

Abschlussbericht

Speichermonitoring BW

von

Jan Figgener, David Haberschusz, Sebastian Zumühlen, Dirk Uwe Sauer

RWTH Aachen
Institut für Stromrichtertechnik und Elektrische Antriebe

Förderkennzeichen: L75 18006

Laufzeit: 01.02.2018 - 31.12.2020

Die Arbeiten dieses Projekts wurden mit Mitteln
des Landes Baden-Württemberg durchgeführt.

Mai 2021



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

Speichermonitoring BW

Schlussbericht (inhaltlicher Teil)



Speichermonitoring BW

Impressum

Autoren

Jan Figgener

David Haberschusz

Sebastian Zurmühlen

Dirk Uwe Sauer

Mitwirkende studentische Hilfskräfte:

Jakob Bors, Philipp Woerner

© 2021

Institut für Stromrichtertechnik und Elektrische Antriebe

RWTH Aachen

Internet

<http://www.speichermonitoring-bw.de>

Förderung

Der Schlussbericht zum Speichermonitoring BW entstand im Rahmen des durch das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (UM) geförderten Forschungsvorhabens „Speichermonitoring BW“, Zuwendungsnummer L75 18006.

Laufzeit: 01.02.2018 – 31.12.2020

Gefördert durch:



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

Inhaltsverzeichnis

Executive Summary	6
1 Förderung und Monitoring	9
1.1 Förderprogramm „Netzdienliche PV-Batteriespeicher“	9
1.2 Speichermonitoring BW	10
1.2.1 Methodik der Datenerhebung	10
1.2.2 Stand der Registrierungen	11
2 Marktanalyse	13
2.1 Batteriespeicher	13
2.1.1 Batteriekapazität	13
2.1.2 Systemdesign	14
2.1.3 Speicherpreise	15
2.1.4 Marktanteile der Speicherhersteller	16
2.2 PV-Anlagen	17
2.2.1 PV-Anlagengrößen	17
2.2.2 Ausrichtung der PV-Anlagen	18
2.2.3 PV-Preise	19
2.2.4 Marktanteile der PV-Hersteller	20
2.3 Antragstellende	21
2.3.1 Eigenheime und Gewerbe	21
2.3.2 Motive für den Kauf eines PV-Speichers	22
2.3.3 Elektrische Verbraucher und Elektromobilität	23
2.3.4 Erwartungen und Erfahrungen	24

Inhaltsverzeichnis

3	Wirkungsanalyse	27
3.1	Förderprogramm als Anreiz.....	27
3.2	Zubau PV-Speicher	28
3.3	Ausgelöstes Investitionsvolumen	29
	Literaturverzeichnis	30
	Abbildungsverzeichnis	31

Executive Summary

Executive Summary

Förderung von Batteriespeichern in Baden-Württemberg

Das landesweite Förderprogramm „Netzdienliche Photovoltaik-Batteriespeicher“ wurde vom Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (UM) aufgesetzt und lief von Februar 2018 bis Juli 2019. Gefördert wurden gemeinsame Neuinstallationen von PV-Anlagen und Speichersystemen. Die Förderung erfolgte durch Auszahlung eines Förderzuschusses, der je nach Größe der PV-Anlage und Jahr zwischen 200 €/kWh und 400 €/kWh betrug. Dabei wurden Speichersysteme in Verbindung mit PV-Anlagen oberhalb von 30 kWp installierter Leistung mit höheren Fördersätzen bezuschusst, um den PV-Zubau voranzutreiben und den jungen Markt gewerblicher PV-Speicher zu stützen. Antragsberechtigt waren Privatpersonen, Unternehmen und Landwirte. Insgesamt wurden rund 4.700 Anträge gestellt, von denen rund 4.000 Anträge bewilligt werden konnten.

Speichermonitoring BW

Das Institut für Stromrichtertechnik und Elektrische Antriebe (ISEA) der RWTH Aachen führte die wissenschaftliche Begleitforschung zum Förderprogramm durch. Das Forschungsvorhaben lief unter dem Namen „Speichermonitoring BW“ und wurde durch das UM gefördert. Im Fokus der Forschungsaktivitäten stehen die Markt- und Technologieentwicklung von PV-Speichern in Baden-Württemberg (BW) sowie die Wirkungsanalyse des Förderprogramms. Die Datenerhebung erfolgte über die verpflichtende Registrierung der geförderten Speichersysteme in einem Webportal des ISEA. In diesem wurden technologiespezifische Stammdaten der PV-Speicher und die Motivationsgründe der Antragstellenden abgefragt. Die meisten registrierten Speicher sind Heimspeicher mit Batteriekapazitäten unterhalb von 10 kWh und mit angeschlossenen PV-Leistungen bis 10 kWp. Dennoch sind auch einige

große Gewerbespeicher mit Batteriekapazitäten bis 230 kWh und PV-Leistungen bis 750 kWp registriert.

Zubau an PV-Speichern in BW steigt

Insgesamt wurden nach Analysen des ISEA im Jahr 2019 etwa 19.500 PV-Anlagen bis 30 kWp und rund 13.000 Speichersysteme in BW installiert. Abzüglich der Nachrüstung von Speichersystemen an bestehende PV-Anlagen (etwa 10 % der Speichersysteme) wurden rund zwei von drei neuen PV-Anlagen bis 30 kWp zusammen mit einem Speichersystem installiert. Insgesamt wuchs der Heimspeichermarkt in BW damit im Vergleich zu 2018 um etwa 65 % (Bundesdurchschnitt: ca. 33 %). In Bezug auf die absoluten Zubauzahlen von PV-Speichern lag Baden-Württemberg auf Platz 2, zwischen dem langjährigen Spitzenreiter Bayern und dem bevölkerungsreicheren Nordrhein-Westfalen. Ende 2019 waren von etwa 185.000 Heimspeichern in Deutschland rund 35.000 in BW installiert.

Das Förderprogramm hat einen positiven Markteinfluss

Innerhalb des Förderprogramms wurden eine PV-Leistung von knapp 50 MWp und eine Batteriekapazität von etwa 35 MWh zugebaut. Im Jahr 2018 wurde jedes dritte Speichersystem und jede fünfte PV-Anlage unter 30 kWp gefördert. Durch das Ende des Förderprogramms in der Mitte des Jahres 2019, waren dies 2019 noch jedes elfte Speichersystem und jede vierzehnte PV-Anlage. Jede dritte antragstellende Person gab an, dass sie die Investition in eine PV-Anlage ohne das Förderprogramm nicht getätigt hätte. Bei den Speichersystemen sagten dies sogar rund zwei Drittel. Aus diesen Quoten kann abgeleitet werden, dass das Förderprogramm einen positiven Einfluss auf den Markt hatte. Im Programmzeitraum wurde mit etwa 10 Mio. € Fördergeldern ein Investitionsvolumen von insgesamt rund 120 Mio. € angestoßen. Ein Großteil des privaten Investitionsvolumens wurde dabei über den Kauf der PV-Anlagen realisiert.

Executive Summary

Batteriespeichermarkt

Die **spezifischen Speicherpreise** im Kernsegment einer Batteriekapazität von 5 kWh bis 10 kWh sind von 2018 auf 2019 um über 10 % auf 1.200 €/kWh inklusive Mehrwertsteuer gefallen, wobei günstige Speichersysteme bereits für etwa 900 €/kWh erhältlich waren. Damit waren die Speicherpreise gegenüber denen aus der ausgelaufenen KfW-Förderung leicht erhöht. Eine mögliche Erklärung hierfür sind die höheren Förderzuschüsse in BW, die lokalen Installationsbetrieben größere Margen erlauben. Alternative Erklärungen sind eine unterschiedliche Produktzusammensetzung in den Programmen und höhere Handwerkskosten im Vergleich zum Bundesdurchschnitt.

Die **Marktanteile der Speichersystemhersteller** für das Jahr 2019 waren innerhalb des Förderprogramms wie folgt verteilt: Die Firma sonnen führte den Markt mit etwa 22,2 % aller Speichersysteme an. Danach folgten BYD (19,3 %), SENEK (12,5 %), E3/DC (10,8 %) und LG Chem (10,0 %). Zusammen kamen die Top 5 Hersteller auf etwa 75 % der geförderten Speichersysteme.

Die **Batteriekapazitäten** betragen 2019 durchschnittlich rund 7,5 kWh bei privaten und etwa 25 kWh bei gewerblichen Speichersystemen. Damit lagen die Kapazitäten privater Speichersysteme in BW etwa 7,5 % unter dem Bundesdurchschnitt. Dies kann vermutlich auf die höheren Preise und das „Mindestinstallationsverhältnis“ von 1,2 kWp/kWh zurückgeführt werden. Wurde der Speicher größer als dieses Verhältnis ausgelegt, wurde die Batteriekapazität oberhalb des Verhältnisses nicht mehr bezuschusst.

Lithium-Ionen-Batterien wurden in fast 100 % der Speichersysteme verbaut. Alternative Speichertechnologien wie Bleisäure oder Redox-Flow-Batterien hatten keine nennenswerte kommerzielle Bedeutung im PV-Speichermarkt. Im Jahr 2019 gab es erste Salzwasserspeicher unter den Registrierungen.

Die **Notstromversorgung** durch Heimspeicher ist keinesfalls ein Standardprodukt. Nur etwa 15 % der registrierten Speichersysteme haben die Fähigkeit, das Haus vom Stromnetz zu trennen und vollständig mit Energie zu versorgen. Daneben haben knapp 10 % der Speicher eine gesonderte Steckdose, die auch bei Stromausfall genutzt werden kann.

PV-Markt

Die **spezifischen PV-Preise** betragen in 2019 durchschnittlich rund 1.250 €/kWp inklusive Mehrwertsteuer für PV-Anlagen bis zu 10 kWp. Damit sind die Preise um über 10% von 2018 auf 2019 gefallen. Günstige PV-Anlagen waren bereits für unter 1.000 €/kWp erhältlich.

Die **Marktanteile der PV-Hersteller** im Jahr 2019 waren stark umkämpft. Die Top 5, IBC SOLAR (11,5 %), Heckert Solar (10,3 %), Hanwha Q Cells (9,7 %), LG (7,3 %), und Solarwatt (6,7 %), nahmen etwa 45 % des Markts ein.

Die **PV-Nennleistungen** betragen 2019 bei privaten PV-Anlagen im Förderprogramm durchschnittlich etwa 9,8 kWp und bei gewerblichen PV-Anlagen ca. 45 kWp. Die mittlere private PV-Anlage bis 10 kWp im Förderprogramm war rund 15% (2019) bzw. 20 % (2018) größer als der Bundesdurchschnitt.

Kaufmotivation und Haushalte

Die **Hauptgründe für den Speicherkauf** waren die Absicherung gegen mögliche Strompreissteigerungen (ca. 75 %) und der eigene Beitrag zur Energiewende (ca. 65 %). Lediglich 10 % sahen ihr Speichersystem als eine sichere Geldanlage.

Die **Sektorenkopplung im Eigenheim** ist schon heute Realität für viele Haushalte mit PV-Speicher. Rund 35 % der Speicher wurden 2019 in Kombination mit einer Wärmepumpe installiert und fast 10 % der Antragstellenden hatten ein Elektroauto. Weitere 70 % der Befragten sympathisierten mit dem Kauf eines Elektroautos.



1 Förderung und Monitoring

1.1 Förderprogramm „Netzdienliche PV-Batteriespeicher“

1 Förderung und Monitoring

Das Förderprogramm *Netzdienliche PV-Batteriespeicher* lief vom Februar 2018 bis Juli 2019 und wurde vom Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (UM) aufgesetzt. Die Antragsprüfung und -abwicklung erfolgte über die L-Bank. Das Institut für Stromrichtertechnik und Elektrische Antriebe (ISEA) der RWTH Aachen führte die wissenschaftliche Begleitforschung unter dem Namen *Speichermonitoring BW* durch.

1.1 Förderprogramm „Netzdienliche PV-Batteriespeicher“

Die finanzielle Förderung von PV-Speichern war an Voraussetzungen geknüpft, die eine nachhaltige Entwicklung der Technologie begünstigen und einen netzentlastenden Betrieb der Anlagen sicherstellen sollten. Die Förderbedingungen können dem Dokument „Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums über die Förderung netzdienlicher Photovoltaik-Batteriespeicher (VwV netzdienliche PV-Batteriespeicher)“ vom 09. Januar 2019 entnommen werden [1]. Im Folgenden ist eine kurze Zusammenfassung der Voraussetzungen für eine Förderung aufgelistet:

- Gefördert wurden gewerbliche und private Batteriespeicher mit einer neuen PV-Anlage. Gewerbespeicher wurden in 2018 mit 400 €/kWh bezuschusst, während der Förderzuschuss für private Speichersysteme 300 €/kWh betrug (siehe Abbildung 1.1). Im Jahr 2019 wurden die Förderzuschüsse jeweils um 100 €/kWh abgesenkt. Seit dem 01.02.2019 waren auch Landwirte antragsberechtigt.
- In der zuletzt geltenden Fassung der Förderrichtlinien konnten PV-Anlage und Speicher unabhängig voneinander dimensioniert werden. Der Förderzuschuss wurde jedoch nur bis zu einem Verhältnis von 1,2 kWp/kWh gewährt. Im ersten Förderjahr war dieses Mindestinstallationsverhältnis noch ein Ausschlusskriterium für die Antragstellung.

- Die Einspeiseleistung ist durch einen Rundsteuerempfänger oder dauerhaft über eine starre Begrenzung auf 50 % (PV-Anlage \leq 30 kWp) bzw. 60 % (PV-Anlage $>$ 30 kWp) der installierten PV-Leistung zu reduzieren.
- Hersteller mussten eine Zeitwertersatzgarantie von mindestens 10 Jahren auf den Batteriespeicher geben.
- Im Jahr 2018 gab es einen Bonus von 250 € bei Kauf eines prognosebasierten Systems. Dieser Bonus wurde im Jahr 2019 abgeschafft. Im Anschluss daran wurde die Prognosefähigkeit des Speichersystems als Fördervoraussetzung bei PV-Anlagen bis 10 kWp eingeführt.
- Im Jahr 2019 gab es einen Bonus von 500 € bei Kauf einer lastmanagementfähigen Ladestation für Elektroautos und einen Bonus von 400 € bei Dimensionierung der PV-Anlage zwischen 10 kWp und 14 kWp. Der Hintergrund war, dass bei PV-Anlagen über 10 kWp eine anteilige EEG-Umlage auf den Eigenverbrauch anfiel, die einen negativen Einfluss auf die Rendite einer PV-Anlage hatte. Mit dem Bonus sollte dieser Effekt ausgeglichen werden.

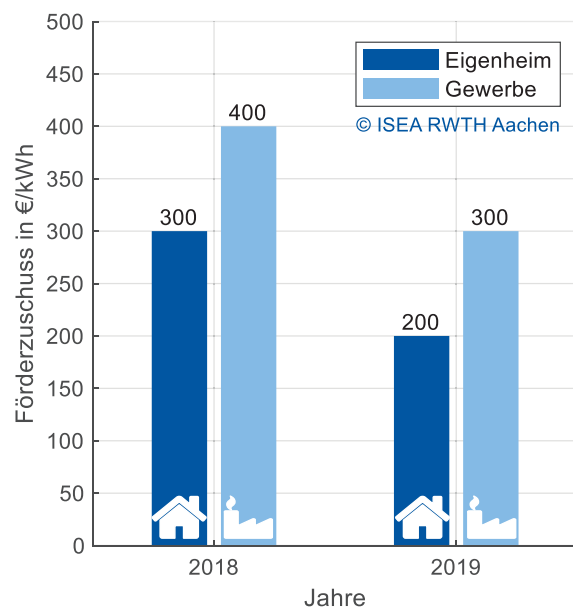


Abbildung 1.1: Förderzuschuss für Privatpersonen im Eigenheim und gewerbliche Antragstellende.

1 Förderung und Monitoring

1.2 Speichermonitoring BW

1.2 Speichermonitoring BW

Das Speichermonitoring BW stellte die wissenschaftliche Begleitforschung zum Förderprogramm dar. Das Projekt wurde durch das Umweltministerium Baden-Württemberg bis Ende 2020 gefördert und vom Institut für Stromrichtertechnik und elektrische Antriebe (ISEA) der RWTH Aachen durchgeführt. Ziel des Monitoringprogramms war die Erfassung der Markt- und Technologieentwicklung von PV-Speichern in Baden-Württemberg sowie die Wirkungsanalyse des Förderprogramms. Die Erkenntnisse des Speichermonitorings werden der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt und bieten Entscheidungshilfen für Politik, Industrie, und Privatpersonen.

1.2.1 Methodik der Datenerhebung

Die Registrierung der geförderten Speichersysteme erfolgte durch die Beantwortung eines Fragebogens beim Speichermonitoring BW (www.speichermonitoring-bw.de). Die erhobenen Daten umfassten unter anderem persönliche Angaben der Antragstellenden, Anlagenstammdaten von PV-Anlage und Batteriespeicher, sowie Informationen über Kaufmotivation und Betriebserfahrungen mit dem Speichersystem.

Die Datenerfassung erfolgte über die manuelle Eingabe der Datenblattangaben durch die Speicherbetreibenden. Etwaige Fehler bei der Eingabe konnten somit grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden. Die Bandbreite möglicher Fehler reichte von Rechtschreibfehlern oder falsch eingetippten Zahlenwerten über Missverständnisse bei der Interpretation des gefragten Wertes bis hin zu fehlenden Informationen oder Desinteresse der Personen bezüglich der Eingabe oder der Suche nach zutreffenden Daten. Durch zahlreiche Hilfestellungen und Hinweise innerhalb des Fragebogens und den persönlichen Kontakt zu einem Kundensupport wurde eine hohe Datenqualität schon bei Eingabe sichergestellt. Ergänzend wurden algorithmische Konsistenzbedingungen zur Filterung der Daten angewendet. Die Auswertungen basieren somit teilweise auf unterschiedlichen Anzahlen an ausgewerteten Systemen.

Der Schutz personenbezogener Daten stellte ein zentrales Thema des Speichermonitorings dar. In Zusammenarbeit mit dem UM und dem Datenschutzbeauftragten der RWTH Aachen wurde dazu ein umfassendes Datenschutzkonzept erarbeitet, das sowohl eine größtmögliche Sicherung der gesammelten Daten gewährleistete als auch eine hohe Transparenz für die Teilnehmenden umfasste. Die Datenschutzerklärung kann im Webportal eingesehen werden.

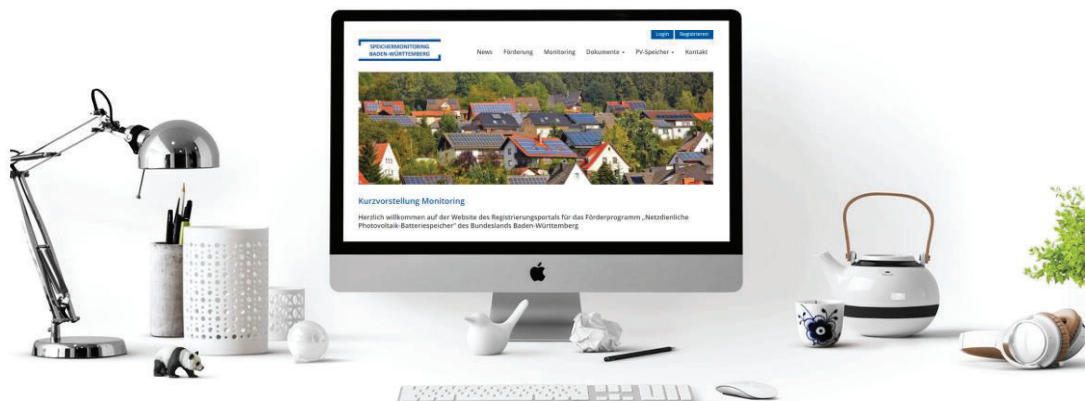


Abbildung 1.2: Das Webportal ist unter www.speichermonitoring-bw.de verfügbar.

1 Förderung und Monitoring

1.2 Speichermonitoring BW

1.2.2 Stand der Registrierungen

Die Auswertungen umfassen rund 3.640 Datensätze

Zum Stichtag der Auswertung (September 2020) waren etwa 3.640 Speichersysteme beim Monitoring registriert (siehe Abbildung 1.3). Bei der L-Bank wurden insgesamt rund 4.700 Anträge für PV-Speicher eingereicht, von denen etwa 4.000 Anträge bewilligt wurden. Nach einer Bewilligung mussten Antragstellende innerhalb von neun Monaten alle relevanten Dokumente bei der L-Bank einreichen. Neben Unterlagen wie der Rechnung war ebenfalls eine Registrierungsbestätigung des Speichermonitorings erforderlich, die automatisch nach dem Ausfüllen des Fragebogens ausgestellt wurde. Typischerweise erfolgte die Registrierung einige Zeit nach der Installation des Speichersystems, was die Abweichung der beiden Zahlen voneinander erklärt.

Die Antragstellenden sind zu etwa 94 % Privatpersonen in Eigenheimen (siehe Abbildung 1.3). Die Nachfrage aus dem privaten Sektor hat dabei die Erwartungen deutlich übertroffen: Ursprünglich waren für die gesamte Laufzeit des Programms zunächst 1.000 bewilligte Anträge geplant. Der Gewerbespeichermarkt war im Förderprogramm deutlich geringer vertreten, da lediglich rund 6 % der Anträge von Gewerben waren. Um diesen Markt anzuschieben und auch den Zubau der tendenziell größeren gewerblichen PV-Anlagen zu fördern, waren die Förderzuschüsse für PV-Anlagen oberhalb von 30 kWp höher als für kleinere PV-Anlagen, die hauptsächlich auf Eigenheimen installiert wurden (siehe Kapitel 1.1 und Kapitel 2.2).

Die bewilligten Förderzuschüsse lagen je nach Regierungspräsidium zwischen 2,26 Mio. € und 2,59 Mio. € (siehe Abbildung 1.3).

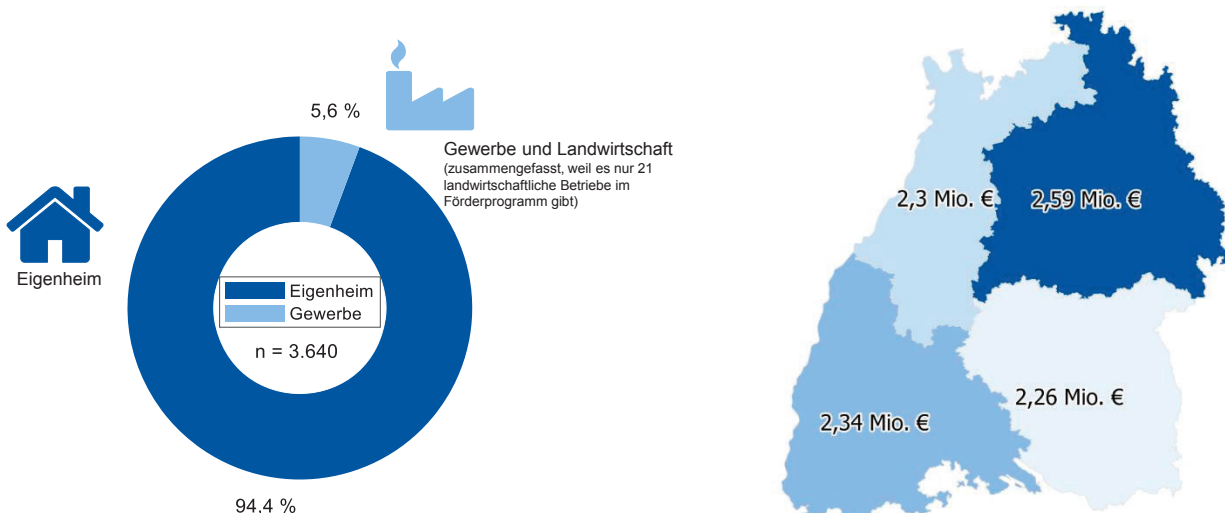


Abbildung 1.3: Anteile der Antragstellenden (links) und Förderzuschüsse nach Regierungspräsidien (rechts).



2 Marktanalyse

2.1 Batteriespeicher

2 Marktanalyse

Dieses Kapitel analysiert den Markt für PV-Batteriespeicher in Baden-Württemberg auf Basis der Registrierungen.

2.1 Batteriespeicher

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Marktentwicklung der geförderten Batteriespeicher präsentiert.

2.1.1 Batteriekapazität

Die Batteriekapazität von privaten Speichersystemen betrug im Jahr 2019 durchschnittlich 7,5 kWh

Abbildung 2.1 zeigt die Verteilung der nutzbaren Batteriekapazität der Speichersysteme (links) und die Aufteilung der Batteriekapazität in verschiedene Kapazitätsklassen (rechts).

Die durchschnittlich nutzbare Batteriekapazität der privaten Speichersysteme stieg von rund 6,6 kWh im Jahr 2018 auf

etwa 7,5 kWh im Jahr 2019 an. Damit sind die Speichersysteme etwas kleiner als die Heimspeicher aus dem Marktstammdatenregister (ca. 8 kWh) [2]. Dies kann vermutlich auf das vorgegebene Mindestinstallationsverhältnis von 1,2 kWp/kWh oder die leicht erhöhten Preise zurückgeführt werden (siehe Kapitel 2.1.3). Hierbei ist jedoch nicht klar ersichtlich, ob die höheren Preise der Grund oder die Folge der kleineren Speicher sind. Mit einem Durchschnitt von 15,9 kWh im Jahr 2018 und 25,3 kWh im Jahr 2019 sind Gewerbespeicher größer als Heimspeicher. Die Größe der gewerblichen Speichersysteme variiert bei den verschiedenen Gewerben stark: Von kleinen Heimbetrieben bis zum Busdepot ist die Vielfalt der Speicheranwendungen groß.

Insgesamt sind 75 % der privaten Batteriekapazität in Form von Speichersystemen unterhalb von 10 kWh installiert worden. Der Zubau gewerblicher Batteriekapazitäten hingegen fand zu über 50 % in Form von Speichersystemen oberhalb von 30 kWh statt.

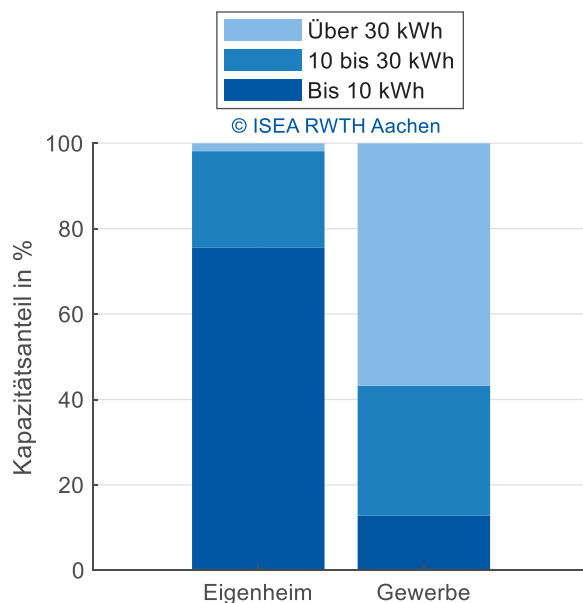
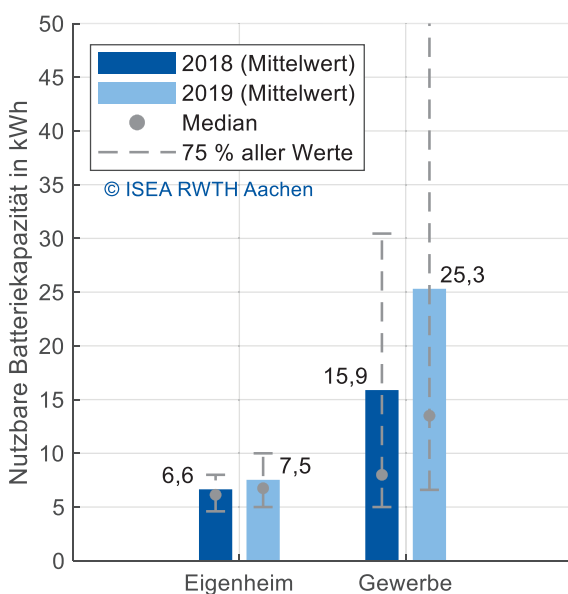


Abbildung 2.1: Verteilung der nutzbaren Batteriekapazität von PV-Speichern (links) und Kapazitätsanteil nach Kapazitätsklassen (rechts).

2 Marktanalyse

2.1 Batteriespeicher

2.1.2 Systemdesign

Der Großteil der installierten Batteriespeicher sind prognosebasierte Lithium-Ionen-Speichersysteme

Abbildung 2.2 zeigt das Systemdesign der Speichersysteme aufgeteilt in verschiedene technische Eigenschaften.

Batterietechnologien: Analog zum bundesweiten Speichermarkt wurden in BW über die Jahre 2018 bis 2019 Lithium-Ionen-Batterien in nahezu 100 % der Speichersysteme verwendet [3]. Neben Lithium-Ionen-Speichern sind lediglich einige Blei-Säure- und in 2019 auch einige Salzwasserspeicher registriert. Die Treiber für den Erfolg von Lithium-Ionen-Batterien sind die stark gefallenen spezifischen Speicherpreise, hohe Lebensdauern und die hohe Effizienz [3, 4].

Prognosefähigkeit: In den Jahren 2018 und 2019 waren etwa 65 % der Speichersysteme prognosebasiert und nahmen den Bonus für diese Eigenschaft in Anspruch. Die Algorithmen zur Prognose variieren dabei von einfachen Persistenz-Prognosen (Last heute entspricht Last vor einer Woche,

Sonneneinstrahlung heute entspricht Sonneneinstrahlung gestern) bis zur Nutzung von externen Wetterprognosen und individuellen Lastanalysen basierend auf künstlicher Intelligenz [4, 5].

Topologie: AC-gekoppelte Speichersysteme bildeten im Jahr 2019 mit etwa 55 % die Mehrheit vor DC-gekoppelten Speichersystemen (ca. 45 %). Generatorgekoppelte Speichersysteme waren in beiden Jahren kaum vertreten. Bezüglich der Systemperformance von verschiedenen Topologien gibt es öffentliche Diskussionen. Rein aus der Topologie können jedoch keine eindeutigen Rückschlüsse über die Systemperformance getroffen werden können [4–8].

Notstrom: In den Jahren 2018 und 2019 gaben etwa 15 % der Speicherbetreibenden an, ein Inselnetzfähiges Speichersystem (netzentkoppelte Versorgung des Haushalts) zu besitzen, während weniger als 10 % eine notstromfähige Steckdose am Speicher hatten. Eine Notstromversorgung ist in Deutschland jedoch aufgrund einer mittleren jährlichen Ausfalldauer von wenigen Minuten meistens nicht erforderlich.

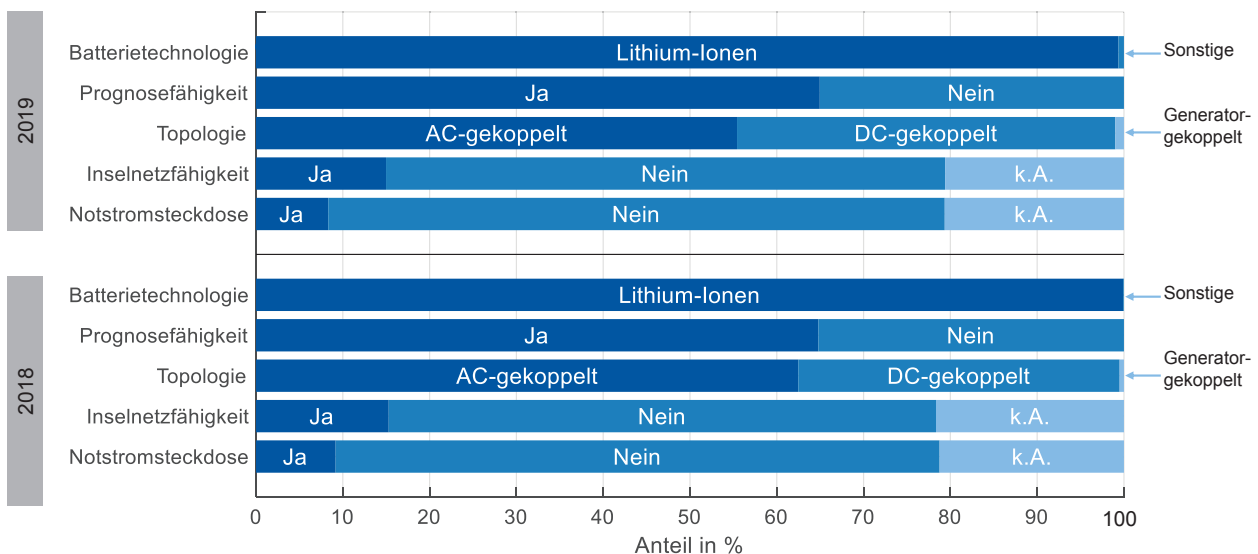


Abbildung 2.2: Systemeigenschaften der registrierten Speichersysteme.

2 Marktanalyse

2.1 Batteriespeicher

2.1.3 Speicherpreise

Die spezifischen Speichersystempreise im Förderprogramm fielen in 2019 auf etwa 1.200 €/kWh

Abbildung 2.3 zeigt die spezifischen Speichersystempreise inklusive Leistungselektronik und Mehrwertsteuer in Abhängigkeit von der nutzbaren Batteriekapazität (links) und die Gesamtausgaben pro Speichersystem (rechts). Größere Speichersysteme haben geringe spezifische Preise. Dies lässt sich insbesondere auf die nahezu identischen Fixkosten für Software, Vertrieb und Leistungselektronik in gewissen Kapazitätsbereichen zurückführen. Dieser Effekt wirkt sich vor allem auf kleine Speichersysteme aus, da der relative Anteil der kapazitätsunabhängigen Preise hier höher ins Gewicht fällt. Die Preisspannen ergeben sich durch unterschiedliche Produkteigenschaften wie bspw. die Inselnetzfähigkeit, abweichende Vertriebsstrukturen sowie individuelle Preisstrategien der Hersteller. Die Ausgaben der Gewerbe stiegen mit den gestiegenen Batteriekapazitäten im Jahr 2019 von etwa

20.300 € auf rund 32.500 € an, während die Ausgaben der Eigenheime bei etwa 9.000 € konstant blieben.

Verglichen mit den Daten des KfW-Förderprogramms war der Durchschnitt der spezifischen Speicherpreise leicht erhöht. Während für KfW-geförderte Speichersysteme im Jahr 2019 durchschnittlich etwa 1.100 €/kWh [9] gezahlt wurde, lag dieser Wert im Rahmen des Landesförderprogramms um rund 100 €/kWh höher. Der Grund könnte in der unterschiedlichen Förderhöhe liegen, die am Ende der KfW-Förderung bei etwa 100 €/kWh und im lokalen Förderprogramm in BW bei 200 €/kWh lag. Darüber hinaus sind aber auch alternative Erklärungen denkbar, wie bspw. eine unterschiedliche Produktzusammensetzung innerhalb der Förderprogramme oder die im Vergleich zum Bundesdurchschnitt erhöhten Handwerkskosten. Zudem könnten die durch das Mindestinstallationsverhältnis kleineren Speichersysteme auch zu den höheren spezifischen Preisen geführt haben (siehe Kapitel 2.1.1).

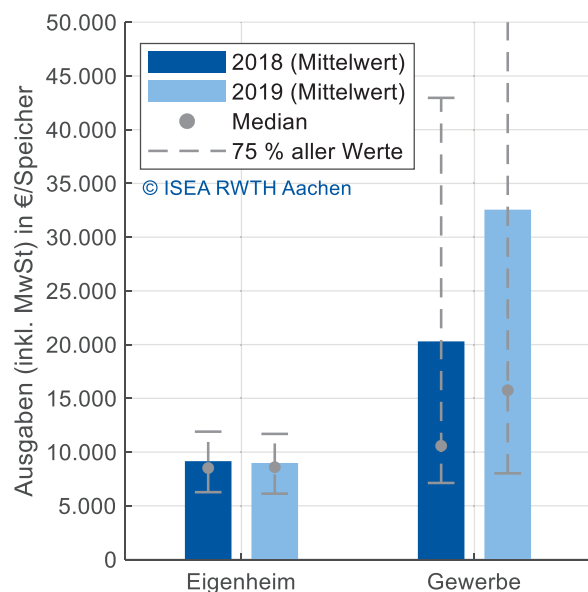
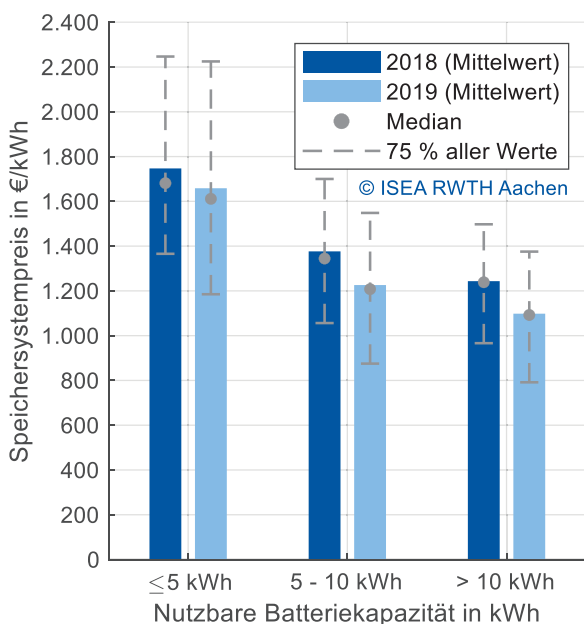


Abbildung 2.3: Normierte Endkundensystempreise von Lithium-Ionen-Speichersystemen in Abhängigkeit von der nutzbaren Batteriekapazität (links) und durchschnittliche Ausgaben der Antragstellenden pro Speichersystem (rechts).

2 Marktanalyse

2.1 Batteriespeicher

2.1.4 Marktanteile der Speicherhersteller

Im Jahr 2019 führten sonnen und BYD den Markt der geförderten Speichersysteme an

Abbildung 2.4 zeigt die Marktanteile der Speichersystemhersteller im Förderprogramm. Die Marktanteile beziehen sich ausschließlich auf die beim Monitoring registrierten Speichersysteme und müssen nicht den Marktanteilen der Hersteller im Gesamtmarkt entsprechen.

Die Firma sonnen belegte mit einem im Vergleich zum Jahr 2018 leicht gesunkenen Anteil von 22,2 % aller Speichersysteme den ersten Platz, gefolgt von BYD dessen Anteil in 2019 auf 19,3 % stark angestiegen ist. Ebenfalls gewachsen sind die Anteile der Speichersystemhersteller SENEK (12,5 %) und E3/DC (10,8 %). Der Hersteller LG Chem hat im Jahr 2019 deutlich an Marktanteil eingebüßt und belegte mit 10 % den fünften Platz. Zusammen kamen die Top 5 Hersteller auf über 70 % der geförderten Speichersysteme.

Bei Vergleich der Marktanteile mit den Ergebnissen aus der KfW-Förderung ließen sich folgende Aussagen ableiten:

- Der Hersteller sonnen hatte auch innerhalb der KfW-Förderung die meisten geförderten Speichersysteme. Jedoch lag der Marktanteil innerhalb der KfW-Förderung unterhalb des in BW erzielten Marktanteils. Dies könnte an einem ausgeprägten Installateursnetzwerk im Bundesland Baden-Württemberg liegen.
- Der Hersteller BYD hat in den Jahren 2018 bis 2019 beständig Marktanteile gewonnen. Die flexible Kombination der Batteriesysteme mit verschiedenen Wechselrichtern in Kombination mit verhältnismäßig günstigen Preisen ist eine mögliche Begründung hierfür.

Verglichen mit Auswertungen von Marktforschungsinstituten zum Gesamtmarkt zeigten sich viele Übereinstimmungen der Herstellerreihenfolge, auch wenn die Marktanteile etwas voneinander abwichen.

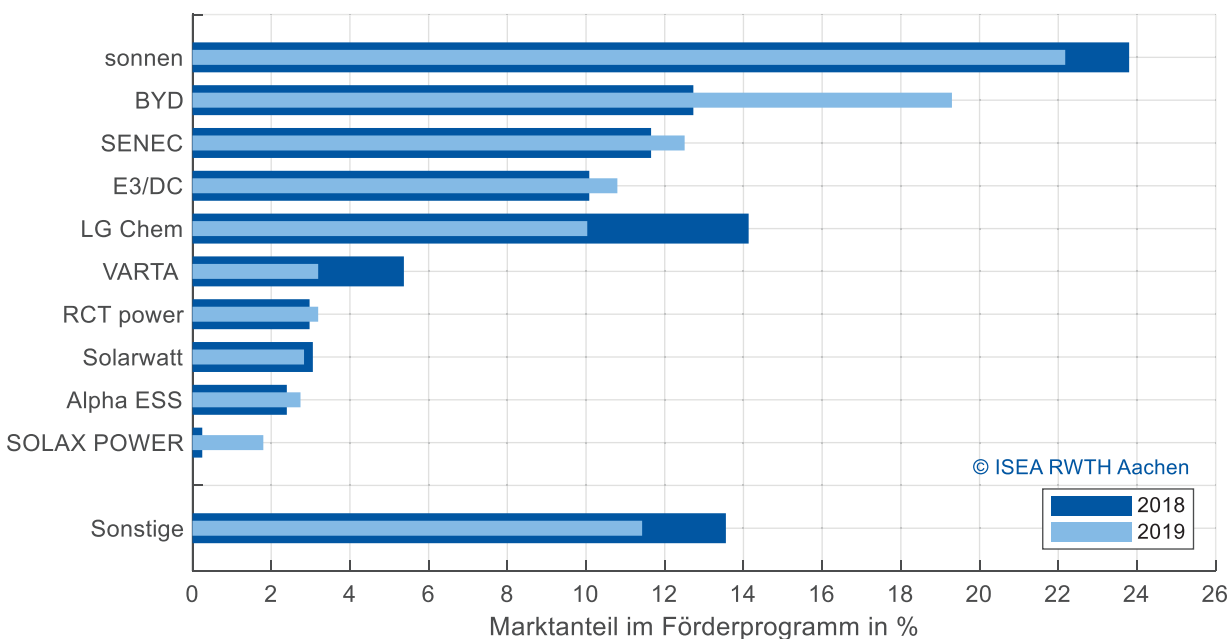


Abbildung 2.4: Marktanteile der Speichersystemhersteller im Förderprogramm.

2 Marktanalyse

2.2 PV-Anlagen

2.2 PV-Anlagen

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Marktentwicklung der geförderten PV-Anlagen präsentiert.

2.2.1 PV-Anlagengrößen

Die Verteilung der PV-Nennleistungen war geprägt durch regulatorische Rahmenbedingungen

Abbildung 2.5 zeigt die Verteilungen der registrierten privaten und gewerblichen PV-Nennleistungen (links) und den Leistungsanteil in den jeweiligen Anlagenklassen (rechts).

Die privaten PV-Anlagen waren im Jahr 2019 mit einer leicht gestiegenen Leistung von durchschnittlich 9,8 kWp deutlich kleiner als die gewerblichen PV-Anlagen, deren durchschnittliche Leistung im Jahr 2019 auf 44,6 kWp angestiegen ist.

Diese Auffälligkeit ist auf zwei regulatorische Rahmenbedingungen zurückzuführen: Einerseits hatte das Mindestinstallationsverhältnis von 1,2 kWp/kWh Anreize geschaffen, größere PV-Anlagen zu installieren. Gleichzeitig mussten Betreiber von PV-Anlagen oberhalb einer Leistungsgrenze von 10 kWp jedoch eine anteilige EEG-Umlage auf den Eigenverbrauch zahlen, was viele vermeiden wollten. Als Resultat dieser Abwägung konnte im Jahr 2018 in BW eine starke Zunahme von PV-Anlagen knapp unter der Grenze von 10 kWp beobachtet werden. Zum Ausgleich der EEG-Umlage wurde im Jahr 2019 ein Bonus für die Überschreitung dieser Grenze eingeführt. Dieser Bonus hat sein Ziel erreicht und einige Betreiber diese Grenze überwinden lassen und zu größeren Anlagen motiviert. Im Vergleich zu den bei der BNetzA gemeldeten PV-Anlagen, waren die PV-Anlagen bis 10 kWp des Förderprogramms in 2018 im Mittel um ca. 20 % und in 2019 um etwa 15% größer.

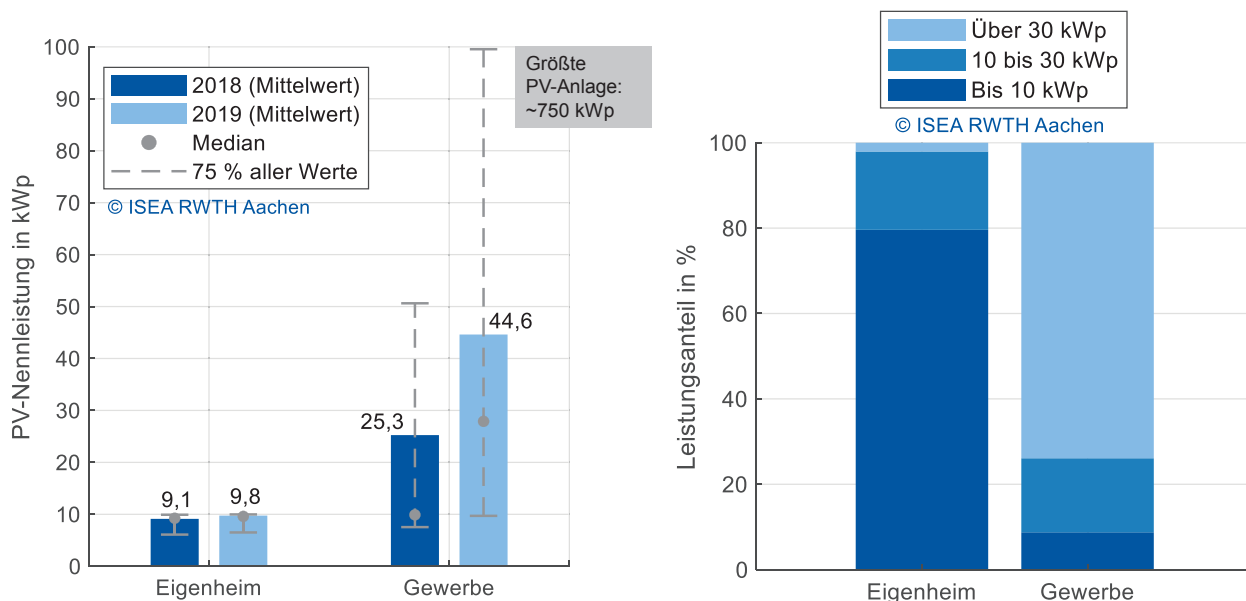


Abbildung 2.5: Verteilung der PV-Nennleistungen der beim Speichermonitoring registrierten PV-Anlagen (links) und Leistungsanteil nach Anlagengröße (rechts).

2 Marktanalyse

2.2 PV-Anlagen

2.2.2 Ausrichtung der PV-Anlagen

Die PV-Anlagen wurden überwiegend nach Süden oder Ost-West ausgerichtet

Abbildung 2.6 zeigt die Hauptausrichtungen der registrierten PV-Anlagen (links) und den Neigungswinkel der Module gegenüber dem Horizont (rechts).

Etwa 37 % der privaten PV-Anlagen wurden nach Süden ausgerichtet. Bei Erweiterung der Haupthimmelsrichtung Süden um die Nebenhimmelsrichtungen Südost und Südwest verdoppelt sich dieser Anteil auf ca. 70 %. Die Ausrichtung einer PV-Anlage nach Süden ist dadurch motiviert, dass die Erträge der PV-Anlagen hier am höchsten sind. Während der Durchschnitt bei rund 915 kWh/kWp liegt, können bei einer Südausrichtung in Deutschland je nach Winkel und Standort bis zu etwa 1.100 kWh/kWp im Jahr erzeugt werden [5]. Bei Südost- und Südwest-Ausrichtungen vermindert sich die erzeugte Energie um wenige Prozentpunkte. Eine stärkere Reduktion

der Energie um etwa 20 % ergibt sich bei der Ost-West-Ausrichtung, die bei Eigenheimen mit etwa 23 % die zweithäufigste und bei Gewerben mit über 35 % die häufigste Ausrichtung war. Bei dieser Ausrichtung werden die solaren Erzeugungen insbesondere bei Sonnenaufgang und Sonnenuntergang im Vergleich zur Südausrichtung erhöht und in den Mittagsstunden vermindert. Decken sich morgens und abends Erzeugung und Haushaltslast besser als zur Mittagszeit, kann der Direktverbrauch durch diese Ausrichtung gesteigert werden. Darüber hinaus waren Ost-West-Anlagen insbesondere bei Gewerbebetrieben beliebt, da sie einen geringeren Neigungswinkel von rund 18° aufweisen und somit eine geringere Windlast darstellen (siehe Abbildung 2.6 rechts). Dies kann die Installation auf Flachdächern erleichtern. Der ideale Neigungswinkel in Deutschland liegt für eine nach Süden ausgerichtete PV-Anlage bei etwa 30° bis 35°. Dieser theoretische Wert deckte sich weitestgehend mit den angegebenen Werten. Die breite Spanne der Winkel ergibt sich dabei durch verschiedene Dachneigungen.

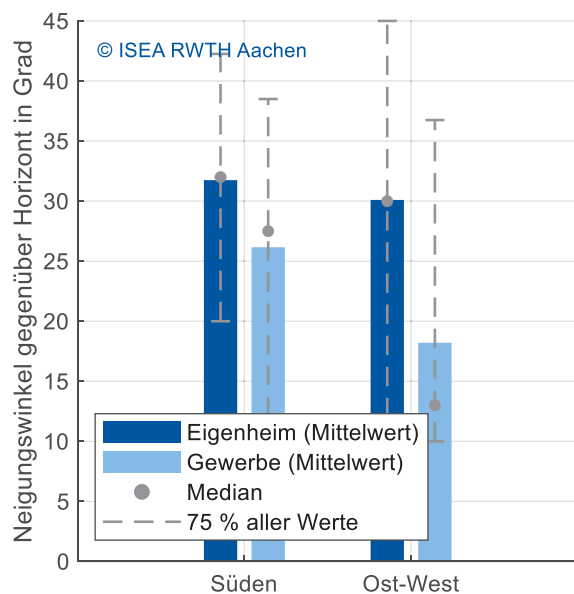
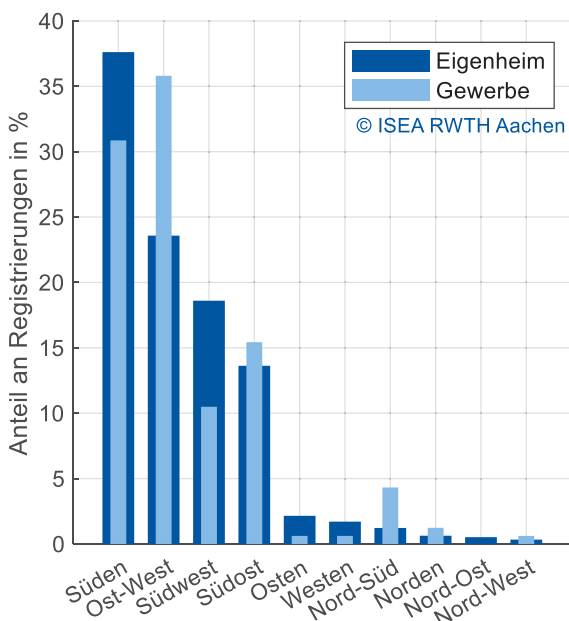


Abbildung 2.6: Ausrichtung der beim Speichermonitoring registrierten PV-Anlagen (links) und Neigungswinkel (rechts).

2 Marktanalyse

2.2 PV-Anlagen

2.2.3 PV-Preise

Die Preise von privaten PV-Anlagen inklusive Mehrwertsteuer lagen bei rund 1.250 €/kWp

Abbildung 2.7 zeigt die normierten PV-Anlagenpreise inklusive Mehrwertsteuer in Abhängigkeit von der PV-Nennleistung (links) und die absoluten Ausgaben pro PV-Anlage (rechts). Dabei umfassen die Preise die PV-Module und bei AC-gekoppelten Speichersystemen ebenfalls den PV-Wechselrichter. Bei DC-gekoppelten Speichersystemen wird die PV-Anlage direkt an den DC-Zwischenkreis des Speichersystems angeschlossen, weshalb die PV-Anlagen keinen eigenen Wechselrichter benötigen. Die Installationspreise sind in Abbildung 2.7 nicht berücksichtigt und betragen bei den registrierten Anlagen durchschnittlich etwa 200 €/kWp bis 250 €/kWp. Während die Installation einer PV-Anlage durchschnittlich etwa zwei Tage dauert, kann ein Speichersystem oftmals in wenigen Stunden installiert werden.

Die mittleren Preise sanken im Jahr 2019 von etwa 1.400 €/kWp (2018) für Anlagen unter 10 kWp bis auf rund 1.250 €/kWp. Dies entspricht einer durchschnittlichen Preiserminderung von knapp 10 % im Vergleich zum Vorjahr. Günstige PV-Anlagen waren schon für weniger als 1.000 €/kWp zu erhalten.

Insgesamt wurden pro privater PV-Anlage im Jahr 2019 mit durchschnittlich rund 12.200 € etwas weniger als im Jahr 2018 ausgegeben, während die Ausgaben der gewerblichen Anlagen von rund 32.500 € pro Anlage auf fast 50.000 € anstiegen (siehe Abbildung 2.7 rechts). Dabei nahm das Investitionsvolumen für die PV-Anlage sowohl bei den privaten als auch bei den gewerblichen PV-Speichern rund 60 % der Gesamtausgaben für PV-Anlage und Speicher ein.

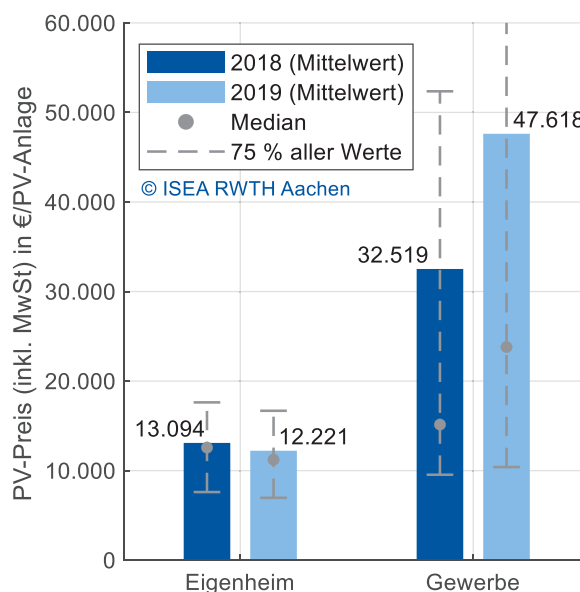
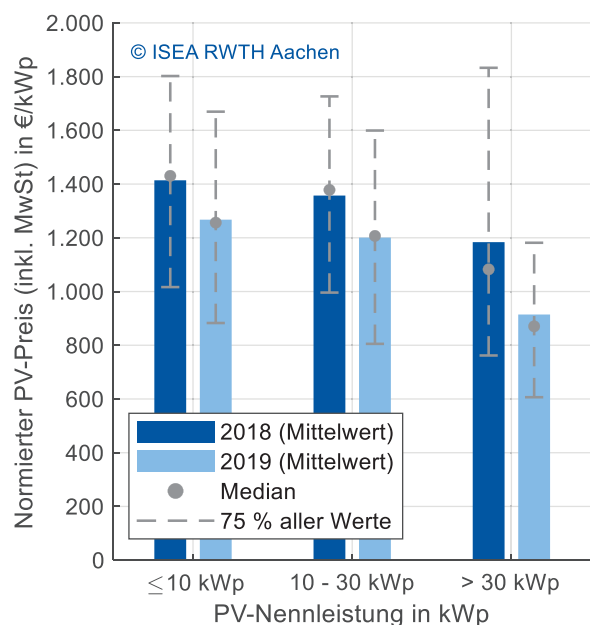


Abbildung 2.7: Normierte PV-Anlagenpreise in Abhängigkeit von der PV-Anlagengröße (links) und durchschnittliche Ausgaben der Antragstellenden (rechts).

2 Marktanalyse

2.2 PV-Anlagen

2.2.4 Marktanteile der PV-Hersteller

Keine klare Marktführerschaft bei kleinen PV-Anlagen

Abbildung 2.8 zeigt die Top 10 Marktanteile der Hersteller von PV-Modulen innerhalb des Förderprogramms. Die Marktanteile beziehen sich ausschließlich auf die beim Monitoring registrierten PV-Anlagen und müssen nicht den Marktanteilen der Hersteller im Gesamtmarkt entsprechen. Zu beachten ist, dass die Auswertung auf den Eingaben der Antragstellenden beruht und Firmen beinhaltet, die zwar PV-Module im eigenen Namen vertreiben, diese aber nicht selbst produzieren.

Innerhalb des Förderprogramms gab es bei den PV-Anlagen keinen klaren Marktführer. Mit Marktanteilen von jeweils zwischen 6 % und 12 % lieferten die ersten sechs Hersteller etwa 50 % der geförderten PV-Anlagen in 2019. Marktführer im Förderprogramm blieb im Jahr 2019 IBC SOLAR mit einem leicht gesunkenen Anteil von 11,5 % aller registrierten PV-Anlagen, gefolgt von Heckert Solar (10,3 %) und Hanwha Q

Cells (9,7 %), die LG (7,3 %) von Platz drei verdrängten. Auf Platz fünf lag Solarwatt mit 6,7 %. Etwa 20 % des Markts wurden von vielen PV-Herstellern mit kleinen Marktanteilen bedient, die unter „Sonstige“ zusammengefasst sind. Die hohe Anzahl der Hersteller mit geringen Marktanteilen zeigt, dass es ein großes Angebot von verschiedenen PV-Modulen auf dem Markt gibt.

Zu beachten ist, dass PV-Anlagen weitestgehend unabhängig von der Wahl des Speichersystems sind und die Installationsbetriebe PV-Module und Speichersysteme fast beliebig miteinander kombinieren können. Bei AC-gekoppelten Speichersystemen muss noch ein externer PV-Wechselrichter neben den Modulen erworben werden, während diese Funktion bei DC-gekoppelten Speichersystemen bereits enthalten ist [4]. Wegen der hohen Anzahl an Kombinationsmöglichkeiten von Modulen, Wechselrichtern und Batteriespeichern, bieten viele Installationsbetriebe ein Komplettsystem an, bei dem die Komponenten bereits aufeinander abgestimmt sind.

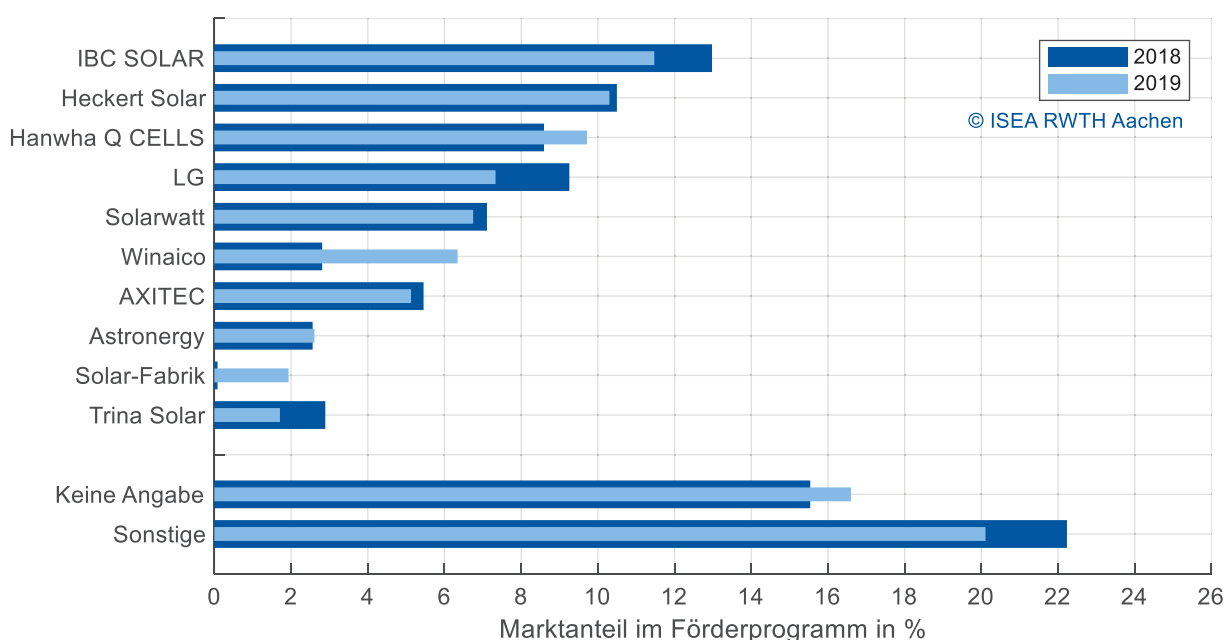


Abbildung 2.8: Marktanteile der PV-Hersteller im Förderprogramm.

2 Marktanalyse

2.3 Antragstellende

2.3 Antragstellende

Dieses Kapitel stellt Informationen über die Antragstellenden, ihre Kaufmotivation sowie ihre wirtschaftlichen Erwartungshaltungen und Käuferfahrungen vor.

2.3.1 Eigenheime und Gewerbe

Die Antragstellenden sind überwiegend Familien im Eigenheim und Kleingewerbe mit wenigen Angestellten

Die Antragstellenden sind Privatpersonen und Gewerbe. Bei den Eigenheimen wurde die Bewohneranzahl des Hauses und bei den Gewerben die Mitarbeiterzahl des Unternehmens erhoben. Abbildung 2.9 stellt diese beiden Größen (links) und die jeweiligen Stromverbräuche (rechts) dar.

In den Eigenheimen lebten in den Jahren 2018 und 2019 im Schnitt rund vier Personen. Dies lässt darauf schließen, dass sich insbesondere Familien für ein Speichersystem entschieden haben. Die Gewerbe sind überwiegend Kleinbetriebe mit

bis zu drei Mitarbeitern (siehe Median in Abbildung 2.9 links). Der Durchschnitt wurde dabei von einigen sehr großen Gewerben mit bis zu 800 Mitarbeitern deutlich erhöht.

Die durchschnittlichen jährlichen Stromverbräuche der Eigenheime lagen in beiden Jahren des Förderprogramms bei fast 6.000 kWh/a. Dieser Durchschnitt deckt sich in etwa mit den Analysen der KfW-geförderten Speicherbetreibenden [4] und wird im „Stromspiegel für Deutschland“ als hoch eingestuft [10]. Die verhältnismäßig hohen Stromverbräuche sind vermutlich auf große elektrische Verbraucher wie Wärmepumpen und Elektrofahrzeugen zurückzuführen (siehe auch Abbildung 2.11). Die gewerblichen jährlichen Stromverbräuche zeigten analog zur Mitarbeiteranzahl große Wertebereiche. Während sich die meisten Gewerbe oberhalb der Größenordnungen der Eigenheime befanden (Median: 12.000 kWh/a), wurde der Mittelwert von einigen wenigen Gewerben mit sehr hohen Stromverbräuchen deutlich nach oben gezogen und stieg im Jahr 2019 auf etwa 19.000 kWh/a.

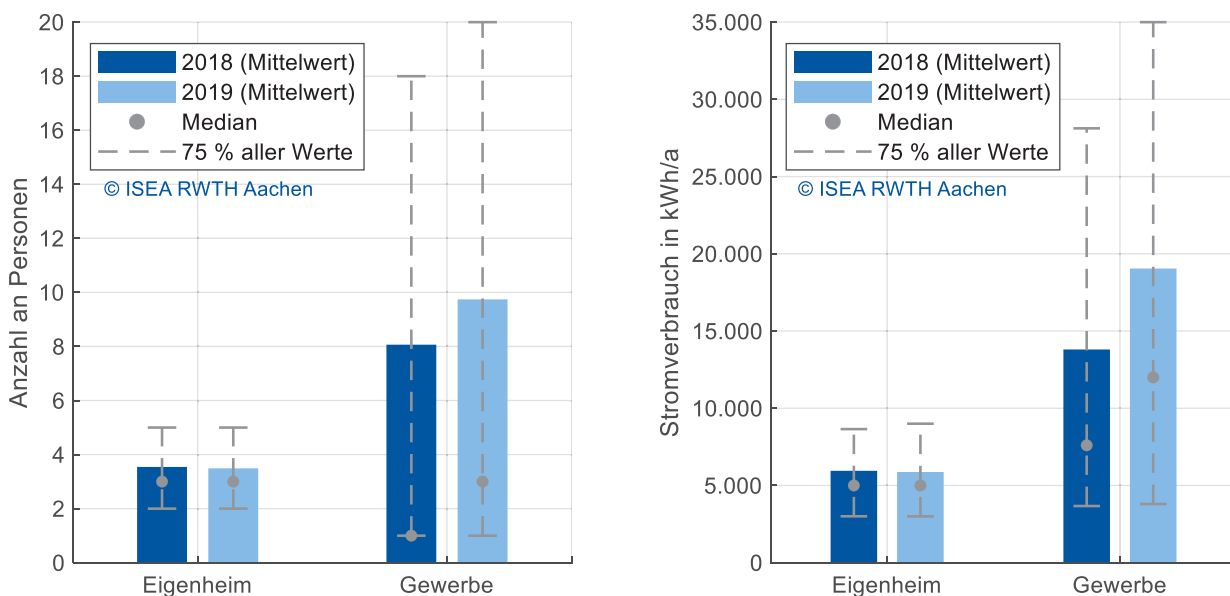


Abbildung 2.9: Anzahl an Personen im Antragsobjekt (links) und jährlicher Stromverbrauch der Antragstellenden (rechts).

2 Marktanalyse

2.3 Antragstellende

2.3.2 Motive für den Kauf eines PV-Speichers

Die Absicherung gegen steigende Strompreise und der eigene Beitrag zur Energiewende waren ausschlaggebend

In Abbildung 2.10 ist die Häufigkeit der Motivationsgründe der befragten Speicherbetreibenden dargestellt. Neben Auswahlmöglichkeiten mit Mehrfachnennung konnte die Eingabe ebenfalls über ein Freitextfeld erfolgen.

Die Umfrageergebnisse unterscheiden sich zwischen Eigenheimen und Gewerben nur geringfügig: Als Hauptgrund wurde von rund 75 % der Befragten die Absicherung gegen steigende Strompreise genannt, wobei dieser Wert bei Gewerben im Jahr 2019 einen Anstieg zeigte. Auf Platz 2 folgte die ideelle Motivation des eigenen Beitrags zur Energiewende mit etwa 65 %. Diese Hauptmotivationsgründe decken sich mit denen aus dem Monitoring zur KfW-Förderung [4]. Lediglich 10 % der Befragten sahen den Speicher als Geldanlage.

Auf Platz 3 befindet sich mit über 40 % das Bestreben, den eigenen Strom zu verbrauchen. Interessanterweise ging es dabei weniger um die Unabhängigkeit von großen Energieversorgern (unter 20 %), sondern tatsächlich um selbsterzeugte Sonnenenergie und das damit verbundene Gefühl von Autarkie. Das angegebene Technologieinteresse war gegenüber den Monitoringergebnissen zur KfW-Förderung erheblich verringert. Eine mögliche Begründung kann in den unterschiedlich hohen Zuschüssen der beiden Programme gefunden werden: Die deutlich höheren Zahlungen aus dem Förderprogramm in BW motivierten auch weniger technologiebegeisterte Personen zu einem Antrag. Der Grund *Förderung* wurde sogar von einigen Personen explizit im Freitextfeld genannt. Zudem erreichte der Markt auch immer weitere Bevölkerungsschichten und die Technologiepionier:innen waren nicht mehr die einzige tragende Käufergruppe.

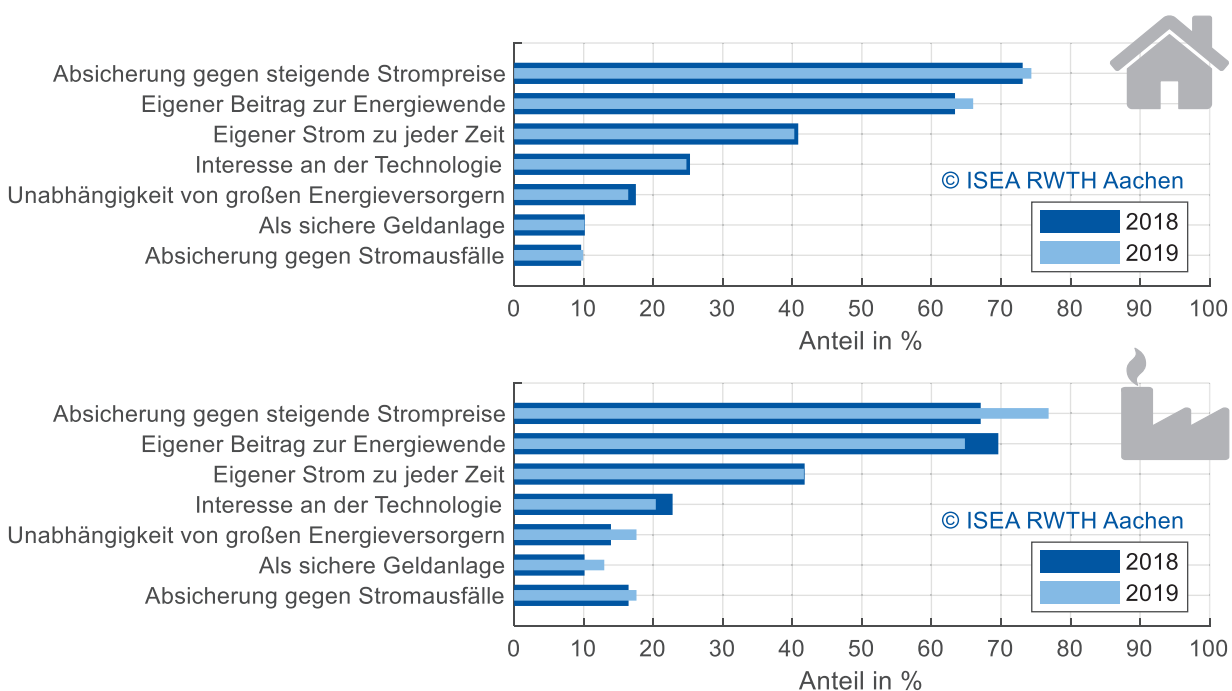


Abbildung 2.10: Motivationsgründe für den Kauf geförderter PV-Speicher.

2 Marktanalyse

2.3 Antragstellende

2.3.3 Elektrische Verbraucher und Elektromobilität

Speicherbetreibende leben schon heute die Sektorenkopplung im Eigenheim

Abbildung 2.11 zeigt die Häufigkeit großer elektrischer Verbraucher in Eigenheimen (links) sowie Gewerben (rechts).

Etwa jeder dritte Haushalt und rund jedes dritte Gewerbe mit Speicher hatte 2018 ebenfalls eine Wärmepumpe und verband die Sektoren Strom und Wärme, wobei der Anteil für Haushalte im Jahr 2019 anstieg. Bei den Gewerben sank der Anteil mit Klimaanlage im Jahr 2019 auf unter 20 %, während der Anteil mit Elektroheizung auf etwa 12 % anstieg. In den Eigenheimen gingen beide Anteile auf etwa 7 % zurück. Auch bei den Elektroautos lagen die Gewerbe mit einem starken Anstieg im Jahr 2019 auf etwa 27 % deutlich über dem leicht gestiegenen Anteil der Eigenheime (ca. 9 %) – wenn auch

deren Anteil gegenüber dem Bundesdurchschnitt um ein Vielfaches höher ist. Damit verbinden Speicherbetreibende neben dem Sektor Wärme auch die Mobilität mit der Elektrizität und treiben die Sektorenkopplung auf lokaler Ebene voran.

Die Angaben zur Elektromobilität geben einen Einblick in die Interessen der Speicherbetreibenden. Ein Anteil von etwa 8 % hatte bereits ein Elektroauto und weitere 69 % standen dem Kauf eines Elektrofahrzeugs offen gegenüber. Für lediglich 23 % war der Kauf eines Elektroautos keine Option. Des Weiteren existierten gegenseitige Zugeffekte bei den verschiedenen Komponenten, da einige Speicherbetreibende als Kaufmotivation für den PV-Speicher angaben, das vorhandene Elektroauto mit eigenem Sonnenstrom laden zu wollen. Durch die Sektorenkopplung im Eigenheim lassen sich ebenfalls die erhöhten durchschnittlichen Stromverbräuche der Antragstellenden (siehe Abbildung 2.9) sowie die dadurch bedingte Motivation der Absicherung gegen steigende Stromkosten erklären (siehe Abbildung 2.10).

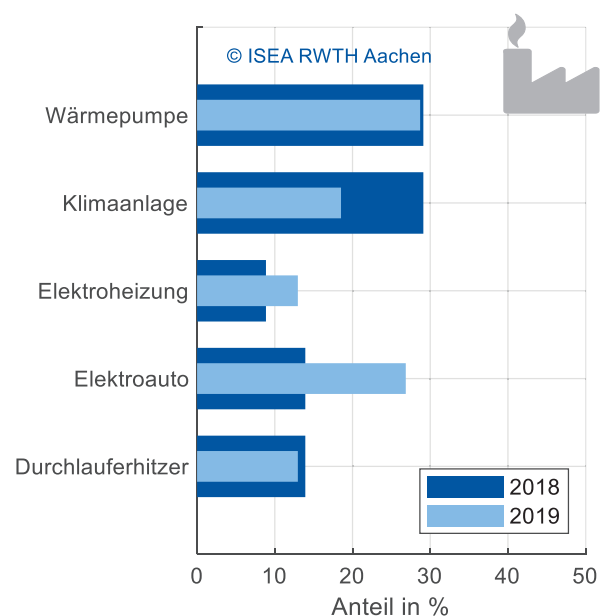
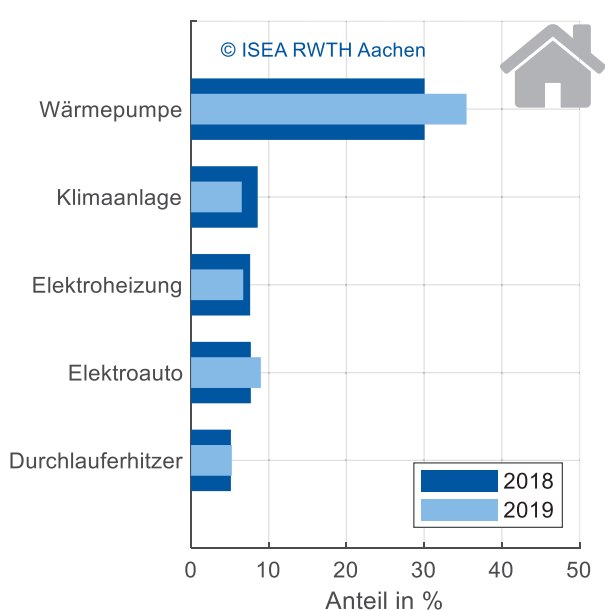


Abbildung 2.11: Elektrische Verbraucher in Eigenheimen (links) und Gewerben (rechts).

2 Marktanalyse

2.3 Antragstellende

2.3.4 Erwartungen und Erfahrungen

Speicherbetreibende sind überwiegend zufrieden mit dem Kauf eines PV-Speichers

Abbildung 2.12 zeigt die Renditeerwartung (links) und die gemachten Erfahrungen der befragten Kundschaft mit der Beschaffung und der ersten Betriebszeit des Speichers (rechts).

Ein Anteil von ca. 60 % der Kundschaft erwartete positive Renditen für den Betrieb des PV-Speichers. Die ideale Motivation einiger Speicherbetreibenden wurde dagegen bei 37 % der Personen deutlich, die sich in Erwartung einer renditelosen Investition trotzdem für einen PV-Speicher entschieden haben. Zwei Prozent der Befragten gaben sogar an, Verluste zu erwarten. Die gezeigte Auswertung trifft keine Aussagen über die tatsächliche Wirtschaftlichkeit eines PV-Speichersystems. Diese kann unter Zuhilfenahme unabhängiger Speicherrechner wie beispielsweise dem des ISEA [11]

oder dem des Ökoinstituts [12] am konkreten Beispiel abgeschätzt werden. Generell kann aus Untersuchungen des ISEA abgeleitet werden, dass die meisten PV-Anlagen ohne Speicher höhere Renditen als mit Speicher haben. Nichtsdestotrotz befinden sich auch die Renditen der Gesamtsysteme für marktübliche Konfigurationen in positiven Bereichen.

Rund 83 % der Befragten gaben an, überwiegend positive Erfahrungen mit der Speichersystembeschaffung (Kauf, Installation und erste Betriebszeit) gemacht zu haben. Lediglich zwei Prozent gaben an, überwiegend negative Erfahrungen gemacht zu haben und rund 15 % nannten positive und negative Erfahrungen. Insgesamt war die Kundschaft von Speichersystemen also überwiegend zufrieden mit dem Kauf und der ersten Betriebszeit.

Die gezeigten Ergebnisse decken sich weitestgehend mit den Angaben von KfW-geförderten Speicherbetreibenden und weisen keine landesspezifischen Besonderheiten auf.

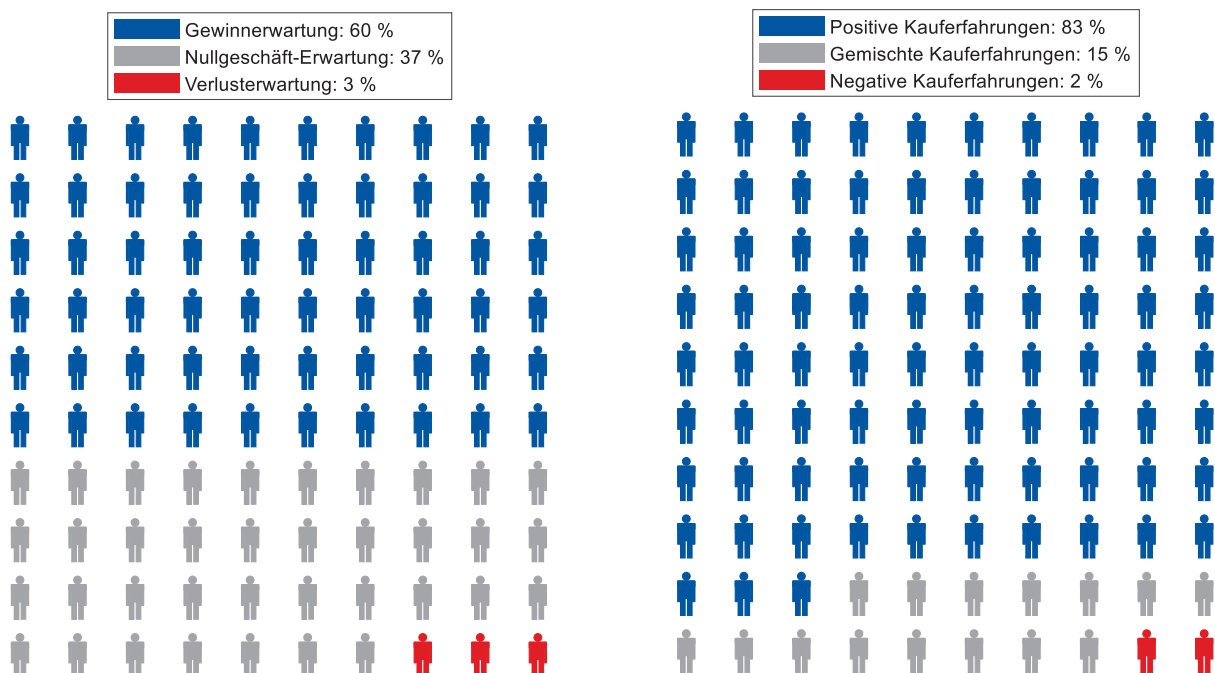


Abbildung 2.12: Wirtschaftliche Erwartungen (links) und Käufererfahrungen (rechts) der Speicherbetreibenden.





3 Wirkungsanalyse

3.1 Förderprogramm als Anreiz

3 Wirkungsanalyse

Dieses Kapitel stellt die Wirkungsanalyse des Förderprogramms in Bezug auf den Heimspeichermarkt in Baden-Württemberg vor.

3.1 Förderprogramm als Anreiz

Das Förderprogramm hatte einen positiven Markteinfluss

Abbildung 3.1 zeigt den Einfluss des Förderprogramms auf die Kaufentscheidung der Kundschaft geförderter Speichersysteme. Dabei ist der Einfluss des Förderprogramms unterteilt in die jeweiligen Einzelkaufentscheidungen für PV-Anlage (links) und Speichersystem (rechts).

Nach eigenen Angaben hätten mindestens 34 % der Speicherbetreibenden ohne das Förderprogramm keine PV-Anlage gekauft. Bei den Heimspeichern waren dies über 60 %.

Die Wirkung von Förderprogrammen wird teilweise in Frage gestellt. Dabei werden Vorzieheffekte beschrieben, die die Verlagerung des Kaufs in Perioden mit Förderung verschieben und damit Volatilität in den Markt bringen. Diese Effekte sind tatsächlich insbesondere vor der Absenkung von Fördersätzen zu beobachten [4, 5]. Nichtsdestotrotz verdeutlichen die Ergebnisse aus Abbildung 3.1, dass das Förderprogramm einen positiven Einfluss auf den Speichermarkt in BW ausgeübt hat: Dem Speicherförderprogramm konnten nach Angaben der Antragstellenden fast zwei Drittel der innerhalb der Förderung verkaufte Speicher zugeordnet werden. Hinzu kamen Zügeffekte des Speicherförderprogramms auf die Kaufentscheidungen von mindestens jeder dritten geförderten PV-Anlage. Damit hatte das Förderprogramm einen messbar positiven Einfluss auf die Marktentwicklung und führte zu erhöhten Installationszahlen von PV-Anlagen und Speichersystemen.

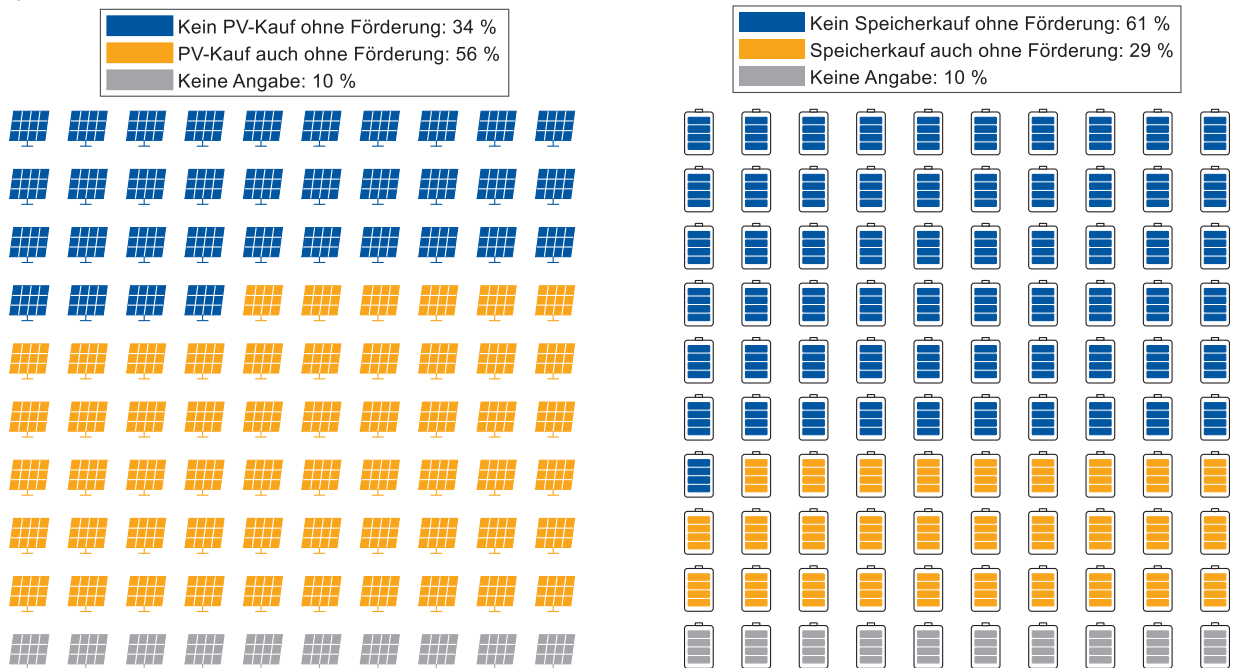


Abbildung 3.1: Quantifizierung des Förderprogrammeinflusses auf den PV-Kauf (links) und auf den Speicherkauf (rechts).

3 Wirkungsanalyse

3.2 Zubau PV-Speicher

3.2 Zubau PV-Speicher

Das Förderprogramm unterstützte den PV- und Speichierzubau

Abbildung 3.2 zeigt die Installationen an PV-Dachanlagen und Batteriespeichersystemen in Baden-Württemberg in den Jahren 2018 und 2019. Der Gesamtmarkt wird dabei in geförderte und nicht geförderte PV-Anlagen und Speichersysteme aufgeteilt. Die Darstellung beschränkt sich ausschließlich auf PV-Anlagen mit einer Leistung bis zu 30 kWp, da lediglich wenige Prozentpunkte aller im Förderprogramm registrierten PV-Anlagen größere Leistungen aufwiesen.

Mit rund 19.000 PV-Anlagen bis 30 kWp war im Jahr 2019 ein starker Anstieg der Anlagen erkennbar, die der Bundesnetzagentur aus BW gemeldet wurden [13]. Dies gilt auch für die nach Schätzungen des ISEA im Jahr 2019 etwa 13.000 neu installierten Heimspeicher (siehe Abbildung 3.2). Das Förderprogramm richtete sich ausschließlich an die Neuinstallation

von PV-Anlagen und Speichersystemen, deren Anzahl im Jahr 2019 vermutlich wegen des vorzeitigen Endes des Förderprogramms Mitte 2019 auf ca. 1.000 geförderte Anlagen abfiel. Dies entsprach einer Quote von ca. 5 % an geförderten PV-Anlagen und etwa 8 % an geförderten Heimspeichern in BW, im Gegensatz zu den deutlich höheren Quoten von 20 % der PV-Anlagen sowie 35 % der Batteriespeicher im Jahr 2018. Ende 2019 waren von etwa 185.000 Heimspeichern in Deutschland rund 35.000 in BW installiert.

Insgesamt wurden im Förderprogramm eine PV-Leistung von knapp 50 MWp und eine Batteriekapazität von etwa 35 MWh zugebaut. Davon entfielen etwa 38 MWp und rund 29 MWh auf Anträge mit PV-Leistungen unterhalb von 30 kWp (siehe Abbildung 3.2). Im Jahr 2019 entsprach dies lediglich 7 % der PV-Leistung und 9 % der Batteriekapazität in diesem Segment, während im Vorjahr noch etwa ein Viertel der neu installierten PV-Leistung bzw. ein Drittel der Batteriekapazität auf die Förderungen zurückzuführen war.

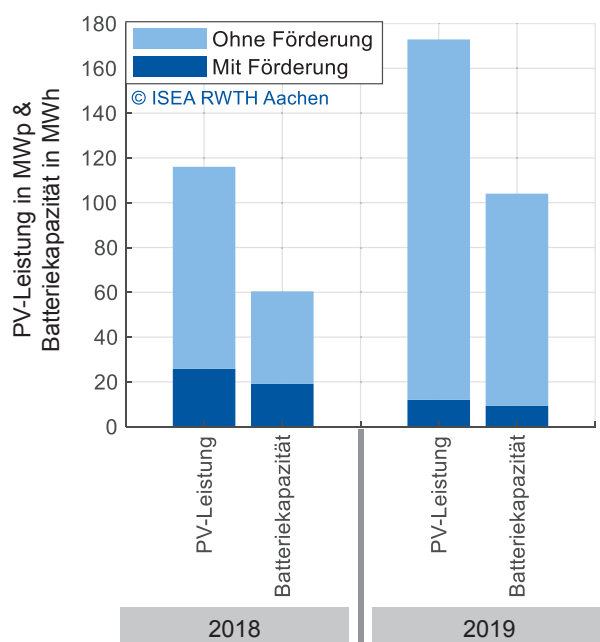
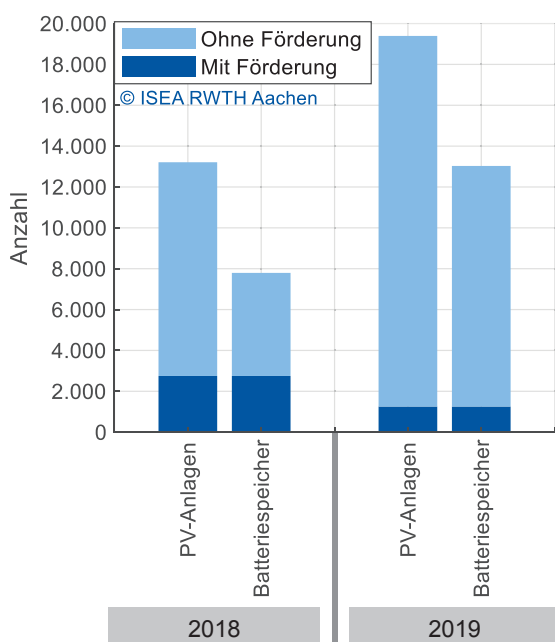


Abbildung 3.2: Anteile der geförderten PV-Anlagen bis 30 kWp und Heimspeicher nach Anzahl (links) und nach Leistung und Kapazität (rechts). Eigene Abschätzungen mit Auswertungen der Meldedaten der Bundesnetzagentur [13].

3 Wirkungsanalyse

3.3 Ausgelöstes Investitionsvolumen

3.3 Ausgelöstes Investitionsvolumen

Das Förderprogramm hat Investitionen von 120 Mio. € durch Förderzuschüsse von etwa 9,5 Mio. € ausgelöst

Abbildung 3.3 zeigt das Investitionsvolumen für die geförderten PV-Speicher in Baden-Württemberg. Das Investitionsvolumen ist dabei in die Bestandteile Förderung und Privatinvestitionen unterteilt. Die Privatinvestitionen werden anhand der Angaben der Speicherbetreibenden in vier Unterkategorien aufgeteilt: Privatinvestition auch ohne Förderung, Privatinvestition nur wegen Förderung, einem unbekanntem Teil aufgrund von fehlenden Angaben und die Mehrwertsteuer.

Insgesamt wurde mit Förderzuschüssen in Höhe von 9,5 Mio. € ein Gesamtinvestitionsvolumen von fast 120 Mio. € angeschoben. Von den privaten Speicherinvestitionen konnten etwa 38 Mio. € durch das Förderprogramm alleine angereizt werden, während etwa 43 Mio. € auch ohne das Förderprogramm getätigt worden wären. Bei den PV-Anlagen ist die

absolute Summe sogar noch deutlich höher. Der Kauf einer neuen PV-Anlage war zwar Fördervoraussetzung, doch die Kosten waren nicht förderfähig und zählen daher als reine Privatinvestitionen. Die Tatsache, dass rund zwei von drei Antragstellenden keine PV-Anlage gekauft hätten zeigt, dass deutliche Zugeffekte vom Speicher- auf den PV-Markt eingetreten sind. Das Mindestinstallationsverhältnis konnte unter anderem dazu beitragen, dass etwa 63 % der Gesamtausgaben (ca. 74,7 Mio. €) auf PV-Anlagen und Installationsarbeiten entfielen. Nach Auswertung der Angaben der Betreibenden konnten hier etwa 21,3 Mio. € nur durch das Förderprogramm angereizt werden, während ca. 35,1 Mio. € auch ohne das Förderprogramm getätigt worden wären. Die vom Förderprogramm abhängigen und unabhängigen Privatinvestitionen waren in etwa ausgeglichen. Diese Auswertung kann bei der Neugestaltung von Förderprogrammen als Unterstützung dienen.

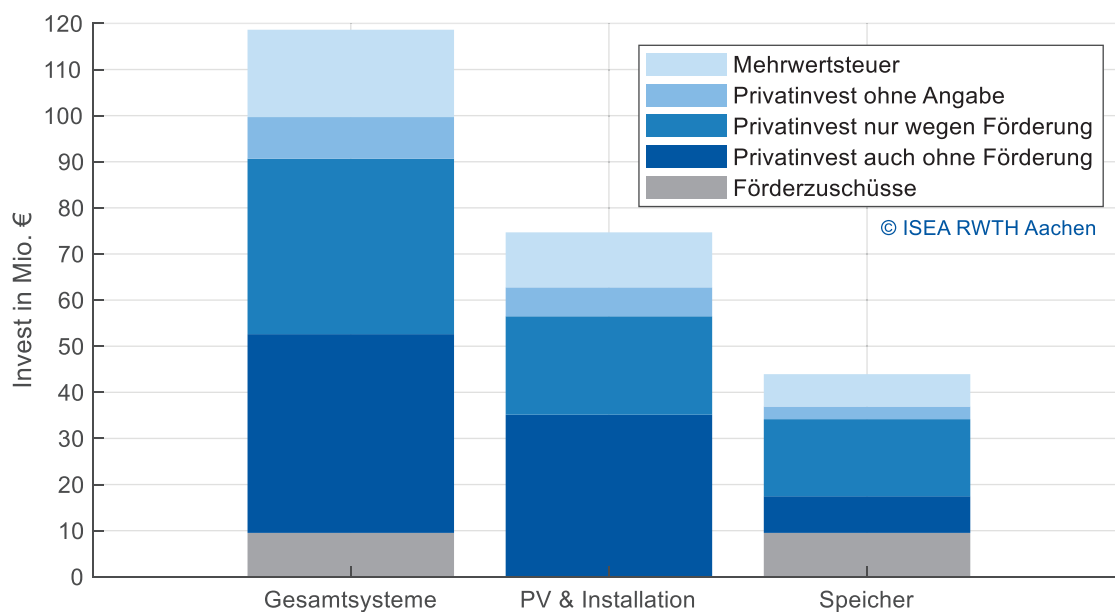


Abbildung 3.3: Investitionsvolumen aus Förderung (grau) und Privatvermögen (Blautöne).

Literaturverzeichnis

Literaturverzeichnis

- [1] Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (UM), "Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums über die Förderung netzdienlicher Photovoltaik-Batteriespeicher: (VwV netzdienliche PV-Batteriespeicher)," Online verfügbar: https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/5_Energie/Beratung_und_Information/190130_VwV_PV-Batteriespeicher.pdf.
- [2] J. Figgener, D. Haberschusz, C. Hecht, S. Zurmühlen, und D. U. Sauer, "Auswertung der Batteriespeicher im Marktstammdatenregister," 2021.
- [3] J. Figgener, K.-P. Kairies, D. Haberschusz, O. Wessels, und D. U. Sauer, "Markt- und Technologieentwicklung von PV-Heimspeichern in Deutschland: BVES Pressekonferenz Energy Storage Europe," Institut für Stromrichtertechnik und Elektrische Antriebe, RWTH Aachen, 2019. Online verfügbar: www.speichermonitoring.de.
- [4] J. Figgener *et al.*, "Wissenschaftliches Mess- und Evaluierungsprogramm Solarstromspeicher 2.0: Jahresbericht 2018," Institut für Stromrichtertechnik und Elektrische Antriebe, RWTH Aachen, 2018. Online verfügbar: www.speichermonitoring.de.
- [5] J. Figgener *et al.*, "Wissenschaftliches Mess- und Evaluierungsprogramm Solarstromspeicher 2.0: Jahresbericht 2017," Institut für Stromrichtertechnik und Elektrische Antriebe, RWTH Aachen, Aachen, 2017. Online verfügbar: www.speichermonitoring.de.
- [6] J. Weniger, N. Orth, N. Böhme, und V. Quaschnig, "Stromspeicher-Inspektion 2019," HTW Berlin, 2019. Online verfügbar: <https://pvspeicher.htw-berlin.de/wp-content/uploads/Stromspeicher-Inspektion-2019.pdf>.
- [7] K.-P. Kairies *et al.*, "Wissenschaftliches Mess- und Evaluierungsprogramm Solarstromspeicher: Jahresbericht 2016," Institut für Stromrichtertechnik und Elektrische Antriebe, RWTH Aachen, 2016. Online verfügbar: www.speichermonitoring.de.
- [8] K.-P. Kairies *et al.*, "Wissenschaftliches Mess- und Evaluierungsprogramm Solarstromspeicher: Jahresbericht 2015," Institut für Stromrichtertechnik und Elektrische Antriebe, RWTH Aachen, 2015. Online verfügbar: www.speichermonitoring.de.
- [9] J. Figgener *et al.*, "The development of stationary battery storage systems in Germany – status 2020," *Journal of Energy Storage*, vol. 33, p. 101982, 2021.
- [10] Bundesverband der Energie- und Klimaschutzagenturen Deutschlands (eaD) e.V. *et al.*, "Stromspiegel für Deutschland 2019," 2019. Online verfügbar: <https://www.stromspiegel.de/fileadmin/ssi/stromspiegel/Broschuere/Stromspiegel-2019-web.pdf>.
- [11] J. Moshövel, G. Angenendt, D. Magnor, und D. U. Sauer, "PV-Speicherrechner," Institut für Stromrichtertechnik und Elektrische Antriebe, RWTH Aachen. Online verfügbar: <http://www.pv-nutzen.rwth-aachen.de/das-projekt/pv-speicherrechner/>.
- [12] Öko-Institut e.V., *Beratungstool Batteriespeicher*. Online verfügbar: <https://www.ecotopten.de/strom/tipps-fuer-solar-batteriespeicher>.
- [13] Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation und Eisenbahnen, *Marktstammdatenregister*. Online verfügbar: <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR>.

Abbildungsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1: Förderzuschuss für Privatpersonen im Eigenheim und gewerbliche Antragstellende.	9
Abbildung 1.2: Das Webportal ist unter www.speichermonitoring-bw.de verfügbar.....	10
Abbildung 1.3: Anteile der Antragstellenden (links) und Förderzuschüsse nach Regierungspräsidien (rechts).	11
Abbildung 2.1: Verteilung der nutzbaren Batteriekapazität von PV-Speichern (links) und Kapazitätsanteil nach Kapazitätsklassen (rechts).....	13
Abbildung 2.2: Systemeigenschaften der registrierten Speichersysteme.	14
Abbildung 2.3: Normierte Endkundensystempreise von Lithium-Ionen-Speichersystemen in Abhängigkeit von der nutzbaren Batteriekapazität (links) und durchschnittliche Ausgaben der Antragstellenden pro Speichersystem (rechts).	15
Abbildung 2.4: Marktanteile der Speichersystemhersteller im Förderprogramm.	16
Abbildung 2.5: Verteilung der PV-Nennleistungen der beim Speichermonitoring registrierten PV-Anlagen (links) und Leistungsanteil nach Anlagengröße (rechts).	17
Abbildung 2.6: Ausrichtung der beim Speichermonitoring registrierten PV-Anlagen (links) und Neigungswinkel (rechts).....	18
Abbildung 2.7: Normierte PV-Anlagenpreise in Abhängigkeit von der PV-Anlagengröße (links) und durchschnittliche Ausgaben der Antragstellenden (rechts).	19
Abbildung 2.8: Marktanteile der PV-Hersteller im Förderprogramm.	20
Abbildung 2.9: Anzahl an Personen im Antragsobjekt (links) und jährlicher Stromverbrauch der Antragstellenden (rechts). .	21
Abbildung 2.10: Motivationsgründe für den Kauf geförderter PV-Speicher.	22
Abbildung 2.11: Elektrische Verbraucher in Eigenheimen (links) und Gewerben (rechts).	23
Abbildung 2.12: Wirtschaftliche Erwartungen (links) und Käuferfahrungen (rechts) der Speicherbetreibenden.	24
Abbildung 3.1: Quantifizierung des Förderprogrammeinflusses auf den PV-Kauf (links) und auf den Speicherkauf (rechts)..	27
Abbildung 3.2: Anteile der geförderten PV-Anlagen bis 30 kWp und Heimspeicher nach Anzahl (links) und nach Leistung und Kapazität (rechts). Eigene Abschätzungen mit Auswertungen der Meldedaten der Bundesnetzagentur [13].	28
Abbildung 3.3: Investitionsvolumen aus Förderung (grau) und Privatvermögen (Blautöne).	29

**SPEICHERMONITORING
BADEN-WÜRTTEMBERG**