Systemdienstleistungen (SDL)** erbracht werden. SDL werden fortlaufend im Hintergrund durch die Netzbetreiber eingesetzt zum Überwachen, Ausbalancieren und Beheben von Störungen der Elektrizitätsversorgung. Die SDL-Produkte werden heutzutage überwiegend von konventionellen Kraftwerken erbracht. Diese werden jedoch in Zukunft in geringerer Anzahl und immer weniger Stunden am Netz sein, so dass alternative Erbringer für die SDL benötigt werden. Stromspeicher können hierzu einen Beitrag leisten.

II. Einteilung der Stromspeicher

Stromspeicher sind eine Art von Energiespeicher, welche allgemein definiert eine Anlage zum Einspeichern (Laden), Speichern (Halten) und Ausspeichern (Entladen) von Energie sind. In einem Stromspeicher wird Strom entweder in elektrischer Form gespeichert oder in eine andere Energieform umgewandelt, eingespeichert und in dieser Form gehalten. Mit dem Entladen des Speichers steht wieder Strom zur Verfügung.

Es existieren verschiedene Speichertechnologien, die sich anhand ihrer Eigenschaften oder Einsatzgebieten einteilen lassen. So wird nach der Form der eingespeicherten Energie zwischen mechanischen, elektrischen, chemischen und elektrochemischen Stromspeichern unterschieden oder nach der Speicherdauer zwischen Kurz- und Langzeitspeichern. In Kurzzeitspeichern wird in Sekunden-, Minuten-, Stunden- oder Tagesintervallen Strom eingespeichert und wieder entnommen. Demgegenüber speichern Langzeitspeicher den Strom über Wochen, Monate oder saisonal.

Daneben lassen sich Stromspeicher nach Leistungsgrößen unterteilen. Dies sind unter anderem Kapazität, Energiedichte, Leistung und Wirkungsgrad. Als **Speicherkapazität** oder Speicherinhalt (in Wh) wird die Energiemenge bezeichnet, die der Speicher abgeben kann, nachdem er vollständig geladen wurde. Die **Energiedichte** (z.B. in Wh/kg) gibt zusätzlich die nutzbare Energiemenge, also den Speicherinhalt pro Masse bzw. Volumen an. Die **Leistung** (in W) gibt die ein- bzw. ausgespeicherte Energiemenge pro Lade- bzw. Entladedauer an. Ein- und Ausspeicherleistung können sich unterscheiden. Der **Wirkungsgrad** gibt die Effizienz des Speicherprozesses an. Er ist definiert als das Verhältnis von ausgespeicherter Energie zu einspeichernden Energie.

¹ Agora Energiewende 2014, Stromspeicher in der Energiewende, S. 3 ([Link](#) zum Download).
Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) 2015, Un mix électrique 100% renouvelable ? Analyses et optimisations, S. 17 ([Link](#), auf Französisch).

In Abbildung 1 wird eine Übersicht über verschiedene Speichertechnologien gegeben, die heutzutage genutzt werden. Dargestellt ist die Ausspeicherdauer in Abhängigkeit von der durchschnittlichen Kapazität einer Speichertechnologie. Die Ausspeicherdauer ist das Verhältnis von ausgespeicherter Energie zu Ausspeicherleistung. Aus der Grafik wird ersichtlich, dass mehrere Speichertechnologien koexistieren. Diese unterscheiden sich in den zuvor erläuterten Eigenschaften bzw. Leistungsgrößen und weisen jeweils verschiedene Vor- und Nachteile auf.

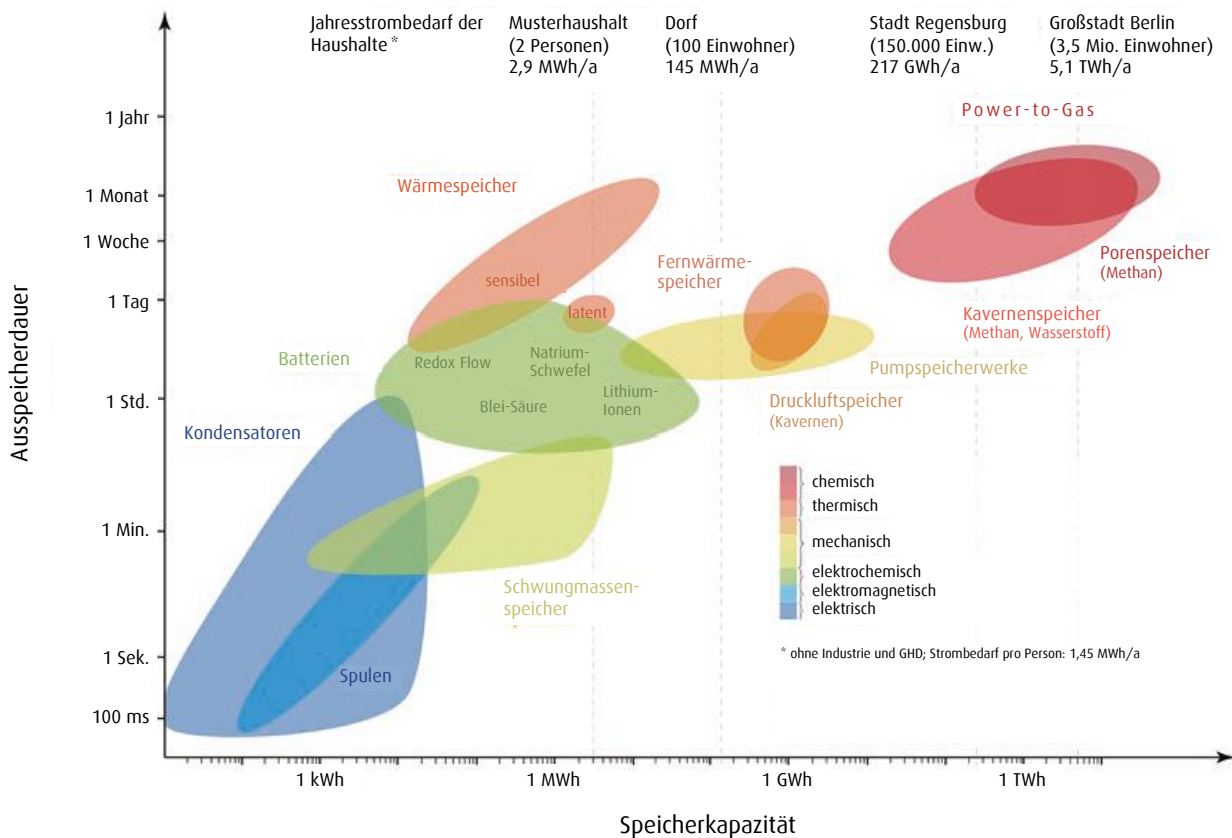


Abbildung 1 - Vergleich verschiedener Speichertechniken in der Entladedauer in Abhängigkeit der Speicherkapazität.
Quelle: FENES, Technische Hochschule Regensburg.²

II.1. Pumpspeicherkraftwerk

Pumpspeicherkraftwerke (PSW) werden weltweit in der Elektrizitätsversorgung eingesetzt, um große Mengen an Strom zu speichern. Global betrachtet stellen sie mehr als 97 % der Kapazität zur Stromspeicherung bereit.³ Sie nutzen die potentielle Energie von Wasser: In Zeiten von Stromüberproduktion wird Wasser vom tiefer gelegenen Unterbecken in das höher gelegene Oberbecken gepumpt (Einspeichern). Liegt dagegen im Netz ein Strombedarf vor, wird das Wasser aus dem Oberbecken über Turbinen in das Unterbecken zurückgeführt (Ausspeichern).

PSW sind eine **ausgereifte, etablierte Speichertechnologie** mit einem hohen Wirkungsgrad von 70 bis 80 %. Sie tragen seit langem zu einer zuverlässigen Elektrizitätsversorgung bei. PSW zeichnen sich durch eine sehr lange Lebensdauer und einer geringen Selbstentladung während der Speicherphase aus. Ein weiterer Vorzug sind die günstigen Betriebskosten von etwa 8 c€ pro gespeicherter Kilowattstunde.⁴

² Sterner und Stadler (Hrsg.) 2017, Energiespeicher – Bedarf, Technologien, Integration, S. 654.

³ International Energy Agency (IEA) 2018, Energy storage. Tracking clean energy processes ([Link](#), auf Englisch).

⁴ Sterner und Stadler (Hrsg.) 2017, Energiespeicher – Bedarf, Technologien, Integration, S. 649.



Gleichzeitig erfordert der Bau von PSW **hohe Investitionskosten**, wodurch aktuell lediglich große Anlagen wirtschaftlich rentabel sind. In den letzten Jahren sind zudem mehrere große Neubauprojekte auf **Akzeptanzprobleme in der Bevölkerung** gestoßen. Aus diesem Grund wird aktuell in Pilotprojekten die Kombination aus Klein-PSW im einstelligen MW-Bereich und Erneuerbaren-Energie-Anlagen getestet. Ferner basiert das Geschäftsmodell von PSW auf Strompreisschwankungen. PSW beziehen Strom zum Einspeichern kostengünstig in Zeiten von Überproduktion und verkaufen diesen in Bedarfszeiten zu höheren Preisen. Für einen rentablen Betrieb werden starke Strompreisschwankungen benötigt, die in diesem Maße zum Beispiel in Frankreich nicht gegeben sind.

II.2. Akkumulatoren

Akkumulatoren bzw. wiederaufladbare Batterien sind elektrochemische Speicher mit Kapazitäten bis zu einigen Megawattstunden. Der Batteriemarkt ist aktuell sehr dynamisch. Getrieben wird diese Entwicklung insbesondere durch die Elektromobilität und den Speicherbedarf für Erneuerbare Energien. Batterien können aus unterschiedlichen Materialien hergestellt werden, deren Kombination jeweils andere Speichereigenschaften bedingt. Im Folgenden werden die am weitesten verbreiteten Technologien vorgestellt.

Die **Bleibatterie** ist die **etablierteste Batterietechnologie**. Sie wird seit 150 Jahren eingesetzt. Infolgedessen gibt es weltweit lange Erfahrungen mit der Technik. Sie ist in der Herstellung die **kostengünstigste Batterie**, was sich in Investitionskosten von etwa 90-350 €/kWh niederschlägt.⁵ Aktuell werden jedoch auch andere Batterietechnologien günstiger und somit konkurrenzfähig. Zudem ist die Energiedichte der Bleibatterie geringer als bei anderen Batterien. Weiterhin hat sie bei häufigen Ladezyklen eine **begrenzte Lebensdauer**.

In den vergangenen Jahren haben sich deshalb zunehmend **Lithium-Ionen Akkus** verbreitet. Ihre Vorteile sind eine sehr **hohe Energiedichte, hohe Wirkungsgrade und eine hohe Leistungsfähigkeit**. In den letzten fünf Jahren hat sich zudem der Preis pro kWh mehr als halbiert und es sind weitere Kostenreduktionen zu erwarten.⁶ Nichtsdestotrotz sind Lithium-Ionen-Akkus heute mit 170-600 €/kWh noch **deutlich teurer als Bleibatterien**.⁷ Außerdem ist für den sicheren Betrieb eine **aufwendige Steuerung und Überwachung** der Batterien erforderlich, da es beispielsweise bei Temperaturabweichungen in einzelnen Batteriezellen zu Leistungsabfällen und Schäden kommen kann. Zudem basieren Lithium-Ionen Akkus auf **Rohstoffen mit stark begrenzten Vorkommen**.

Eine weitere Batterietechnologie ist die **Redox-Flow-Batterie**. Hierbei sind die Speicherbehälter im Gegensatz zu konventionellen Batterien von der Reaktionszelle räumlich getrennt. Die **Speicherkapazität ist somit unabhängig von der Leistung skalierbar**. Die Technologie befindet sich aktuell noch in der Entwicklung und ist **technisch noch nicht ausgereift**. Nachteile sind die geringe Energiedichte, sowie der schwierige Umgang mit den benötigten großen Mengen an Säure. Diese Nachteile und die gleichzeitig hohen Kosten verhindern aktuell einen großflächigen Einsatz dieser Batterietechnologie.

II.3. Weitere Speichertechnologien

Andere Technologien zur Stromspeicherung sind im Vergleich zu PSW und Akkumulatoren wenig verbreitet: **Druckluftspeicher** funktionieren analog zu PSW. Bei Stromüberproduktion wird die Energie zur Kompression von Luft eingesetzt und diese anschließen in unterirdischen Kavernen gespeichert. Zur Rückgewinnung des Stroms wird die Luft über Turbinen entspannt. Konventionelle Druckluftspeicher sind technisch ausgereift, allerdings haben sie einen sehr geringen Wirkungsgrad von ca. 50 %.

⁵ Sterner und Stadler (Hrsg.) 2017, Energiespeicher – Bedarf, Technologien, Integration, S. 649.

⁶ Bloomberg New Energy Finance (BNEF) 2017, Lithium-Ion Battery Costs and Market, S. 2, ([Link](#), auf Englisch).

⁷ Sterner und Stadler (Hrsg.) 2017, Energiespeicher – Bedarf, Technologien, Integration, S. 649.



Bei **Power-to-Gas-to-Power (P2G2P)** wird Strom in chemischer Form gespeichert. Überschüssiger Strom wird dazu genutzt, Wasser in seine Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff zu zerlegen. Der Wasserstoff wird anschließend eingespeichert und bei Bedarf über eine Brennstoffzelle rückverstromt. Alternativ kann der Wasserstoff in anderen Sektoren verwendet werden, z.B. in der Industrie oder zur Bereitstellung von Wärme. Wasserstoff kann über lange Zeiträume gespeichert werden, sodass sich die Technik als saisonaler Speicher eignet. Allerdings ist die Technologie noch nicht ausgereift. Problematisch an P2G2P ist der geringe Wirkungsgrad von ca. 40 %. Zudem ist die Technologie an sich sehr teuer und der notwendige Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur bedeutet weitere hohe Kosten.

Schwungmassenspeicher verwenden die Bewegungsenergie einer rotierenden Masse als Speichermedium. Das Schwungrad wird mit überschüssigem Strom über einen Elektromotor beschleunigt. Die Rückverstromung erfolgt, indem das Schwungrad an einen elektrischen Generator gekoppelt wird und dadurch abgebremst wird. Schwungmassenspeicher haben bei kurzzeitiger Speicherung sehr hohe Wirkungsgrade von mehr als 90 %. Allerdings tritt bei längerer Speicherung eine hohe Selbstentladung auf, sodass sich Schwungräder lediglich als Kurzzeitspeicher im Sekunden- bis Stundenbereich eignen.

In **Kondensatoren und Spulen** wird Strom in elektrischer bzw. elektromagnetischer Form gespeichert. Beide Speichertechnologien weisen eine hohe Leistungsfähigkeit, eine lange Lebensdauer und eine kurz Zugriffszeit von wenigen Millisekunden auf, weshalb sie sich für die gleichen kurzzeitigen Anwendungen wie Schwungmassenspeicher eignen. Allerdings ist die speicherbare Kapazität mit Werten im Kilowattstundenbereich sehr gering, eine längere Speicherdauer ist mit einer hohen Selbstentladung verbunden und die Investitionskosten sind mit Werten bis zu 915 €/kW sehr hoch.⁸ Die Technologie ist folglich eher wenig verbreitet.

III. Aktueller Stand Speichersysteme in Deutschland und Frankreich

III.1. Deutschland

Als Großspeicher werden in Deutschland **überwiegend Pumpspeicherkraftwerke** eingesetzt. Stand Februar 2018 waren PSW mit einer **Gesamtleistung von knapp 10 GW** und einer **Kapazität von etwa 40 GWh** in Betrieb.⁹ Hierin sind in das deutsche Netz einspeisende PSW in Luxemburg und Österreich enthalten. Damit beträgt der Anteil der PSW an der gesamten installierten Erzeugungleistung in Deutschland etwa 5 %.

Aufgrund von Widerstand aus der Bevölkerung und mangelnder Rentabilität wurden in den letzten Jahren mehrere große PSW-Neubauprojekte aufgegeben. Zudem existieren in Deutschland kaum noch geeignete Standorte für den Bau von PSW, so dass sich derzeit keine Projekte im Bau oder im Probetrieb befinden. Allerdings werden aktuell PSW mit einer Leistung von 372 MW in Österreich errichtet, die von dort aus in das deutsche Stromnetz einspeisen werden.¹⁰

In den letzten Jahren gab es zudem einen starken **Zubau von Großbatteriespeichersystemen (GBSS)**. Die realisierte und in Planung bzw. Bau befindliche Kapazität an GBSS belief sich 2017 auf etwa **300 MWh** und ist damit, wie in Abbildung 2 dargestellt, seit 2015 um Faktor fünf gewachsen. In der Grafik sind kleine Solarstromspeicher zur Optimierung des Eigenverbrauchs nicht enthalten. Der Großteil der GBSS wird dazu eingesetzt, SDL zu erbringen. Im Jahr 2017 belief sich ihr Anteil auf knapp 90 %. Zur Deckung des Eigenverbrauchs in der Industrie und im Gewerbe werden bislang kaum Batteriespeichersysteme eingesetzt. Im Verhältnis zur installierten Kapazität der PSW beträgt

⁸ Sterner und Stadler (Hrsg.) 2017, Energiespeicher – Bedarf, Technologien, Integration, S. 649.

⁹ Bundesnetzagentur 2018, Kraftwerksliste ([Link zum Dokument](#)).

Stenzel 2018, Kenndaten des deutschen Pumpspeicher-Kraftwerksparks ([Link zum Dokument](#)).

¹⁰ Bundesnetzagentur und Bundeskartellamt 2017, Monitoringbericht 2017, S. 60 ([Link zum Dokument](#)).

die installierte Batteriespeicherkapazität unter 1 % und ist damit sehr gering. Dies wird auch weiterhin so bleiben, da die zwei Speicherarten unterschiedliche Anwendungsgebiete abdecken: Während GBSS eine hohe Leistung mit geringer Kapazität bereitstellen, wie es für die Erbringung von SDL benötigt wird, benötigen PSW im Verhältnis zu ihrer Leistung eine höhere Speicherkapazität und werden daher eher zum Ausgleich von Schwankungen im Tages- bzw. Wochenverlauf eingesetzt.

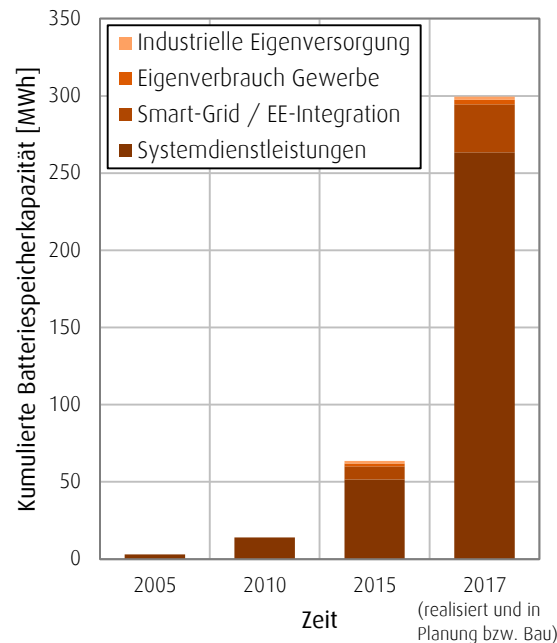


Abbildung 2 - Entwicklung der Batteriespeicherkapazität in Deutschland nach Einsatzgebiet.
Quelle: IEK-STE Jülich¹¹, Darstellung DFBEW.

In Abbildung 3 ist die Entwicklung der kumulierten installierten Batterienennleistung zur **Bereitstellung von Primärregelleistung (PRL)** dargestellt. PRL ist ein SDL-Produkt. Sie wird für die Frequenzhaltung im Stromnetz eingesetzt. Die Frequenz ist ein Maßstab für das systemweite Gleichgewicht zwischen Erzeugung und Verbrauch im Stromnetz. Um kritische Abweichung von der Frequenz zu vermeiden und unvorhergesehene Schwankungen ausgleichen zu können, wird positive und negative Regelenergie benötigt. Je nachdem wie schnell sie aktiviert wird und für welche Dauer die Regelenergie benötigt wird, wird zwischen Momentanreserve, Primärregelleistung, Sekundärregelleistung und Minutenreserveleistung unterschieden.¹² PRL muss innerhalb von 30 Sekunden verfügbar sein und für mindestens 30 Minuten durchgehend zur Verfügung stehen. Für diese Art von Anwendung, die hohe Leistung aber geringe Kapazitäten erfordert, sind Großbatteriespeicher sehr gut geeignet.

Die deutschen Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB), die für die Netzstabilität und somit auch für die Frequenzhaltung verantwortlich sind, haben 2015 die Präqualifikationsregeln für die Erbringung von PRL angepasst. Sie haben hierin Anforderungen an die Speicherkapazität von Batterien aufgenommen und haben damit den PRL-Markt für GBSS geöffnet. Im Juni 2018 waren bei den vier deutschen ÜNB **230 MW als PRL präqualifiziert**. Dies entspricht etwa 5 % der insgesamt präqualifizierten PRL in Deutschland.¹³ Die restliche PRL wird von Wasserkraftwerken und konventionellen Kraftwerken bereitgestellt. Bei über 90 % der GBSS wird die Lithium-Ionen Technik eingesetzt. Darin eingeschlossen sind GBSS, die ursprünglich anderweitig verwendete Lithium-Ionen Batterien nutzen (Lithium-Ionen [Second Life], s. Abbildung 3). Der Anteil von Blei-Säure Batterien an der installierten Kapazität liegt bei unter 1 %.

¹¹ Forschungszentrum Jülich, Institut für Energie- und Klimaforschung – Systemforschung und Technologische Entwicklung (IEK-STE): Stenzel, Hennings und Linssen 2017, Energiespeicher, ([Link zum Dokument](#)).

¹² Weitere Informationen zu Regelenergie finden sich unter folgendem [Link](#).

¹³ 50 Hertz, Amprion, Tennet, Transnet BW 2018, Präqualifizierte Leistung in Deutschland ([Link zum Dokument](#)).

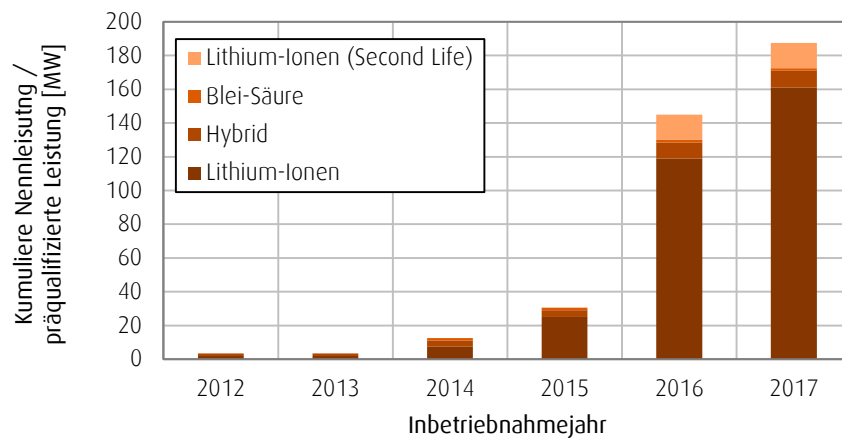


Abbildung 3 - Entwicklung der kumulierten Batterienennleistung zur Bereitstellung von Primärregelleistung in Deutschland. Quelle: IEK-STE Jülich¹⁴, Darstellung DFBEW.

Auch **kleine Batterieheimspeicher**, die **in Kombination mit PV-Anlagen** bis zu 30 kW_p zur Optimierung des Eigenverbrauchs eingesetzt werden, haben in den letzten Jahren in Deutschland einen großen Zuwachs verzeichnet. In Abbildung 4 ist die Entwicklung der Anzahl installierter Anlagen sowie ihre kumulierte nutzbare Batteriekapazität dargestellt. Seit 2013 ist die Anzahl installierter Anlagen von fast null auf etwa 85.000 gewachsen. Während 2013 knapp 75 % der neuinstallierten Speicher mit Blei-Säure-Batterien ausgestattet waren, betrug 2017 der Anteil an Lithium-Ionen Akkus über 95 %. Die kumulierte nutzbare Batteriekapazität der Solarstromspeicher belief sich Ende 2017 auf etwa 600 MWh. Verbunden mit dem starken Anstieg an Heimspeichern existieren Pilotprojekte von ÜNB zur Vernetzung der dezentralen Speichersysteme, um diese zum Ausgleich von Netzengpässen einzusetzen.

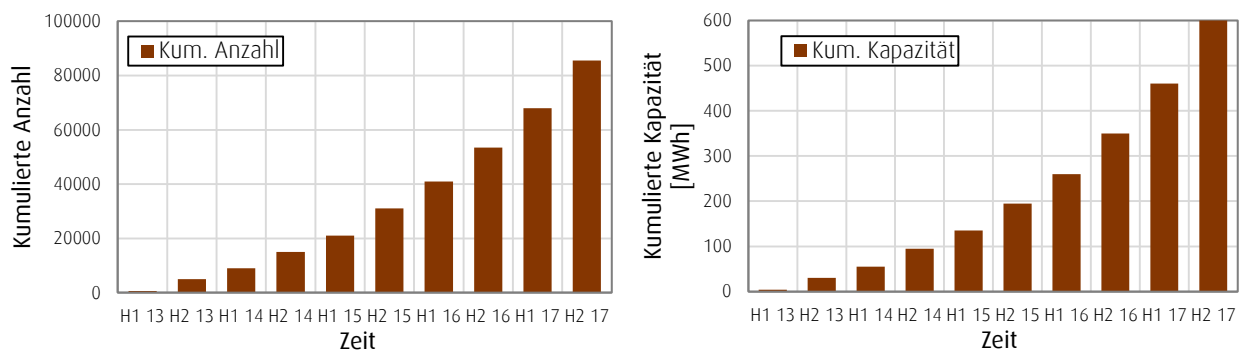


Abbildung 4 - Kumulierte Anzahl der Installationen von PV-Speichern und die Entwicklung ihrer kumulierten nutzbaren Batteriekapazität in Deutschland. Quelle: ISEA RWTH Aachen¹⁵, Darstellung DFBEW.

Die Anschaffung kleiner Batteriespeicher wird im Rahmen eines KfW-Förderprogramms unterstützt. Knapp ein Drittel aller installierten Anlagen haben diese finanzielle Förderung bezogen. Die Optimierung der Eigenversorgung über einen Solarstromspeicher ist zunehmend rentabel aufgrund steigender Strompreise und abnehmender Systempreise für PV-Anlagen und Batteriespeicher. Da in Deutschland die Strompreise für Endkunden deutlich höher sind als beispielsweise in Frankreich, ist der Ausbau hier dementsprechend stärker vorangeschritten. Ausführliche Informationen zu den Solarheimspeichern finden sich im Speichermonitoringbericht 2018.¹⁶

¹⁴ IEK-STE 2017, Energiespeicher.

¹⁵ RWTH Aachen, Institut für Stromrichtertechnik und Elektrische Antriebe (ISEA) 2018, Wissenschaftliches Mess- und Evaluierungsprogramm Solarstromspeicher 2.0. Jahresbericht 2018, S. 37f ([Link](#) zum Dokument).

¹⁶ ISEA 2018, Wissenschaftliches Mess- und Evaluierungsprogramm Solarstromspeicher 2.0. Jahresbericht 2018.

III.2. Frankreich

In Frankreich werden in großem Maßstab **PSW als Stromspeicher** eingesetzt. Die Leistung der in Frankreich aktuell in Betrieb befindlichen PSW beläuft sich auf **etwa 5 GW** mit einer **Speicherkapazität von knapp 200 GWh**.¹⁷ Der Anteil der PSW an den installierten Stromerzeugungskapazitäten beträgt damit knapp 4 %. In der französischen mehrjährigen Programmplanung für Energie (*Programmation pluriannuelle de l'énergie*, PPE) ist zudem ein Zubau von 1 bis 2 GW zusätzlicher Leistung bis 2025-2030 vorgesehen.¹⁸ Zusätzlich zu den PSW werden etwa **10 GW Erzeugungsleistung von Speicherwasserkraftwerken** bereitgestellt.¹⁹ Bei Speicherwasserkraftwerken wird Wasser in einem Oberbecken angestaut und bei Strombedarf über Turbinen ins Unterbecken geleitet. Im Gegensatz zu PSW können sie jedoch keinen überschüssigen Strom aus dem Netz aufnehmen.

Die Integration bzw. Nutzung von **Großbatteriespeichersystemen** ist in Frankreich nicht so weit vorangeschritten wie in Deutschland. Die Teilnahme von Speichern am Regelleistungsmarkt ist mit Ausnahme von PSW beschränkt. Es gibt aktuell einige **Demonstrationsprojekte**, um den Einsatz von Batteriespeichern zur Bereitstellung von Flexibilität für das Stromnetz zu untersuchen. Der französische Übertragungsnetzbetreiber RTE führt beispielsweise seit Anfang 2017 ein Demonstrationsprojekt durch. Das Vorhaben soll Erkenntnisse liefern, wie Batterien zur Bewältigung von lokalen Engpässen aufgrund der zunehmenden volatilen Einspeisungen aus Wind und Sonne eingesetzt werden können.

Im Rahmen des Projekts werden drei Batteriespeicher in der Größenordnung von 12 bis 15 MW und einer jeweiligen Speicherkapazität von 24 bis 30 MWh an das Übertragungsnetz angeschlossen. Die Batteriespeicher sollen als „virtuelle Stromkabel“ eingesetzt werden. Das Funktionsprinzip ist in Abbildung 5 dargestellt: In Region 1 und 2 kommt es durch Einspeisungen aus Erneuerbaren-Energien-Anlagen zu Netzengpässen. Die Batterien in diesen Regionen speichern den überschüssigen Strom ein und entlasten somit das Netz. Gleichzeitig speist die Batterie in Region 3 die gleiche Menge an Strom in das Netz ein. Es besteht somit ein systemweites Gleichgewicht zwischen Erzeugung und Verbrauch, in welchem die Batterien als virtuelle Stromleitung fungieren.

Betrieb von Speichern durch Netzbetreiber

Im Rahmen des Winterpakets hat die Europäische Kommission die Aufgaben der Verteilnetz- und Übertragungsnetzbetreiber bezüglich Energiespeicher präzisiert. Weder VNB noch ÜNB dürfen Energiespeicher besitzen oder betreiben. Hierzu existieren einige Ausnahmefälle, deren Details noch zu klären sind.

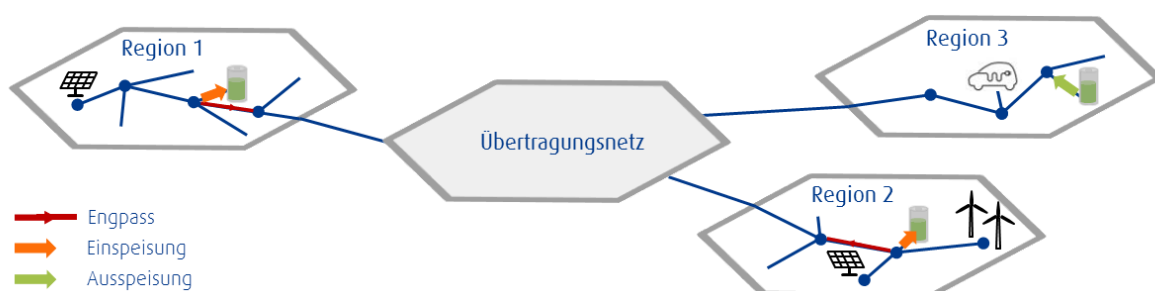


Abbildung 5 – Funktionsprinzip des Demonstrationsprojekts zur Bewältigung von Netzengpässen.

Quelle: RTE 2017²⁰, Darstellung DFBEW.

¹⁷ Réseau de transport d'électricité (RTE) 2018, Capacité installée agrégée par filière, ([Link](#), auf Französisch).

Eurelectric 2011, Hydro in Europe : Powering Renewables, S. 17 ([Link](#), auf Englisch).

¹⁸ Ein Memo des DFBEW geht detailliert auf die wichtigsten Inhalte der PPE ein ([Link](#) zum Dokument).

¹⁹ RTE 2018, Panorama de l'électricité renouvelable en 2017, S. 30 ([Link](#), auf Französisch).

²⁰ RTE 2017, Investissements 2018 de Rte. Séance du 29 novembre 2017. Annexe F. Dossier de saisine du projet de démonstrateur RINGO, S. 5 ([Link](#), auf Französisch).



Neben den Demonstrationsprojekten auf dem französischen Festland existieren mehrere Projekte und Batteriespeicher in den französischen Überseegebieten. Dort ist der Anteil Erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung im Schnitt höher als auf dem Festland. Zudem ist die gesamte Kapazität des Elektrizitätsversorgungssystems deutlich geringer, was wiederum den stabilen Betrieb des Systems erschwert. Somit werden für eine dauerhafte und zuverlässige Stromversorgung Stromspeicheranlagen benötigt. Sowohl in Französisch-Guyana, als auch auf La Réunion, Mayotte, Martinique und Guadeloupe sind Batteriespeicher mit Kapazitäten im ein- bis zweistelligen MWh-Bereich installiert.



Disclaimer

Der vorliegende Text wurde durch das Deutsch-französische Büro für die Energiewende (DFBEW) verfasst. Die Ausarbeitung erfolgte mit der größtmöglichen Sorgfalt. Das DFBEW übernimmt allerdings keine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit der Informationen.

Alle textlichen und graphischen Inhalte unterliegen dem deutschen Urheber- und Leistungsschutzrecht. Sie dürfen, teilweise oder gänzlich, nicht ohne schriftliche Genehmigung seitens des Verfassers und Herausgebers weiterverwendet werden. Dies gilt insbesondere für die Vervielfältigung, Bearbeitung, Übersetzung, Verarbeitung, Einspeicherung und Wiedergabe in Datenbanken und anderen elektronischen Medien und Systemen.

Das DFBEW hat keine Kontrolle über die Webseiten, auf die die in diesem Dokument sich befindenden Links führen. Für den Inhalt, die Benutzung oder die Auswirkungen einer verlinkten Webseite kann das DFBEW keine Verantwortung übernehmen.