



Sachstand

Entwicklung der Stromspeicherkapazitäten in Deutschland von 2010 bis 2016

Entwicklung der Stromspeicherkapazitäten in Deutschland
von 2010 bis 2016

Aktenzeichen: WD 8 - 3000 - 083/16
Abschluss der Arbeit: 23.01.2017
Fachbereich: WD 8: Umwelt, Naturschutz, Reaktorsicherheit, Bildung und
Forschung

Die Wissenschaftlichen Dienste des Deutschen Bundestages unterstützen die Mitglieder des Deutschen Bundestages bei ihrer mandatsbezogenen Tätigkeit. Ihre Arbeiten geben nicht die Auffassung des Deutschen Bundestages, eines seiner Organe oder der Bundestagsverwaltung wieder. Vielmehr liegen sie in der fachlichen Verantwortung der Verfasserinnen und Verfasser sowie der Fachbereichsleitung. Arbeiten der Wissenschaftlichen Dienste geben nur den zum Zeitpunkt der Erstellung des Textes aktuellen Stand wieder und stellen eine individuelle Auftragsarbeit für einen Abgeordneten des Bundestages dar. Die Arbeiten können der Geheimschutzordnung des Bundestages unterliegende, geschützte oder andere nicht zur Veröffentlichung geeignete Informationen enthalten. Eine beabsichtigte Weitergabe oder Veröffentlichung ist vorab dem jeweiligen Fachbereich anzuzeigen und nur mit Angabe der Quelle zulässig. Der Fachbereich berät über die dabei zu berücksichtigenden Fragen.

Inhaltsverzeichnis

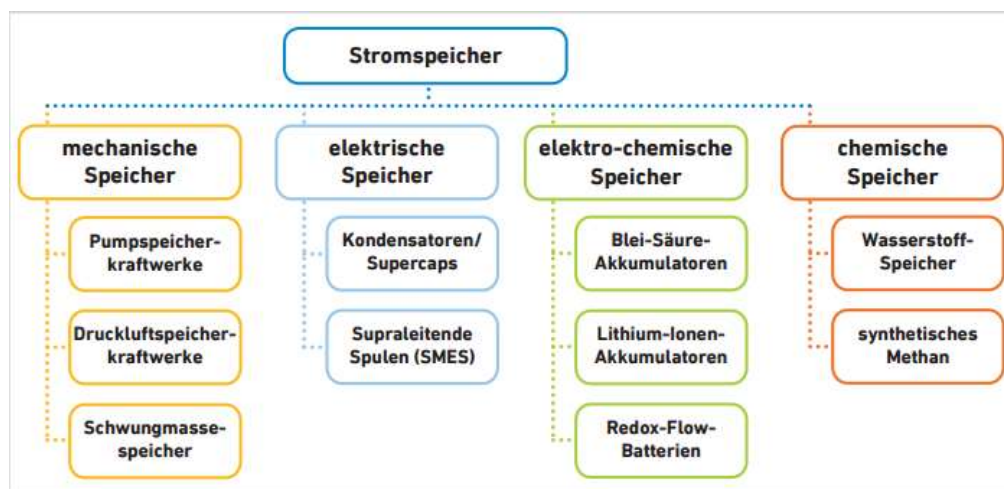
1.	Einleitung	4
2.	Speicherkapazität	5
2.1.	Wichtigste Größen von Energiespeichersystemen	5
2.2.	Potenziale der verschiedenen Speichertechnologien	5
2.3.	Pumpspeicherkraftwerke	7
2.4.	Druckluftspeicher	8
2.5.	Batteriespeicher	8
2.5.1.	Beispiel Lithium-Ionen-Akkus	9
2.5.2.	Beispiel Redox-Flow-Batterien	9
2.6.	Wasserstoff	10
2.7.	Power-to-Gas-Speicher	10
2.8.	Photovoltaik	11
2.9.	Speicherpotenzial von Elektrofahrzeugen	11
2.10.	„Bürgerenergie“	12
3.	Fazit	13
4.	Quellen	14

1. Einleitung

Im Zuge der Umstellung von fossilen Brennstoffen auf erneuerbare Energieträger muss der nicht-benötigte Strom für Zeiten höheren Stromverbrauchs zwischengespeichert werden. Stromspeicher stellen im Rahmen des Einsatzes erneuerbarer Energien die benötigte Flexibilität zum Ausgleich fluktuierender und nur im begrenzten Umfang planbarer Stromquellen dar.

Die hierfür eingesetzten Stromspeichertechnologien kann man nach ihren Eigenschaften oder nach Einsatzgebieten einteilen. Es gibt beispielsweise mechanische, elektrische, chemische und elektrochemische Stromspeicher (s. Grafik) oder zentrale, dezentrale und mobile Speichersysteme. Energiespeicher sind auch nach Leistungsgrößen wie z.B. ihrem Wirkungsgrad unterteilt oder kommen in der Energiewirtschaft als Langzeit- und/oder Kurzzeit - Stromspeicher oder für das Lastmanagement zum Einsatz.

Stromspeichertechnologien, die als Langezeitspeicher dienen, sind: Pumpspeicher, Batterien, (Redox-Flow)-Batterien, Druckluftspeicher (CAES), Lageenergiespeicher und Power-to-Gas. Als Kurzzeitspeicher dienen Kondensatoren, Spulen, (Redox-Flow)-Batterien, Pumpspeicher, Lageenergiespeicher, Schwungmassenspeicher und Feldenergiespeicher. Das Lastmanagement des Stromsektors setzt mobile Batterien aus Elektro- und Hybridfahrzeugen, Power-to-Gas-Wärme und mobiles Power-to-Gas (Gasauto) ein.



Unterschieden wird auch in reine und stromäquivalente Stromspeicher. Zu den reinen Stromspeichern gehören Pumpspeicher, Großbatterien, Druckluftspeicher und Schwungmassenspeicher. Power-to-Gas, Power-to-Heat, Power-to-Heat + KWK¹, KWK mit Wärmespeicher und Biomethanproduktion zählen zu den äquivalenten Stromspeichern.² Es gibt eine Vielzahl verschiedener Technologien in unterschiedlichen Anwendungsgebieten und Entwicklungsstadien. Die folgende

1 KWK=Kraft-Wärme-Kopplung

2 Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V. (fE) (2012). „Funktionale Stromspeicher“, <https://www.ffe.de/publikationen/veroeffentlichungen/417-funktionale-stromspeicher>

Arbeit beschreibt Stand und Entwicklung von Speicherkapazitäten ausgewählter Speichertechnologien in Deutschland.

2. Speicherkapazität

Die Stromspeicherkapazität gibt an, wie viel Strom aus dem Speicher als nutzbare Energie zur Verfügung steht. Stromspeicher dienen zum Ausgleich zwischen Angebot und Nachfrage oder entkoppeln Angebot und Nachfrage. Forschung und Entwicklung gehen von einem Bedarf für den Energieausgleich und einem zukünftig zusätzlichen Kapazitätsbedarf aus.³

2.1. Wichtigste Größen von Energiespeichersystemen

In der Literatur werden teilweise Energiedichte, Leistung und Kapazität zur Beschreibung der Speicherkapazität bez. des Speicherpotenzials verwendet.

Die Energiedichte wird in **Wattstunden** pro Kilogramm oder pro Liter angegeben. Die Leistung in **Watt** pro Kilogramm oder Liter. Die Energiedichte verwendet man, um das Anwendungsspektrum der Speicher zu beschreiben. Die Leistungsdichte gibt die Leistung pro Gewicht bzw. Volumen an. Beide Größen sind für die Charakterisierung mobiler Stromspeicher wichtig. Bei diesen Anwendungen sind Gewicht und Platzbedarf des Speichers bestimmende Eigenschaften.

Die **Leistung** in Watt gibt die Ein- und Ausspeicherleistung an. Sie beschreibt die Lade- und Entladeleistung als Arbeit pro Zeit.

Die **Speicherkapazität** beschreibt den Stromanteil, den eine Anwendung überhaupt speichern kann. Sie wird als Arbeit bezeichnet. Sie wird in Wattstunden angegeben. Es ist der nutzbare Energieanteil des Speichers.

Die in dieser Arbeit zusammengetragenen Werte beziehen sich, wenn nicht anders angegeben, auf die Speicherkapazität mit der technischen Einheit Wattstunden [Wh] und den Größenordnungen Kilo (k), Mega (M), Giga (G) bzw. Tera (T).

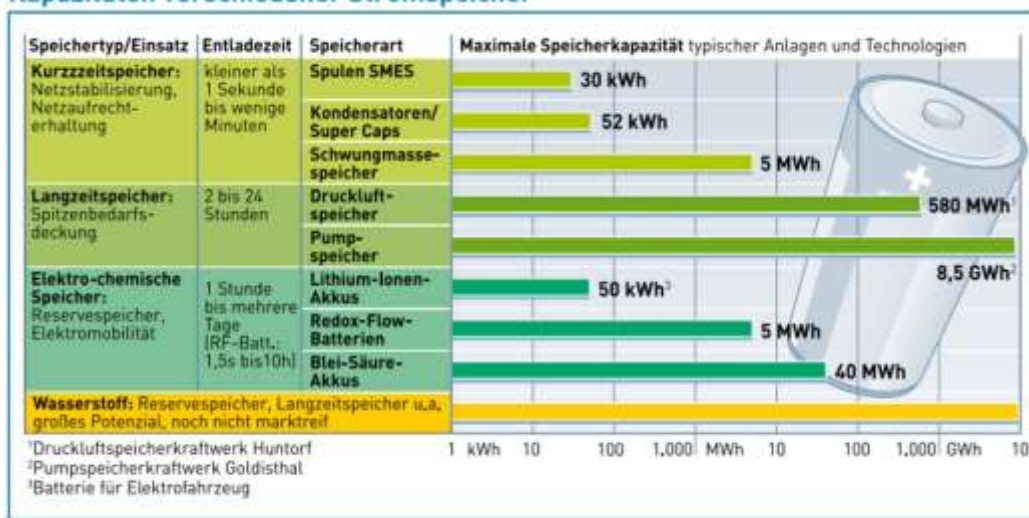
2.2. Potenziale der verschiedenen Speichertechnologien

Die Quellenangaben für einzelne Speicherkapazitäten sind teilweise auch für einen Zeitraum unterschiedlich angegeben. Auch ist die Zuordnung von Technologien zum Bereich „Stromspeicher“ nicht strikt. Das Lastenmanagement hat beispielsweise Speicherpotenzial in seiner Rolle

3 BINE Informationsdienst (2015). „Braucht die Energiewende Stromspeicher?“ abgerufen unter <http://www.bine.info/themen/energiesysteme/stromspeicherung/news/braucht-die-energiewende-stromspeicher/>

als virtueller Speicher⁴. Wärmespeicher dienen z.B. indirekt als Stromspeicher, weil sie die Sonnenenergie in Form von Wärme für den Winter speichern. Die folgende Grafik⁵ zeigt **typische** Speicherkapazitäten unterschiedlicher einzelner Stromspeichertechnologien.

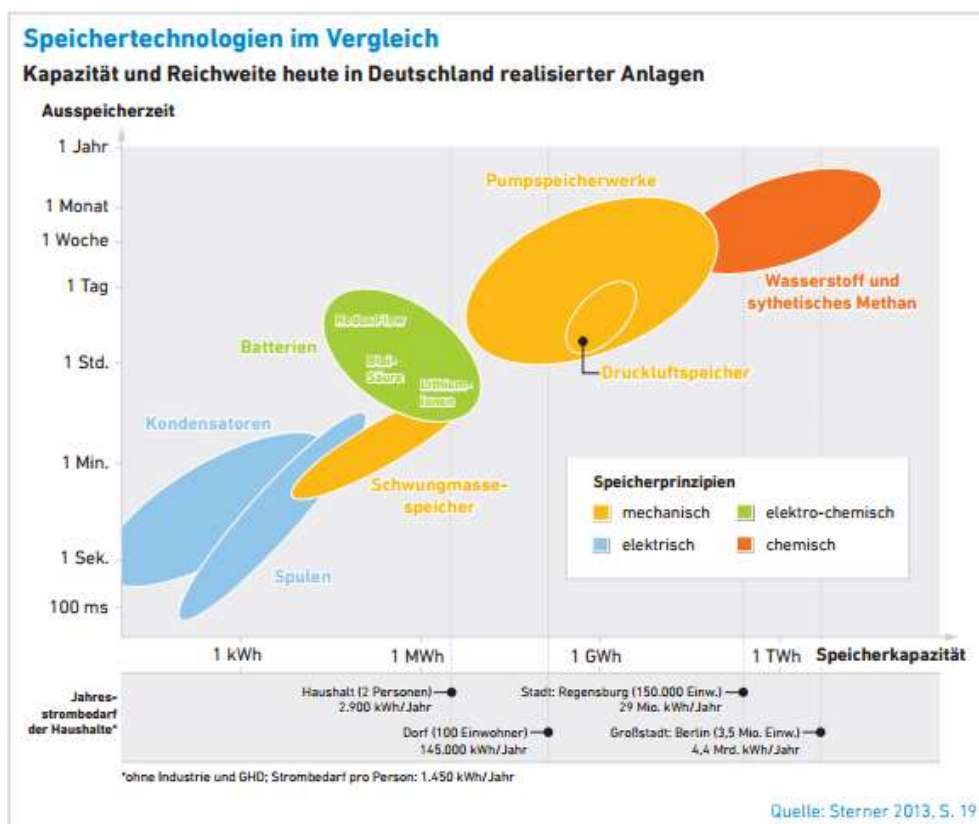
Kapazitäten verschiedener Stromspeicher



Speicherkapazitäten und die Speicherdauer der verschiedenen Technologien finden sich in der nächsten Grafik aus dem Jahr 2013. Sie verdeutlicht die Größenunterschiede der Speicherkapazitäten und die unterschiedliche Einsatzmöglichkeiten. Es gibt deutlich mehr Speichertechnologien für die Kurzzeitspeicherung als für die Langzeitspeicherung.

4 Umweltbundesamt (UBA) (2010). „Energieziel 2050“, abgerufen unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/energieziel_2050.pdf

5 Agentur für Erneuerbare Energien e. V. (2012). „Strom speichern“, Ausgabe 57, März 2012, abgerufen unter http://www.unendlich-viel-energie.de/media/file/160.57_Renews_Spezial_Strom_speichern_mar13_online.pdf



Die folgenden Kapitel beschreiben die Situation der Speicherkapazitäten für einzelne Technologien für den Zeitraum von 2010 bis 2016.

2.3. Pumpspeicherkraftwerke

Beginnen wir mit der Entwicklung der Stromspeicherkapazitäten im Jahr 2010, so standen im deutschen Stromnetz 2010 Speicher mit rund 11.025 MW Leistung und einer Kapazität von etwa 40 Mio. kWh (40 GWh)⁶ zur Verfügung. Dabei liefern Pumpspeicherkraftwerke in Deutschland den bei weitem größten Anteil. Andere Quellen geben 2012 die Gesamtspeicherkapazität von Pumpspeicherkraftwerken in Deutschland mit 37,7 GWh für im Betrieb befindliche Anlagen und 40,6

6 Agentur für Erneuerbare Energien e. V (2012). „Strom speichern“, Ausgabe 57, März 2012, abgerufen unter http://www.unendlich-viel-energie.de/media/file/160.57_Renews_Spezial_Strom_speichern_mar13_online.pdf

Umweltbundesamt (UBA) (2010). „Energieziel 2050“, abgerufen unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/energieziel_2050.pdf

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie BMWi (2010). Folienvortrag „Energiespeicher Technologien, Herausforderungen und Perspektiven – Ergebnisse einer VDE-Studie“, abgerufen unter <https://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/E/energiesysteme-der-zukunft-kleimaier-energiespeicher-technologien-herausforderungen-perspektiven,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf>

GWh für geplante Projekte an.⁷ Das Umweltbundesamt bemerkt in seiner Studie dazu: „Ein Grund für die unterschiedlichen Zahlen ist, dass einige Pumpspeicherwerke auch natürliche Zuflüsse haben. Diese werden in den einzelnen Literaturquellen vermutlich unterschiedlich berücksichtigt. Wagner und Rindelhardt (2007) etwa gehen von einer Nettostromerzeugung in Pumpspeicherwerken aus rein natürlichen Zuflüssen von 0,6 TWh aus.“⁸ Bis 2016 bleibt die Zahl in den Quellen bei rund 40 GWh Gesamtkapazität für Pumpspeicher.⁹

2.4. Druckluftspeicher

Das einzige seit 1978 in Deutschland in Betrieb befindliche konventionelle Druckluftspeicher-Gasturbinenkraftwerk (Huntorf, E.ON AG) verfügt über eine Speicherkapazität von etwa 642 MWh. Adiabatische Druckluftspeicher gab es 2010 in Deutschland noch nicht. Der SRU schätzt in seinem Sondergutachten zukünftige Speicherkapazitäten auf bis zu 3,5 TWh.¹⁰ Bis zum Jahr 2016 ist noch kein adiabatischer Druckluftspeicher in Betrieb genommen worden. Ein weiteres Kraftwerk gibt es in den USA. Das Potenzial für die Speicherung von Luft mit Hilfe von Druck in z.B. Salzstöcken wird 2012 für Deutschland auf 27,3 TWh geschätzt.¹¹

2.5. Batteriespeicher

Batterien in Verteilernetzen sollen helfen, Lastspitzen zu speichern und bei Bedarf selbst zu verbrauchen (z.B. Elektrofahrzeuge) oder wieder ins Netz abzugeben. Wobei weniger der Superakku für alles im Vordergrund steht, sondern vielmehr wiederaufladbare Batterien bzw. Akkumulatoren für universelle Anwendungen, wie z.B. private Photovoltaikanlagen in Kombination mit hauseigenen Batteriespeichern. Streng genommen müssten die wiederaufladbaren Batterien als Akkumulatoren (Akkus) bezeichnet werden. In der Literatur werden beide Begriffe teilweise synonym verwendet.

Akkumulatoren haben zyklische und kalendarische Lebensdauern. Die zyklische Lebensdauer liegt zwischen 760 und 1.200 Ladezyklen. Lediglich die Redo-Flow-Batterien haben Lebensdauern von ca. 5.000 Zyklen. Im Vergleich dazu haben elektrische Speicher wie Kondensatoren oder

7 Zentrum für Energieforschung Stuttgart (zfes) (2012). „Stromspeicherpotentiale für Deutschland“, Anhang Steckbrief Pumpspeicher S. 87 abgerufen unter http://www.zfes.uni-stuttgart.de/deutsch/downloads/20120727_Final_Stromspeicherpotentiale_fuer_Deutschland-.pdf

8 Umweltbundesamt (UBA) (2010). „Energieziel 2050“, abgerufen unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/energieziel_2050.pdf

9 Lehmann, Nawakowski (2014). „Die Rolle von Speichersystemen für eine 100% erneuerbare Stromversorgung“, Solarzeitalter 21/2104 S. 18-23

10 Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) (2010). Sondergutachten: „Wege zur 100 % erneuerbaren Stromversorgung Sondergutachten“, S. 158 Zitat aus unveröffentlichter Quelle, http://www.umweltrat.de/Shared-Docs/Downloads/DE/02_Sondergutachten/2011_07_SG_Wege_zur_100_Prozent_erneuerbaren_Stromversorgung.pdf?blob=publicationFile

11 Zentrum für Energieforschung Stuttgart (zfes) (2012). „Stromspeicherpotentiale für Deutschland“, Anhang Steckbrief Druckluftspeicher S. 88 abgerufen unter http://www.zfes.uni-stuttgart.de/deutsch/downloads/20120727_Final_Stromspeicherpotentiale_fuer_Deutschland-.pdf

Spulen eine zyklische Lebensdauer von ca. eine Million Zyklen, aber deutlich niedrigere Speicherkapazitäten.

Die verschiedenen Akkumulatorarten sind technisch gut ausgereift. Die Entwickler arbeiten aber noch an Optimierungen und der Lösung technischer Probleme. Akkumulatoren sind aktuell zwar eine etablierte Technologie, gelten aber als zu teuer und schwer mit zu langen Ladezeiten. Für den Einsatz in Stromnetzen sind vor allem die folgenden Materialkombinationen relevant: Blei-Säure-Batterien, Lithium-Ionen-Batterien, Nickel-Metall-Hydrid-Batterien (NiMH), Natrium-Nickel-Chlorid-Batterien (NaNiCl), Natrium-Schwefel-Batterien (NaS), Nickel-Cadmium-Batterien (NiCd) (aufgrund des giftigen Schwermetalls ist Cadmium inzwischen in der EU verboten).¹² Der Klassiker unter den Batteriespeichern ist der Blei-Säure-Akkumulator. Dabei sind Lithium-Ionen-Akkumulatoren derzeit die favorisierten Systeme.

In Schwerin ging beispielsweise das weltweit erste kommerzielle Batteriekraftwerk mit einer elektrischen Leistung von 5 MW in Betrieb.¹³

2.5.1. Beispiel Lithium-Ionen-Akkus

Lithium-Ionen-Batterien haben eine hohe Energiedichte und wenig Kapazitätsverlust bei häufigem Laden. Sie haben einen internen Speicher und werden als Kleinspeicher auch in Laptops und Smartphones eingesetzt. Die bei der Herstellung verwendeten Rohstoffe Lithium und Kobalt gelten als knapp.

Ein Beispiel für einen Großbatteriespeicher liefert die Firma Younicos. Dort sind über 25.000 Lithium-Ionen-Zellen mit einer Leistung von 5 MW errichtet worden.¹⁴ Auch in Elektroautos werden vorzugsweise Lithium-Ionen-Akkus eingesetzt. Ebenso setzen viele Heimspeicher diese Technologie ein. Die kalendarische Lebensdauer von unter fünf Jahren soll für den Konsumgüterbereich reichen, für den Industriebereich sind Lebensdauern von über 10 Jahren akzeptabel.¹⁵

2.5.2. Beispiel Redox-Flow-Batterien

Diese Flüssigbatterien speichern die Energie in chemischen Verbindungen. Sie besitzen einen **externen** Speicher. Die Speicherzeiten sind lang und die Tankgröße ist beliebig. Erste Heimspeicher sind auch mit dieser Technologie auf dem Markt. Ein Modellprojekt auf der Insel Pellworm soll beispielsweise die Funktion des Batterietyps als Großspeicher bestätigt haben. Die 110 000 Liter Elektrolytflüssigkeit auf Vanadium-Basis haben eine hohe Kapazität von 1,6 MWh, können aber von den möglichen 7 MW Strom aus erneuerbaren Energien nur 200 kW aufnehmen. Ein schnell

12 Agentur für Erneuerbare Energien e. V (2012). „Strom speichern“, Ausgabe 57, März 2012, abgerufen unter http://www.unendlich-viel-energie.de/media/file/160.57_Renews_Spezial_Strom_speichern_mar13_online.pdf

13 Bundesbericht Energieforschung 2015 Forschungsförderung für die Energiewende, Seite 15, [BT-Drs 18/04899](#)

14 Frick, Frank, (2016). „Boom für Batterieparcs“, bild der wissenschaft Themenheft „Die Challenge“ (2016), S.31

15 Sterner, M., Stadler, I. (2014). „Energiespeicher“, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2014, S. 270

ladender Lithium-Ionen-Akku mit geringer Kapazität (0,56 MWh) muss das System ergänzen.¹⁶ Weitere verteilte Stromverbraucher und-erzeuger wie z.B. Nachtspeicher und Wärmepumpen sind „smart“ und damit steuerbar angeschlossen.¹⁷

2.6. Wasserstoff

Die Schätzungen für die Speicherung des Wasserstoffs in unterirdischen Kavernen gehen 2012 von einem Speicherpotenzial von 1.763 TWh aus. Das Potential für die Beimischung ins Erdgasnetz liegt bei 3 TWh. Dies gilt für bis zu 5 Vol. %- Wasserstoff im Erdgas.¹⁸

Im Rahmen des Leuchtturmprojektes „Energiepark Mainz“ dienen Druckwasserstofftanks zur Zwischenspeicherung des mit Hilfe von Windenergie erzeugten Wasserstoffs. Die Speicherkapazität soll ca. 33 MWh erreichen.¹⁹ Aktuell wird mit einer Speicherkapazität von 26 MWh gewonnen.²⁰

2.7. Power-to-Gas-Speicher

Beim Power-to-Gas-Verfahren wandelt man Wasserstoff mittels Kohlendioxid in Methangas um. Dieses Gas kann im Erdgasnetz transportiert und in Erdgasspeichern gespeichert werden. Das Speicherpotenzial der vorhandenen Untertage-Erdgasspeicher beträgt 2012 217 TWh, die der in Bau und Planung befindlichen mindestens 163 TWh.²¹ Für dieses Verfahren steht im Prinzip das ganze Erdgasnetz als Speicher zur Verfügung. Nach Aussage des BEE sind 2013 im deutschen Erdgasnetz aktuell Speicher mit einer Kapazität von etwa 230 TWh installiert.²²

16 Austen, F. (2016). „Insel der Zukunft“, bild der wissenschaft Themenheft „Die Challenge“, (2016)

17 Bundesbericht Energieforschung 2015 Forschungsförderung für die Energiewende, Seite 16, [BT-Drs 18/04899](#)

18 Zentrum für Energieforschung Stuttgart (zfes) (2012). „Stromspeicherpotentiale für Deutschland“, Anhang Steckbrief Wasserstoffspeicher S. 90 abgerufen unter http://www.zfes.uni-stuttgart.de/deutsch/downloads/20120727_Final_Stromspeicherpotentiale_fuer_Deutschland-.pdf

19 Forschung Energiespeicher (2015). „Gas und Kraftstoff aus Wind“, abgerufen unter http://forschung-energiespeicher.info/projektschau/gesamtliste/projekt-einzelansicht/95/Gas_und_Kraftstoff_aus_Wind/

20 Energiepark Mainz (2016). „Technische Daten“, abgerufen unter <http://www.energiepark-mainz.de/wissen/technische-daten/>

21 Zentrum für Energieforschung Stuttgart (zfes) (2012). „Stromspeicherpotentiale für Deutschland“, Anhang Steckbrief Power-to-Gas-Speicher S. 91 abgerufen unter http://www.zfes.uni-stuttgart.de/deutsch/downloads/20120727_Final_Stromspeicherpotentiale_fuer_Deutschland-.pdf

22 Bundesverband Erneuerbare Energie e.V. (BEE) (2013). „Möglichkeiten zum Ausgleich fluktuierender Einspeisungen aus Erneuerbaren Energien“, BET-Studie S. 72 abgerufen unter https://www.bee-ev.de/fileadmin/Publikationen/Studien/Plattform/BEE-Plattform-Systemtransformation_Ausgleichsmoeglichkeiten.pdf

2.8. Photovoltaik

In einer E3/DC-Studie heißt es:“ Obwohl Meldepflichten für netzgebundene Eigenerzeugungsanlagen existieren und den zuständigen Netzbetreibern somit annähernd jede Speicheranlage bekannt sein dürfte, gibt es keine validen Informationen über installierte Batteriespeicher in Deutschland, da nur die installierte Leistung gemeldet ist. Es existieren daher nur Schätzungen, die i. d. R. auf Angaben der Hersteller basieren oder innerhalb des KfW-Förderprogramms 275 erhoben wurden.“²³

Kleine Hausspeicher liegen in der Größenordnung von 2,5 kWh. Hausspeicher gibt es bis zu einer Größe von 15 kWh. Die benötigte Kapazität hängt von individuellen Rahmenbedingungen ab. Für den Einsatz als Hausspeicher sind Zyklenzahl, Lebensdauer, Entladetiefe, Wirkungsgrad sowie Wartungsbedarf die wichtigsten Kriterien. Blei- und Lithium-Ionen-Technologie dominieren derzeit den Markt. Ein durchschnittlicher Haushalt mit PV-Anlage benötigt im Jahr circa 250 Zyklen. Bei Lithium-Ionen Akkus liegt die Anzahl der Ladezyklen in der Regel zwischen 4.000 und 7.000 und bei Blei-Akkus zwischen 1.200 und 1.500 Zyklen.

Für das Jahr 2014 gibt Angora Energiewende die Zahl der installierten Hausspeicheranlagen mit 10.000 an. Die kumulierte mögliche Leistung wird auf 30 bis 40 MW geschätzt.²⁴ Der Bundesbericht der Energieforschung 2015 gibt die Zahl der Haushalte, die ihren Bedarf mit Strom aus ihren Solaranlagen decken, für Ende 2014 mit 15.000 Stück an.²⁵

2.9. Speicherpotenzial von Elektrofahrzeugen

Die Speicherkapazität von mobilen Batteriespeichern in Plug-In-Hybrid-Fahrzeugen und Elektrofahrzeugen wird 2012 auf 0,3 TWh geschätzt.²⁶ Die Schätzung beziehen sich auf PKWs. LKWs sind aufgrund der geringen Stillstandzeiten nicht enthalten. Hinzu kommt, dass die Kapazität mobiler Speicher 2020 nach Aussage der DENA so viel Energie speichern könnte, wie die 2012 in Deutschland vorhandenen Pumpspeicherwerke, diese aber nicht voll für die Pufferung erneuer-

23 E3DC Energy Storage (2016). „Absatzpotenzial für stationäre Batteriespeicher im privaten und gewerblichen Einsatz in Deutschland“, S.13, abgerufen unter http://www.bves.de/wp-content/uploads/2016/06/Marktanalyse-E3DC-Speicherabsatzpotenzial_final.pdf

Firma E3/DC GmbH: Entwickler und Hersteller intelligenter und langlebiger Stromspeichersysteme und Ladesysteme für Elektrofahrzeuge

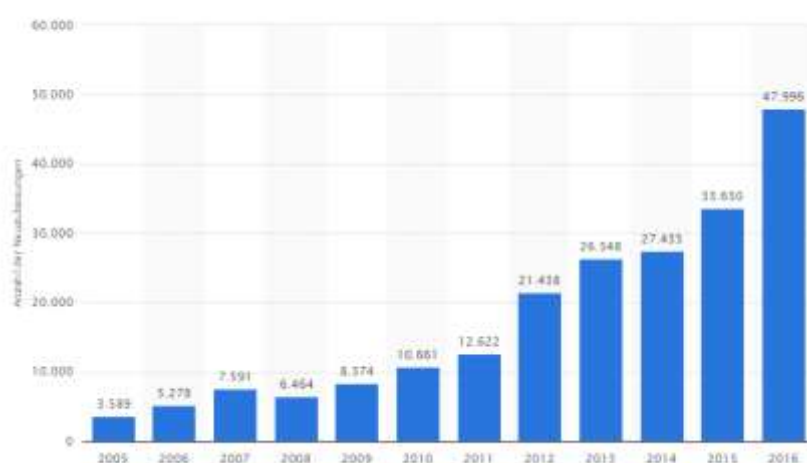
24 Angora Energiewende Speicherstudie (2014). „Stromspeicher in der Energiewende“, abgerufen unter https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2013/speicher-in-der-energiewende/Agora_Speicherstudie_Web.pdf S. 107

25 Bundesbericht Energieforschung 2015 Forschungsförderung für die Energiewende, Seite 15, [BT-Drs 18/04899](#)

26 Zentrum für Energieforschung Stuttgart (zfes) (2012). „Stromspeicherpotentiale für Deutschland“, Anhang Steckbrief mobiler Batteriespeicher S. 89 abgerufen unter http://www.zfes.uni-stuttgart.de/deutsch/downloads/20120727_Final_Stromspeicherpotentiale_fuer_Deutschland-.pdf

barer Energien einsetzbar ist, weil beispielsweise die Speicherung der Mobilitätsanforderung untergeordnet ist.²⁷ Die Speicherkapazität von Batterien, die in Elektrofahrzeugen eingesetzt sind, wird mit 20-30 kWh angenommen. Kumuliert man die Anzahl der Neuzulassungen von Hybridfahrzeugen in Deutschland von 2005 bis 2016 aus der folgenden Grafik²⁸, dann ergibt sich ein nicht ganz korrektes Bild, da die Anzahl der Batterien im Fahrzeug variieren kann und bei den Neuzulassungen in den vorliegenden Angaben nicht zwischen PKW und LKW unterschieden wird.²⁹

Anzahl der Neuzulassungen von Hybridfahrzeugen in Deutschland von 2005 bis 2016



2.10. „Bürgerenergie“

Speicherpotenzial steckt auch in der sogenannten „Bürgerenergie“. Dieser Begriff wird eher von den Befürwortern der erneuerbaren Energien verwendet und bezeichnet kleine dezentrale Windenergie- und Photovoltaikanlagen, die nach einer Studie aus dem Jahr 2015 eine Anzahl von knapp 4.000 Windkraft- und mehr als 1,2 Millionen Solaranlagen erreichten.³⁰ Der Bundesbericht

27 Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) (2012). „dena-Verteilernetzstudie“ S. 49 abrufbar unter https://shop.dena.de/fileadmin/denashop/media/Downloads_Dateien/esd/9100_dena-Verteilernetzstudie_Abschlussbericht.pdf

28 Statista (2017), „Anzahl der Neuzulassungen von Hybridfahrzeugen in Deutschland von 2005 bis 2016“, abgerufen unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/200160/umfrage/neuzulassungen-von-hybridfahrzeugen-in-deutschland/>

29 LichtBlick AG/LBD Beratungsgesellschaft mbH (2012). „Einbindung von ZuhauseKraftwerken in Smart Grids“, S. 30 abgerufen unter http://www.lbd.de/cms/pdf-gutachten-und-studien/1203_LBD-Gutachten-Einbindung_ZHKW_in_Smart_Grid.pdf

Kumuliert würde sich nur eine Gesamtkapazität für 2012 von etwa 1,5 bis 2,2 GWh ergeben.

30 Bündnis Bürgerenergie e.V. (BBEn) (2015). „Das bringt Bürgerenergie“, abgerufen unter https://www.greenpeace-energy.de/fileadmin/docs/publikationen/Studien/Broschuere_BuergerE_WEBeinzel.pdf

„Energieforschung 2015“ geht von 15.000 hauseigenen Photovoltaikanlagen aus. Das Speicherpotenzial steckt im Lastmanagement und in hauseigenen Speichern. Netzexperten verweisen auf die Belastung der Netze insbesondere in Hoch-Zeiten im Sommer. Demgegenüber argumentieren die Befürworter mit einer Entlastung, da die dezentrale Erzeugung aufgrund der kurzen Wege das Netz entlasten kann. Die Photovoltaikanlagen speichern zudem im Sommer hauseigenen Strom in z.B. eigenen Wärmespeichern oder Batteriespeichern für den Winter und entlasten damit Netz- und Erzeugungskapazitäten. Allerdings wird durch einen hohen Eigenverbrauch-Anteil das Netz wiederum nicht entlastet, sondern aufgrund des fehlenden Lastenmanagements eher belastet. Schätzungen der Gesamtkapazität sind auch schwierig, da die Anmeldung von z.B. Photovoltaikanlagen ab 2011 bei der Bundesnetzagentur erfolgt, wenn die Anlage ans Netz angeschlossen wird.³¹ Nicht alle Anlagen sind deshalb erfasst.³² Bei „Bürgerenergie“ handelt es sich nicht um eine Speicherform im engeren Sinn.

3. Fazit

In den letzten Jahrzehnten haben sich sehr unterschiedliche Speichertechnologien auch für einen kommerziellen Einsatz neu und weiter entwickelt. Stromspeicher sind vielfältig klassifiziert, es gibt sie in einer Vielzahl verschiedener Technologien in unterschiedlichen Anwendungsgebieten und Entwicklungsstadien. Die einzelnen Bandbreiten der technischen Parameter sind auch schon deshalb teilweise sehr groß. Allein der Bereich Batteriespeicher bzw. Akkumulatoren umfasst ein Spektrum von Milliwatt über mittlere Anwendungen in Elektrofahrzeugen bis hin zu umfangreichen Batterieparks. Um den Reifegrad verschiedener Technologien zu bestimmen, haben die Autoren Sterner und Stadler verschiedener Energiespeicher ihrem Reifegrad zugeordnet. In den Stufen 1 bis 9 (TRL 9 = Qualifiziertes System mit Nachweis des erfolgreichen Einsatzes) sind Energiespeicher mit Reifegraden von 6 bis 9 eingestuft worden. Den höchsten Reifegrad erreichten Blei-Säure-Batterien und Pumpspeicherwerke (s. Grafik³³).

31 Bundesnetz-Agentur (BNetzA) (2015). abgerufen unter https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien/Photovoltaik/Photovoltaik_node.html

Solaranlage-Ratgeber abgerufen unter <http://www.solaranlage-ratgeber.de/photovoltaik/photovoltaik-planung/anmeldung-netzbetreiber>

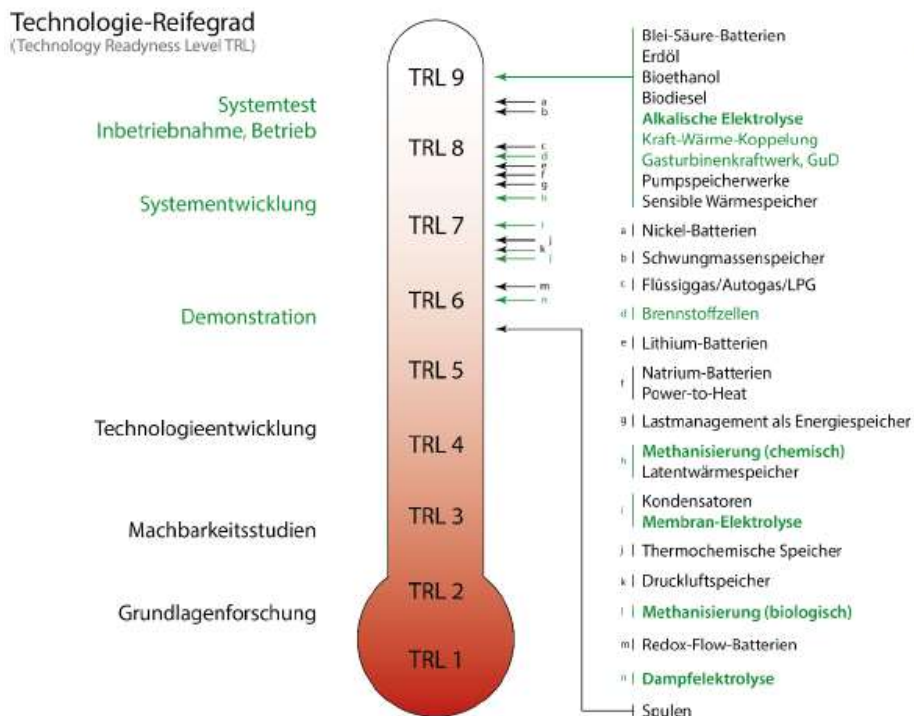
32 Internationales Wirtschaftsforum Regenerative Energien (IWR) (2017), „Solarenergie belastet Netze - Entlastung der Netze durch Vor-Ort-Erzeugung“, abgerufen unter <http://iwr-institut.de/de/presse/presseinfos-energie-wende/145-solarenergie-entlastet-netze>

Deutsches Institut für Wirtschaft (DIW) (2016). „Eigenversorgung mit Solarstrom“ – ein Treiber der Energiewende?“ abgerufen unter https://www.diw.de/de/diw_01.c.523538.de/presse/diw_roundup/eigenversorgung_mit_solarstrom_ein_treiber_der_energie-wende.html

n-tv (2015). „Sommersonne belastet die Netze - Stromverbraucher müssen zahlen“ abgerufen unter <http://www.n-tv.de/wirtschaft/Stromverbraucher-muessen-zahlen-article15730436.html>

33 Forschungsstelle Energienetze und Energiespeicher (FENES) (2015). Vortrag „Power-to-Gas“ abgerufen unter <https://www.puchheim.de/export/download.php?id=9584>

Sterner, M., Stadler, I. (2014). „Energiespeicher“, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2014, S. 613



4. Quellen

Agentur für Erneuerbare Energien e. V (2012). „Strom speichern“, Ausgabe 57, März 2012, abgerufen unter http://www.unendlich-viel-energie.de/media/file/160.57_Renews_Spezial_Strom_speichern_mar13_online.pdf

Angora Energiewende Speicherstudie (2014). „Stromspeicher in der Energiewende“, abgerufen unter https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2013/speicher-in-der-energiewende/Agora_Speicherstudie_Web.pdf S. 107

Austen, F. (2016). „Insel der Zukunft“, bild der wissenschaft Themenheft „Die Challenge“, (2016)

BINE Informationsdienst (2015). „Braucht die Energiewende Stromspeicher?“ abgerufen unter <http://www.bine.info/themen/energiesysteme/stromspeicherung/news/braucht-die-energiewende-stromspeicher/>

Bundesbericht Energieforschung 2015 Forschungsförderung für die Energiewende, [BT-Drs 18/04899](#)

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie BMWi (2010). Folienvortrag „Energiespeicher Technologien, Herausforderungen und Perspektiven – Ergebnisse einer VDE-Studie“, abgerufen unter <https://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/E/energiesysteme-der-zukunft-kleimaier-energiespeicher-technologien-herausforderungen-perspektiven.property=pdf.bereich=bmwi.sprache=de.rwb=true.pdf>

Bundesnetz-Agentur (BNetzA) (2015). abgerufen unter https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien/Photovoltaik/Photovoltaik_node.html

Bundesverband Erneuerbare Energie e.V. (BEE) (2013). „Möglichkeiten zum Ausgleich fluktuierender Einspeisungen aus Erneuerbaren Energien“, BET-Studie S. 72 abgerufen unter https://www.bee-ev.de/fileadmin/Publikationen/Studien/Plattform/BEE-Plattform-Systemtransformation_Ausgleichsmoeglichkeiten.pdf

Bündnis Bürgerenergie e.V. (BBEn) (2015). „Das bringt Bürgerenergie“, abgerufen unter https://www.greenpeace-energy.de/fileadmin/docs/publikationen/Studien/Broschuere_BuergerE_WEBeinzel.pdf

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) (2012). „dena-Verteilernetzstudie“ S. 49 abrufbar unter https://shop.dena.de/fileadmin/denashop/media/Downloads_Dateien/esd/9100_dena-Verteilernetzstudie_Abschlussbericht.pdf

Deutsches Institut für Wirtschaft (DIW) (2016). „Eigenversorgung mit Solarstrom“ – ein Treiber der Energiewende?“ abgerufen unter https://www.diw.de/de/diw_01.c.523538.de/presse/diw_roundup/eigenversorgung_mit_solarstrom_ein_treiber_der_energiewende.html

E3DC Energy Storage (2016). „Absatzpotenzial für stationäre Batteriespeicher im privaten und gewerblichen Einsatz in Deutschland“, S.13, abgerufen unter http://www.bves.de/wp-content/uploads/2016/06/Marktanalyse-E3DC-Speicherabsatzpotenzial_final.pdf

Energiepark Mainz (2016). „Technische Daten“, abgerufen unter <http://www.energiepark-mainz.de/wissen/technische-daten/>

Forschung Energiespeicher (2015). „Gas und Kraftstoff aus Wind“, abgerufen unter http://forschung-energiespeicher.info/projektschau/gesamtliste/projekt-einzelansicht/95/Gas_und_Kraftstoff_aus_Wind/

Forschungsstelle Energienetze und Energiespeicher (FENES) (2015). Vortrag „Power-to-Gas“ abgerufen unter <https://www.puchheim.de/export/download.php?id=9584>

Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V. (FfE) (2012). „Funktionale Stromspeicher“, <https://www.ffe.de/publikationen/veroeffentlichungen/417-funktionale-stromspeicher>

Frick, Frank, (2016). „Boom für Batterieparcs“, bild der wissenschaft Themenheft „Die Challenge“ (2016), S.31

Internationales Wirtschaftsforum Regenerative Energien (IWR) (2017), „Solarenergie belastet Netze - Entlastung der Netze durch Vor-Ort-Erzeugung“, abgerufen unter <http://iwr-institut.de/de/presse/presseinfos-energiewende/145-solarenergie-entlastet-netze>

Lehmann, Nawakowski (2014). „Die Rolle von Speichersystemen für eine 100% erneuerbare Stromversorgung“, Solarzeitalter 21/2104 S. 18-23

LichtBlick AG/LBD Beratungsgesellschaft mbH (2012). „Einbindung von ZuhauseKraftwerken in Smart Grids“, S. 30 abgerufen unter http://www.lbd.de/cms/pdf-gutachten-und-studien/1203_LBD-Gutachten-Einbindung_ZHKW_in_Smart_Grid.pdf

n-tv (2015). „Sommersonne belastet die Netze - Stromverbraucher müssen zahlen“ abgerufen unter <http://www.n-tv.de/wirtschaft/Stromverbraucher-muessen-zahlen-article15730436.html>

Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) (2010). Sondergutachten: „Wege zur 100 % erneuerbaren Stromversorgung Sondergutachten“, S. 158 Zitat aus unveröffentlichter Quelle, http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/02_Sondergutachten/2011_07_SG_Wege_zur_100_Prozent_erneuerbaren_Stromversorgung.pdf?__blob=publicationFile

Solaranlage-Ratgeber abgerufen unter <http://www.solaranlage-ratgeber.de/photovoltaik/photovoltaik-planung/anmeldung-netzbetreiber>

Statista (2017), „Anzahl der Neuzulassungen von Hybridfahrzeugen in Deutschland von 2005 bis 2016“, abgerufen unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/200160/umfrage/neuzulassungen-von-hybridfahrzeugen-in-deutschland/>

Sterner, M., Stadler, I. (2014). „Energiespeicher“, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2014

Umweltbundesamt (UBA) (2010). „Energieziel 2050“, abgerufen unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/energieziel_2050.pdf

Zentrum für Energieforschung Stuttgart (zfes) (2012). „Stromspeicherpotentiale für Deutschland“, Anhang Steckbrief Pumpspeicher S. 87 abgerufen unter http://www.zfes.uni-stuttgart.de/deutsch/downloads/20120727_Final_Stromspeicherpotentiale_fuer_Deutschland-.pdf
