

Stationäre Batteriespeicher in Deutschland: Marktentwicklung und Langzeitmessungen

Jan Figgenger and Dirk Uwe Sauer

1 Einführung

Der anthropogene Klimawandel stellt eine kritische Herausforderung dar, die einen Übergang von fossilen Energiesystemen zu erneuerbaren Quellen erfordert, um den globalen Temperaturanstieg zu begrenzen [4]. Der zunehmende Ausbau erneuerbarer Energieerzeugung, wie Photovoltaik und Windkraft, erfordert Energiespeicherlösungen, die überschüssige Energie speichern und bei Bedarf wieder verfügbar machen können. Batteriespeichersysteme sind derzeit die wirtschaftlichste Kurzzeitspeichertechnologie und verzeichnen ein rasantes Marktwachstum in vielfältigen Anwendungen – von der privaten Eigenversorgung bis hin zur Netzstabilisierung.

Dieser Artikel umfasst zwei Teile. Der erste beschreibt die Marktentwicklung stationärer Batteriespeichersysteme in Deutschland, die auf der im Rahmen der Dissertation erarbeiteten Webseite www.battery-charts.de automatisiert aktualisiert werden. Stand November 2025 sind bereits 23,7 GWh an Batteriespeichern in Deutschland in Betrieb. Der zweite Teil präsentiert Erkenntnisse zur Batteriealterung aus acht Jahren Feldbetrieb von Heimspeichersystemen der ersten Produktgeneration. Diese zeigen, dass bereits die ersten Speicher ihre Garantiever sprechen von etwa 7 - 10 Jahren größtenteils halten und mittlere Kapazitätsverluste von 2-3 Prozentpunkten pro Jahr aufweisen.

2 Marktentwicklung stationärer Batteriespeicher in Deutschland

In den vergangenen Jahren hat der deutsche Markt für Batteriespeichersysteme eine ausgeprägte Wachstumsdynamik verzeichnet. Das Spektrum der angebotenen Systeme reicht Heimspeichern im Kilowattstundenbereich bis hin zu Großspeichern im Gigawattstundenbereich. Um die Vielfalt der Anwendungen und Eigenschaften systematisch zu erfassen, wird der Markt für die nachfolgende Analyse vereinfachend in drei Segmente unterteilt. Diese Einteilung bietet ein praktikables Rahmenwerk zur Kategorisierung und zum besseren Verständnis der unterschiedlichen Einsatzfelder von Batteriespeichern:

- **Heimspeichersysteme:** Batteriespeicher mit Speicherkapazitäten bis 30 kWh, die an Niederspannungsnetze (0,4 kV AC) angeschlossen sind. Ihr primärer Zweck liegt in der Erhöhung des solaren Eigenverbrauchs.
- **Gewerbespeicher:** Mittelspeichersysteme mit Speicherkapazitäten zwischen 30 kWh und 1 MWh, die an Nieder- oder Mittelspannungsnetze (1-36 kV) angeschlossen werden. Typische Anwendungen sind solare Eigenverbrauchsoptimierung,

Lastspitzenkappung, unterbrechungsfreie Stromversorgung sowie die Energieversorgung im gewerblichen und industriellen Bereich.

- **Großspeicher:** Systeme mit Batteriespeichern mit Speicherkapazitäten über 1 MWh, die an Mittel- bis Höchstspannungsnetze (36-380 kV AC) angeschlossen sind. Sie dienen vor allem der Bereitstellung von Netzdienstleistungen sowie dem Energiehandel.

2.1 Datenbasis Marktentwicklung: MaStR der Bundesnetzagentur

Die Analyse des deutschen Marktes für stationäre Batteriespeichersysteme stützt sich im Wesentlichen auf das Marktstammdatenregister (MaStR), das von der Bundesnetzagentur (BNetzA) betrieben wird. Seit Einführung im Jahr 2019 besteht eine verpflichtende Registrierung sämtlicher stationärer Batteriespeicher. Während die Datenvollständigkeit zu Beginn aufgrund verzögerter Meldungen seitens der Betreiber eine Herausforderung darstellte, bietet die Datenbank inzwischen einen umfassenden Überblick über die Marktentwicklung, insbesondere im Hinblick auf Neuinstallationen. Trotz gelegentlicher Ungenauigkeiten durch manuelle Eingaben von Privatpersonen gewährleisten Konsistenzprüfungen der BNetzA und der Verteilnetzbetreiber sowie spezifische Datenfilter im Rahmen dieser Arbeit eine hohe Zuverlässigkeit des Datensatzes. Das MaStR erfasst zentrale Informationen zu Batteriespeichern, darunter Standort, Betreiber, Wechselrichterleistung und Speicherkapazität. Der Datensatz steht unter der Lizenz dl-de/by-2-0 zur Verfügung. In Tabelle 1 sind die Filter dargestellt, die bei der Auswertung des MaStR Anwendung finden.

2.2 Ergebnisse Marktentwicklung

Der Markt für Batteriespeichersysteme in Deutschland verzeichnet seit mehreren Jahren ein starkes Wachstum. Bis Ende Novem-

Autoren

Dr. Jan Figgenger^{1,2,3,4}

Prof. Dirk Uwe Sauer^{1,2,3,4,5}

¹ Center for Ageing, Reliability and Lifetime Prediction of Electrochemical and Power Electronic (CARL), RWTH Aachen University, Germany

² Institute for Power Electronics and Electrical Drives (ISEA), RWTH Aachen University, Germany

³ Institute for Power Generation and Storage Systems (PGS), E.ON ERC, RWTH Aachen University, Germany

⁴ Juelich Aachen Research Alliance, JARA-Energy, Germany

⁵ Helmholtz Institute Münster (HI MS), IEK12, Forschungszentrum Jülich, Germany

Tab. 1. Gewählte Markteinteilung und Filter zur Auswertung des MaStR.

Markt	Filter
Heimspeicher	Speicherkapazität ≤ 30 kWh
Gewerbespeicher	$30 \text{ kWh} < \text{Speicherkapazität} < 1.000 \text{ kWh}$
Großspeicher	Speicherkapazität $\geq 1.000 \text{ kWh}$; Betrieb durch Unternehmen; Niederspannung nur akzeptiert, wenn vom Netzbetreiber bestätigt
Alle	Speichersysteme in Betrieb, Speicherkapazität und Leistung registriert Speichertiefe (Quotient aus Energie und Leistung) zwischen 0,1 h und 12 h

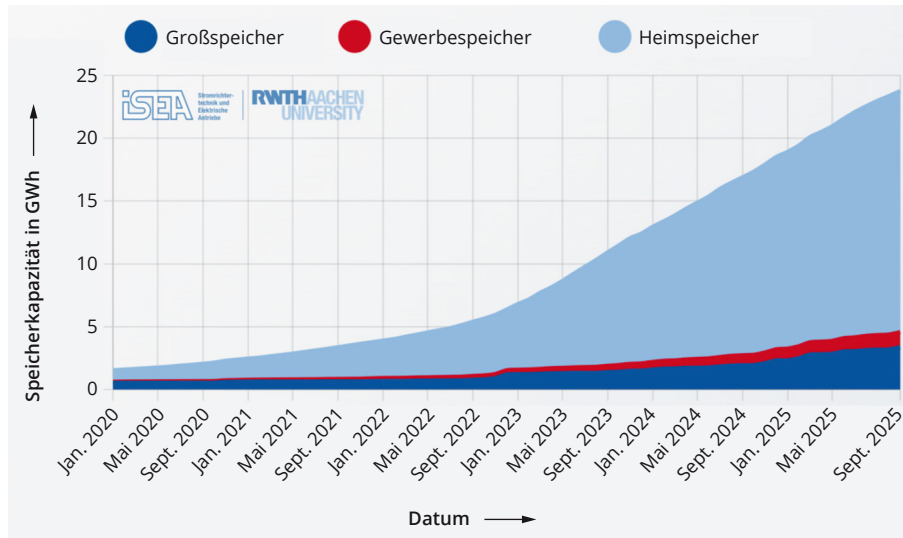


Bild 1. Geschätzte Marktentwicklung stationärer Batteriespeicher in Deutschland basierend auf Figgner et al., www.battery-charts.de, verwendet unter CC BY 4.0. Die Analyse nutzt Daten des MaStR der BNetzA [5], genutzt unter dl-de/by-2-0 [6].

ber 2025 wurden insgesamt 23,7 GW an Speicherkapazität installiert und im MaStR erfasst (siehe Bild 1).

Den größten Anteil stellen Heimspeichersysteme mit 19,1 GW dar, gefolgt von Großspeichern mit 3,3 GW sowie industriellen Speichersystemen mit 1,2 GW.

2.2.1 Heimspeicher

Der Heimspeichermarkt startete etwa 2012 und ist Stand 2025 der größte Markt in Deutschland. Insgesamt sind Mitte November 2025 über 2,2 Millionen Heimspeicher mit einer Speicherkapazität von 19,1 GW und einer Leistung von 12,9 GW in deutschen Haushalten installiert. Insbesondere die letzten drei Jahre haben einen großen Zuwachs gezeigt. Heutzutage werden nahezu alle Photovoltaikanlagen in Privathaushalten mit einem Speichersystem installiert. Die Gründe für den starken Zubau sind dabei vielschichtig. Auf der ökonomischen Seite haben gestiegene Stromkosten, gesunkene Einspeisevergütung und gefallene Batteriepreise für eine deutliche Verbesserung der Wirtschaftlichkeit des Eigenverbrauchs geführt. Andererseits hat auch Verbreitung und Aufklärungsarbeit im Rahmen der Energiewende für eine erhöhte soziale Akzeptanz geführt. Neben dem Eigenverbrauch werden Heimspeicher auch in sogenannten virtual power plants für die Partizipation an den Regelleistungs- und Spotmärkten eingesetzt.

Der Mittelwert der Speicherkapazität der in 2025 installierten Heimspeicher liegt bei etwa 9 kWh und die mittlere Leistung bei etwa 5,5 kW (Bild 2).

2.2.2 Gewerbespeicher

In Deutschland verzeichnet der Markt für Gewerbespeicher seit einigen Jahren ein starkes Wachstum, auch wenn er in absoluten Zubauzahlen weiterhin der kleinste Speichermarkt ist. Stand Ende November 2025 sind 20.600 Gewerbespeicher mit einer Speicherkapazität von 1,2 GW und einer Leistung von 0,6 GW in Deutschland installiert.

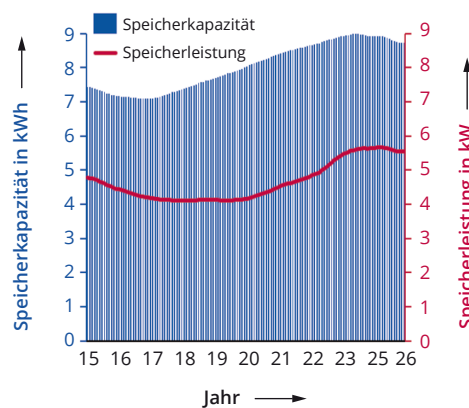


Bild 2. Entwicklung der mittleren Speicherkapazität und -leistung von Heimspeichern basierend auf Figgner et al., www.battery-charts.de, verwendet unter CC BY 4.0. Die Analyse nutzt Daten des MaStR der BNetzA [5], genutzt unter dl-de/by-2-0 [6].

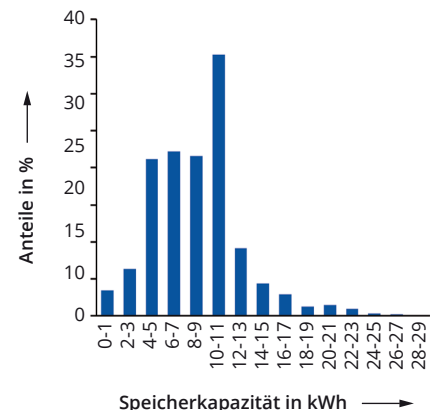
Die zunehmende Verbreitung erneuerbarer Energien sowie steigende Strompreise machen Gewerbespeicher zu einer attraktiven Lösung für Unternehmen, die ihre Energiekosten senken und ihre Versorgungssicherheit erhöhen wollen. Typische Einsatzgebiete sind die Optimierung des solaren Eigenverbrauchs, die Lastspitzenkappung zur Reduzierung von Netzentgelten, die unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) sowie die Integration von Ladeinfrastruktur für Elektromobilität. Darüber hinaus gewinnen Gewerbespeicher an Bedeutung für die Netzstabilisierung und die Teilnahme an Flexibilitätsmärkten, wodurch sie nicht nur betriebswirtschaftliche Vorteile bieten, sondern auch einen Beitrag zur Systemintegration erneuerbarer Energien leisten. Sinkende Batteriepreise und technologische Fortschritte verstärken diesen Trend und machen Gewerbespeicher zunehmend zu einem wichtigen Bestandteil der deutschen Energiewirtschaft.

Die Mehrheit der Systeme (88 %) befindet sich in der Größenklasse bis 100 kWh (siehe Bild 3). Im Gegensatz dazu, gibt es in den größeren Kapazitätsklassen deutlich weniger Speichersysteme. In Bezug auf die Speicherleistung sind sogar 96 % der Gewerbespeicher kleiner als 100 kW

2.2.3 Großspeicher

Der Großspeichermarkt startete in etwa zeitgleich mit dem Heimspeichermarkt in den Jahren 2012 und 2013 und durchlief mehrere Entwicklungen. Stand November 2025 sind 385 Großspeicher mit einer Speicherkapazität von 3 GW und einer Leistung von 2,4 GW in Deutschland installiert.

Zunächst waren die Systeme in der Größenordnung in Größenordnungen verteilt um 10 MWh und wurden überwiegend in der Primärregelleistung vermarktet. Die Speichertiefe betrug hierbei etwa 1 h. Sinkende Preise durch eine zunehmende Marktsättigung haben zunächst für den Einbruch des Marktes von 2019 bis 2021 gesorgt. Ab 2022 wurden jedoch wieder viele und vor allem auch größere Speichersysteme zugebaut. Dieser Zubau ist primär durch stark gefalle-



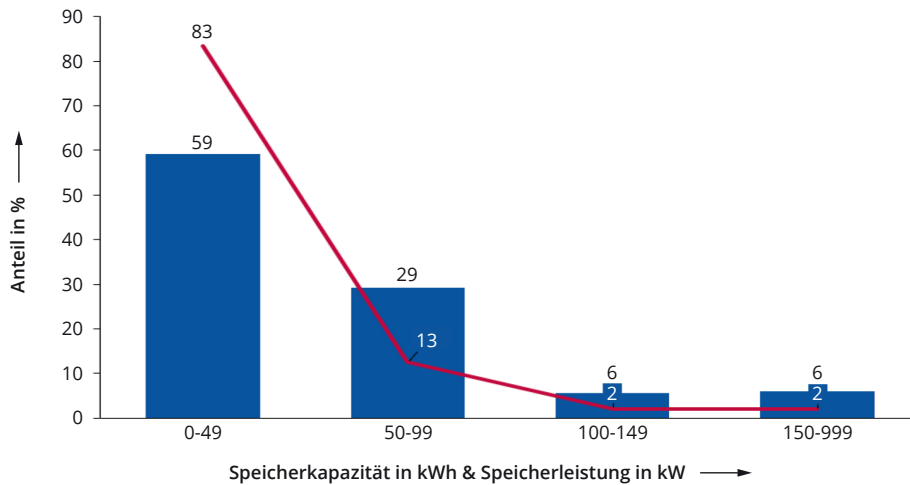


Bild 3. Verteilung der Speicherkapazität von Gewerbespeichern basierend auf Figgner et al., www.battery-charts.de, verwendet unter CC BY 4.0. Die Analyse nutzt Daten des MaStR der BNetzA [5], genutzt unter dl-de/by-2-0 [6].

ne Batteriepreise und die zunehmende Preisvolatilität auf den Spotmärkten incentiviert, die in Verbindung mit Netzdienstleistungsmärkten einen derzeit lukrativen Speicherbetrieb ermöglicht. Batteriespeicher können auch einen wichtigen Beitrag zur Netzstabilisierung im Bereich der Momentanreserve leisten.

Stand November 2025 sind bereits 10,2 GW an Großspeichern bei der Bundesnetzagentur vorgemeldet, wobei zu betonen ist, dass die Vormeldung freiwillig erfolgt und daher nicht vollständig ist. Medien berichten von 78 GW an Netzanschlusszusagen durch die Netzbetreiber [7]. Bei einer mittleren Speicherdauer von etwa 2 h entspräche dies rund 156 GW an Speicherkapazität. Mit dieser Energie ließe sich Deutschland im Mittel bilanziell rund drei Stunden versorgen. Zum Vergleich kann eine Studie des Fraunhofer ISE herangezogen werden, die die benötigte Speicherkapazität bis 2030 auf rund 100 GW schätzt [8]. Das größte registrierte Speichersystem beträgt heute rund 150 MWh, während das größte vorgemeldete System 4.000 MWh umfasst. Mit den sich über die Jahre verändernden Einsatzgebieten haben die die mittleren Speichertiefen von 1 h auf

2 h erhöht (siehe Bild 4). Erste Projekte werden nun ebenfalls mit 4 h in Deutschland umgesetzt. Die Speichersysteme sind dabei über ganz Deutschland verteilt.

3 Erkenntnisse zur Batteriealterung

Dieses Kapitel beschreibt den generellen Betrieb von Heimspeichern und präsentiert Erkenntnisse zur Batteriealterung basierend auf Langzeitmessungen der ersten Heimspeichergeneration.

3.1 Betrieb von Heimspeichern

Heimspeicher speichern tagsüber überschüssigen Strom aus Photovoltaikanlagen und machen diesen in den Abend- und Nachtstunden wieder verfügbar. Auf diese Weise wird der Eigenverbrauch erhöht und der Bezug aus dem öffentlichen Netz reduziert. Speicher arbeiten automatisiert und sind über Energiemanagementsysteme gesteuert. Diese reichen von simplen Strategien wie der reinen Überschussladung (Ladung, wann immer mehr PV-Leistung als Hausverbrauch) bis hin zu optimierten Lade- und Entladeprozessen basierend auf Wetter- und

Lastprognosen sowie dynamischen Stromtarifen. Neben der Eigenverbrauchsoptimierung können Heimspeicher auch netzdienlich eingesetzt werden, indem sie Lastspitzen durch gezielte Ladung in der Mittagszeit abfedern oder in virtuelle Kraftwerke eingebunden werden, die gemeinsam am Energiemarkt teilnehmen. Zusätzliche Funktionen wie die Notstromversorgung bei Netzausfällen oder die Integration in Ladeinfrastrukturen für Elektrofahrzeuge erweitern das Einsatzspektrum und machen Heimspeicher zu einem zentralen Baustein der dezentralen Energiewende, die von der Bevölkerung getragen wird.

3.2 Langzeitmessungen und Erkenntnisse zur Batteriealterung

Im Folgenden wird das Thema der Batteriealterung näher beleuchtet, welches eine zentrale Bedeutung für die Lebensdauer der Speichersysteme einnimmt und damit auch die Themen Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit maßgeblich beeinflusst. Generell geben Hersteller von Heimspeichersystemen derzeit Garantiezeiträume von etwa 10 Jahren bis zum Lebensdauerende, das typischerweise bei 80 Prozent der initialen Kapazität definiert wird. Zu Beginn des Marktes betrug die Garantiezeit im Rahmen eines Marktanreizprogramms noch 7 Jahre und gilt ebenfalls für die 21 untersuchten Heimspeichersysteme in der Dissertation. Die Speichersysteme sind unter der ersten Produktgenerationen und wurden über 8 Jahre in Privathaushalten vermessen. Die Betriebsdaten können für viele forschungsrelevanten Fragestellungen wie bspw. Betriebsstrategien, Effizienz, und Alterungsauswertungen verwendet werden.

Für die Analysen zur Batteriealterung wurden in regelmäßigen Abständen Kapazitätstests durchgeführt. Dazu wurden die Heimspeicher durch die angeschlossenen PV-Anlagen bei Sonnenschein zunächst vollständig geladen. Im Anschluss erfolgte eine Entladung unter Volllast durch die Versorgung großer Verbraucher wie einem Elektrofahrzeug und größeren Haushaltsgeräten.

Zusätzlich zu den manuell durchgeführten Kapazitätstests wurde eine algorithmische Methode entwickelt, die die Kapazität aus den regulären Betriebsdaten ermittelt. Heimspeicher stellen dafür eine geeignete Anwendung dar, da sie regelmäßig vollständig geladen und entladen werden. Dies bietet die Möglichkeit, diese Ladezustände regelbasiert zu erfassen und die Kapazität zu berechnen.

Bild 5 zeigt die Ergebnisse der Kapazitätsschätzung für ein exemplarisches System. Die orangefarbenen Punkte repräsentieren die manuell durchgeführten Kapazitätstests, während die dunkelblauen Punkte die algorithmisch ermittelten Kapazitätsschätzungen darstellen. Das hellblaue Konfidenzintervall (CI) umfasst 75 % aller Schätzungen und dient als Maß für die Genauigkeit.

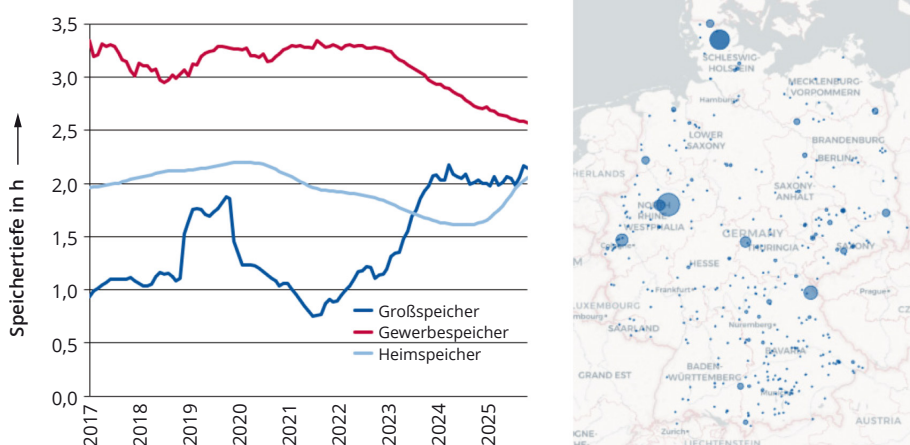


Bild 4. Speichertiefe aller Speicherklassen (links, gleitender 12-Monatsmittelwert) und geografische Verteilung der Großspeicher (rechts nach Speicherkapazität) basierend auf Figgner et al., www.battery-charts.de, verwendet unter CC BY 4.0. Die Analyse nutzt Daten des MaStR der BNetzA [5], genutzt unter dl-de/by-2-0 [6].

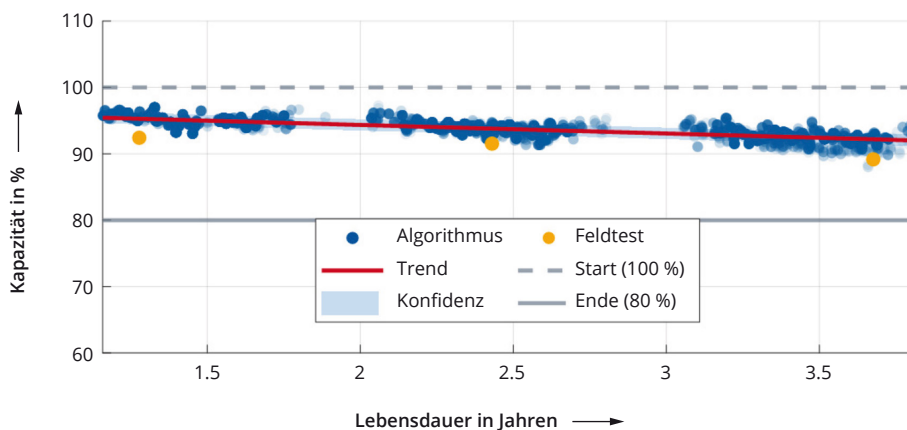


Bild 5. Kapazitätsverlauf eines exemplarischen Heimspeichersystems über die Lebensdauer von 8 Jahren. Orange: manuelle Kapazitätstests. Blau: Algorithmische Kapazitätsschätzungen. Quelle: Dissertation Jan Figgenger [1].

Über das Jahr hinweg lassen sich regelmäßig vollständige Lade- und Entladezyklen identifizieren, vor allem im Zeitraum von Frühjahr bis Herbst. Vereinfachend wird ein linearer Trend auf die algorithmisch ermittelten Kapazitätswerte angewendet. Die Steigung der resultierenden Geraden wird als Alterungsrate definiert. Für das untersuchte System ergibt sich eine Alterungsrate von 2,7 Prozentpunkten pro Jahr. Prinzipiell stimmen die manuellen Kapazitätstests gut mit den algorithmischen Schätzungen überein.

Insgesamt liegen die mittleren Alterungsraten für die 21 untersuchten Heimspeicher bei etwa 2 bis 3 Prozentpunkten pro Jahr, was zu mittleren Lebensdauern von etwa 7 bis 10 Jahren führt und damit die Garantiebedingungen weitestgehend erfüllt. Vor dem Hintergrund, dass die Speichersysteme aus der ersten Produktgeneration stammen, ist dies ein positives Zeichen für die Industrie. Die Batterietechnologie hat sich in den letzten Jahren deutlich weiterentwickelt.

4 Zusammenfassung

Batteriespeicher sind ein wichtiger Baustein der Energiewende. Der Markt für Batteriespeicher ist in den letzten Jahren stark gewachsen und Stand November 2025 sind 23,7 GW in Deutschland installiert. Während Heimspeicher (19,1 GW) in den letzten Jahren überwiegend für den Zubau an Speicherkapazität verantwortlich waren, zieht der Markt für Großspeicher (3,3 GW) getrieben durch lukrativen Energiehandel aufgrund volatiler Strompreise und Netzdienstleistungen derzeit deutlich an. Der Markt für Gewerbespeicher (1,2 GW) ist ebenfalls im Wachstum, jedoch derzeit noch mit geringen absoluten Zubauzahlen.

In Bezug auf die Batteriealterung lassen sich Langzeitmessungen von 21 Heimspeichersystemen der ersten Produktgeneration über 8 Jahre auf eine Lebensdauer von etwa 7-10 Jahren schließen. Dies ist ein gutes Zeichen für Industrie und Kundschaft, da die gegebenen Garantien der untersuchten Systeme größtenteils erreicht werden und die Batterietechnologie sich zudem in den letzten Jahren weiterentwickelt hat.

5 Literaturverzeichnis

- [1] Figgenger J. *Data-driven battery aging analysis of home storage systems based on high-resolution field measurements*. RWTH Aachen University. 2024.
- [2] Figgenger J, van Ouwerkerk J, Haberschusz D, Bors J, Woerner P, Mennekes M, Hildenbrand F, Hecht C, Kairies K-P, Wessels O, Sauer DU. *Multi-year field measurements of home storage systems and their use in capacity estimation*. In: Nat Energy 2024. <https://doi.org/10.1038/s41560-024-01620-9>.
- [3] Figgenger J, Hecht C, Haberschusz D, Bors J, Spreuer KG, Kairies K-P, Stenzel P, Sauer DU. *The development of battery storage systems in Germany: A market review (status 2023)*. 2023. <http://arxiv.org/pdf/2203.06762v3>.
- [4] IPCC. *Climate Change 2023: Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 184 pp. 2023. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>.
- [5] Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation und Eisenbahnen. *Marktstammdatenregister*. <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR>.
- [6] Föderale IT-Kooperation. Data licence Germany – attribution – version 2.0. <https://www.govdata.de/dl-de/by-2-0>. [accessed August 03, 2024].
- [7] pv magazine, BDEW: *Mindestens 78 Gigawatt an großen Batteriespeichern bereits genehmigt*, <https://www.pv-magazine.de/2025/11/27/bdew-mindestens-78-gigawatt-an-grossen-batteriespeichern-bereits-genehmigt/>
- [8] Wille-Haussmann B, Biener W, Brandes J, Jülch V, Wittwer C, Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme, *Batteriespeicher an ehemaligen Kraftwerkstandorten*, <https://www.ise.fraunhofer.de/de/presse-und-medien/presseinformationen/2022/fraunhofer-ise-kurzstudie-batteriegrossspeicher-an-ehemaligen-kraftwerksstandorten-sinnvoll.html>.

Anmerkung

Der Beitrag stellt eine Zusammenfassung der Dissertation von Dr. Jan Figgenger [1] sowie der zugehörigen Veröffentlichungen [2,3] dar und aktualisiert Teile der dort erarbeiteten Marktauswertungen. Textelemente und Abbildungen sind teilweise identisch mit den genannten Dokumenten. Dieses Dokument wurde im November 2025 geschrieben und im Kontext der Verleihung des vgbe Innovationspreises des Jahres 2024 verfasst.

Abstract

Stationary battery storage in Germany: market development and long-term measurements

The accelerated integration of renewable energies presents energy systems with new challenges in terms of grid stability, flexibility, and security of supply. Battery storage systems are gaining increasing importance, as they enable the temporal decoupling of generation and consumption and thus make a central contribution to the decarbonization of the energy sector. Policymakers require reliable market data to guide expansion efforts. For industry and private individuals, the actual service lifetimes of battery storage systems are additionally of interest, as they determine the economic viability and sustainability of their investment. In the following contribution, we provide insights into both aspects. The battery storage market in Germany has grown significantly in recent years, and by November 2025 a total of 23.7 GWh of installed storage capacity had been reached. Residential storage systems account for the largest share with 19.1 GWh, followed by large-scale storage with 3.3 GWh and commercial storage with 1.2 GWh. With regard to battery degradation, long-term measurements of 21 residential storage systems of the first product generation over eight years show average capacity losses of 2-3 percentage points per year, which largely meet the given product warranties.