

Überlegungen zur Dimensionierung von PV-Batteriespeichern im Rahmen des PV-Förderprogramms der Stadt Walldorf

PV-Batteriespeicher sind für die verstärkte PV-Strom-Nutzung sinnvoll und sollen über das neu zu beschließende PV-Förderprogramm gefördert werden.

Beratungsbedarf besteht noch hinsichtlich einer fördertechnischen Obergrenze der Speicherkapazitäten im Verhältnis zur Größe der PV-Anlage.

Die folgenden Überlegungen basieren auf den Veröffentlichungen:

- Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin, Forschungsgruppe Solarspeichersysteme:
Abrufbar unter <https://solar.htw-berlin.de/publikationen/>
 - Stromspeicher-Inspektion 2020
 - Stromspeicher-Inspektion 2021
 - Stromspeicher-Inspektion 2022

- Verbraucherzentrale NRW:
 - Lohnen sich Batteriespeicher für Photovoltaikanlagen? <https://www.verbraucherzentrale.nrw/wissen/energie/erneuerbare-energien/lohn-sich-batteriespeicher-fuer-photovoltaikanlagen-24589>

- Solarenergie Förderverein Deutschland:
 - Batteriespeicher rechnen sich (noch) nicht. <https://www.sfv.de/artikel/batteriespeicher-rechnen-sich-noch-nicht>

Welche Größe sollte ein gut ausgelegter Batteriespeicher haben?

Quelle: Verbraucherzentrale NRW

Sinn und Zweck eines Batteriespeichers ist es, den Solarstrom tagsüber für den Abend und die Nacht zu speichern. Richtig dimensioniert ist die Batterie, wenn sie den durchschnittlichen Stromverbrauch zwischen abends und morgens abdeckt. Wer beispielsweise im Jahr 3.600 Kilowattstunden Strom pro Jahr verbraucht, für den wäre grob geschätzt ein Speicher von etwa bis zu 5 Kilowattstunden Kapazität richtig dimensioniert: $3.600 \text{ kWh} / 365 / 2$ (= Jahresstromverbrauch / Anzahl Tage / $\frac{1}{2}$ Tag).

In der Praxis werden häufig viel zu große Speicher installiert, was dazu führt, dass der Ladezustand der Batterie zwischen halb voll und voll schwankt. Dieser hohe Ladezustand beschleunigt die Alterung der Batterie, die ungenutzte Kapazität kostet unnötig Geld und verschwendet Rohstoffe und Ressourcen, die bei der Produktion des Speichers aufgewendet werden. Ein richtig ausgelegter Speicher führt zu einem deutlich höheren Eigenverbrauch des Solarstroms. Ist der Speicher deutlich größer, kann der Eigenverbrauch durch die Vergrößerung nur wenig gesteigert werden.

Deshalb empfiehlt die Verbraucherzentrale als Richtwert für die Speichergröße **etwa 1 kWh Batteriekapazität pro 1.000 kWh Jahresstromverbrauch**. Bei kleinen Photovoltaikanlagen sollte außerdem die Speicherkapazität der Batterie in Kilowattstunden nicht viel größer sein als die Leistung der Photovoltaikanlage in Kilowatt. Für einen Haushalt mit einer 5 kWp-PV-Anlage und einem Jahresstromverbrauch von 5.000 kWh wäre also ein Speicher von rund 5 kWh ideal.

Quelle: Stromspeicher-Inspektion 2021

Da sowohl die Strompreisentwicklung als auch die Nutzungsdauer des Batteriespeichers nicht exakt vorhergesagt werden können, sind Auslegungsempfehlungen zur kostenoptimalen Speicherauslegung mit großen Unsicherheiten verbunden. Folgende **Faustformeln** können dennoch dabei helfen, eine technisch sinnvolle Speicherauslegung vorzunehmen und die Überdimensionierung des Batteriespeichers zu vermeiden:

1. Der Batteriespeicher sollte im Verhältnis zur PV-Anlage nicht zu groß sein. Hierzu ist die nutzbare Speicherkapazität auf **max. 1,5 kWh je 1 kWp** PV-Leistung zu begrenzen.
2. Die Größe des Batteriespeichers ist zudem an den Stromverbrauch anzupassen, indem die nutzbare Speicherkapazität **max. 1,5 kWh je 1000 kWh/a** Stromverbrauch beträgt.
3. Ein Batteriespeicher sollte nur installiert werden, wenn ausreichend Solarstromüberschüsse anfallen. Die PV-Leistung sollte daher **mind. 0,5 kWp je 1000 kWh/a** Stromverbrauch betragen.

Dabei ist zu beachten, dass der jeweils kleinere Wert, der aus den Faustformeln resultiert, als **Obergrenze für die nutzbare Speicherkapazität** angesetzt wird. In Haushalten mit einem Stromverbrauch kleiner als 5000 kWh/a und einer PV-Leistung größer als 5 kWp ist daher die nutzbare Speicherkapazität lediglich auf 1,5 kWh je 1000 kWh/a Stromverbrauch zu beschränken. Dies entspricht in etwa dem durchschnittlichen Stromverbrauch von Ein- und

Zweifamilienhäusern in den Abend- und Nachtstunden. In einem Haushalt mit einer 12-kWp-PV-Anlage und einem Stromverbrauch von 4000 kWh/a sollte die nutzbare Speicherkapazität daher max. 6 kWh betragen. Hier eine nutzbare Speicherkapazität - wie häufig empfohlen - mit 1 kWh je 1 kWp oder größer zu wählen, ist nicht ratsam und würde zu einer deutlichen Überdimensionierung des Batteriespeichers führen. Vielmehr sollte die zukünftige Änderung des Stromverbrauchs, z. B. aufgrund der Anschaffung von größeren elektrischen Verbrauchern, bei der Speicherauslegung berücksichtigt werden.

Jahresstromverbrauch in kWh	Max. Speicherkapazität nach Formel 2 in kWh	Max. Speicherkapazität nach Formel 1 in kWh		
		PV-Leistung in kWp		
		5	8	12
3.000	4,5	7,5	12	18
5.000	7,5	7,5	12	18
7.000	10,5	7,5	12	18

Beispiele:

- Für eine PV-Anlage mit 8 kWp bei einem Jahresverbrauch vom 5.000 kWh wird ein Speicher mit einer Kapazität von maximal 7,5 kWh empfohlen.
- Für eine PV-Anlage mit 12 kWp bei einem Jahresverbrauch vom 3.000 kWh wird ein Speicher mit einer Kapazität von maximal 4,5 kWh empfohlen.

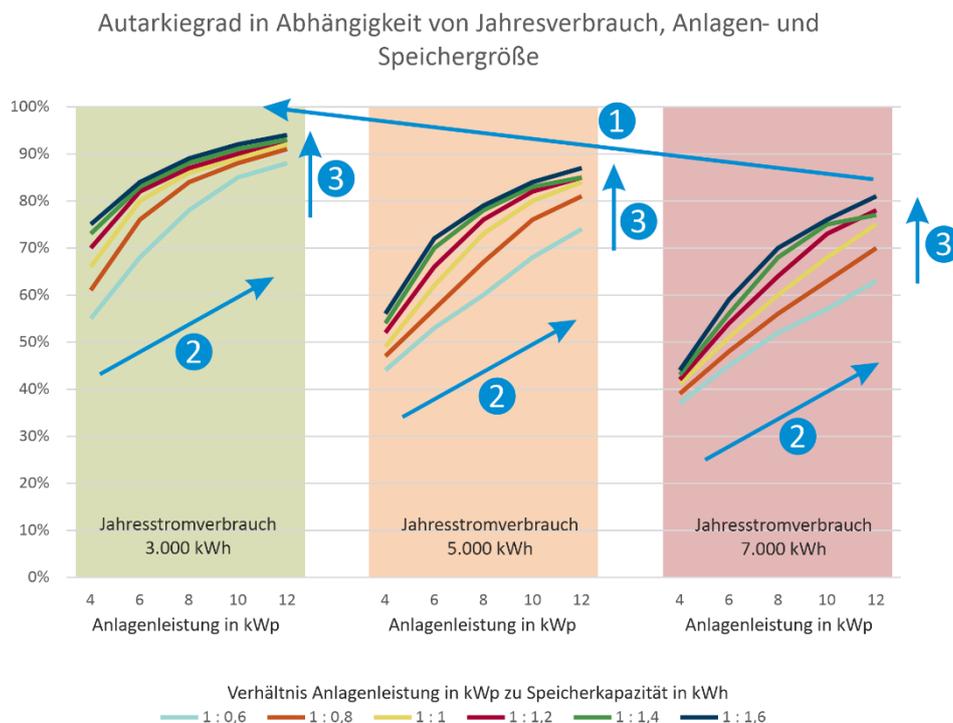
Die Faustformeln zeigen, dass bei kleinen PV-Anlagen, je nach Jahresstromverbrauch, die Speicherkapazität beim Faktor 1,5 gegenüber der PV-Leistung liegen kann. Je größer die PV-Leistung ist, desto kleiner werden die empfohlenen Speicher. Der Faktor kann hier auch unterhalb von 0,5 liegen.

Autarkiegrad von PV-Speicher-System

Quelle: eigene Berechnungen mit dem Tool von Altmeier, Emanuel; te Heesen, Henrik (2021): Photovoltaikanlage mit Batteriespeicher (Version vom 15. März 2021). Hochschule Trier. Verfügbar unter: www.umwelt-campus.de/energiertools

Für die Berechnung des Autarkiegrades verschiedener PV-Speicher-Systeme wurden folgende Variablen genutzt:

- Stromverbrauch 3.000 kWh – 5.000 kWh – 7.000 kWh
- PV-Anlagenleistung: 4 kWp – 6 kWp – 8 kWp – 10 kWp – 12 kWp
- Verhältnis der Anlagenleistung in kWp zur Speicherkapazität in kWh:
1:0,6 – 1:0,8 – 1:1 – 1:1,2 – 1:1,4 – 1:1,6



Ergebnisse

1. Der Autarkiegrad von PV-Anlage und Batteriespeicher nimmt zu, je geringer der Jahresstromverbrauch ist.
2. Der Autarkiegrad steigt, je größer die Anlage ist, unabhängig von Jahresverbrauch und Speichergröße.
3. Bei steigendem Verhältnis zwischen Anlagenleistung in kWp und Speicherkapazität in kWh erhöht sich der Autarkiegrad.
4. Je geringer der Jahresstromverbrauch desto weniger wirkt sich das Verhältnis zwischen Anlagenleistung in kWp und Speicherkapazität in kWh bei steigender Anlagenleistung aus.

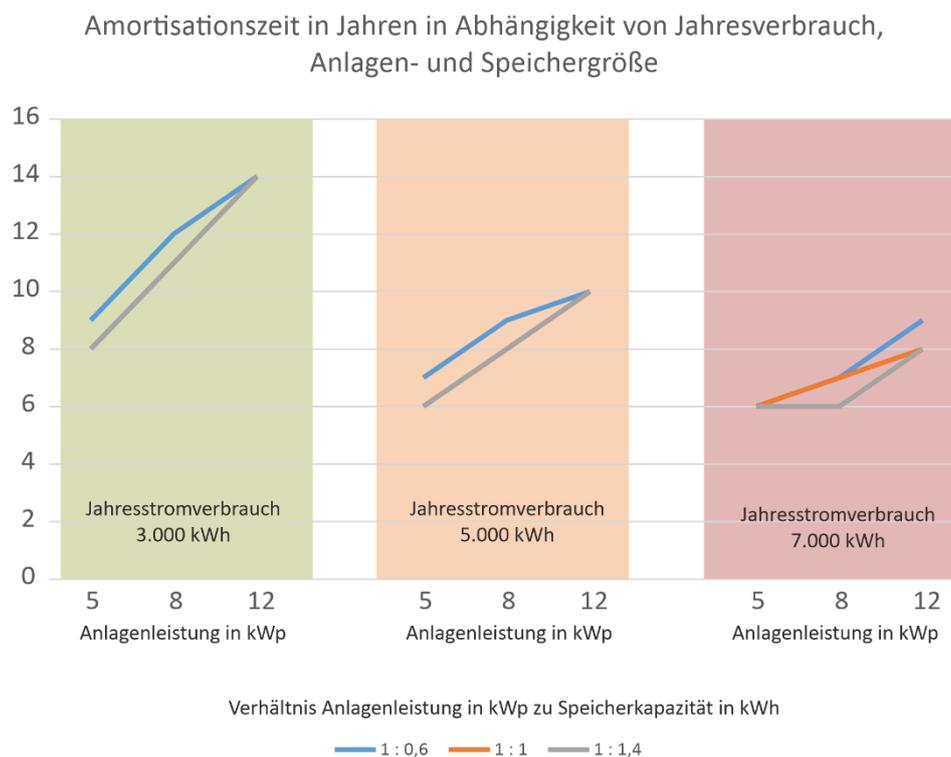
Amortisationszeiten von PV-Speicher-Systemen

Quelle: eigene Berechnungen mit dem Wirtschaftlichkeitsrechner des Umweltinstitut München. Verfügbar unter: www.umweltinstitut.org/themen/energie-und-klima/wirtschaftlichkeitsberechnungen.html

Für Gebäudebesitzer ist die Wirtschaftlichkeit von PV-Speicher-Systemen ein wichtiger Entscheidungsfaktor.

Für die Berechnung der Amortisationszeiten verschiedener PV-Speicher-Systeme wurden folgende Variablen genutzt:

- Stromverbrauch 3.000 kWh – 5.000 kWh – 7.000 kWh
- PV-Anlagenleistung: 5 kWp – 8 kWp – 12 kWp
- Verhältnis der Anlagenleistung in kWp zur Speicherkapazität in kWh:
1:0,6 – 1:1 – 1:1,4



Ergebnisse

1. Je höher der Stromverbrauch, desto kürzer die Amortisationszeit.
2. Je kleiner die PV-Anlage, desto kürzer die Amortisationszeit.
3. Das Verhältnis zwischen der Größe der PV-Anlage und des Speichers spielt keine große Rolle.

Wie viele Jahre hält ein Batteriespeicher?

Quelle: Verbraucherzentrale NRW

Während Solarmodule länger als 20 bis 30 Jahre sehr gute Leistung bringen können, haben Batteriespeicher eine erwartete Lebensdauer von 10 bis 15 Jahren.

Grund dafür ist, dass in den Batteriezellen chemische Prozesse stattfinden, die zu einer Alterung der Materialien führen. Einige der Alterungsprozesse finden sogar unabhängig vom Laden und Entladen statt, weshalb solche Batterien so etwas wie ein "Verfalldatum" haben, das sich aber nicht exakt vorhersagen lässt.

Die Alterung führt im Lauf der Zeit zu einer sinkenden Speicherkapazität, die über lange Zeit nur langsam abnimmt, sich zum Ende der Lebensdauer aber beschleunigt. Dadurch entsteht anfangs der falsche Eindruck, als würde die Batterie kaum altern.

Lithiumbatterien in Heimspeichern sind für die Nutzung mit einer PV-Anlage ausgelegt. Ungünstig sind bei diesem Batterietyp hohe oder sehr niedrige Umgebungstemperaturen und ein lang anhaltender hoher Ladezustand. Deshalb sind die Batterien in einem trockenen Kellerraum am besten aufgehoben und sollten nur kurze Zeit vollgeladen sein. Ideal ist, wenn die Batterie an einem sonnigen Tag bis zum Nachmittag volllädt, damit anschließend die Entladung durch den Stromverbrauch des Abends beginnt. Bis zum folgenden Morgen sollte die Batterie wieder größtenteils entladen sein.

Wird die Batterie zu groß dimensioniert, was in der Praxis leider häufig der Fall ist, kann sie durch den Stromverbrauch über Nacht nicht entladen werden und ist am folgenden Tag schnell wieder voll. Das führt zu dauerhaft hohen Ladeständen der Batterie und geht zu Lasten der Lebensdauer. Richtig dimensionierte Batterien sind deshalb effizienter und wirtschaftlicher.

Fazit

Die fördertechnische Deckelung der Speicherkapazität ist notwendig, um einerseits nur funktionierende Anlagensysteme zu fördern und andererseits die haushaltsrechtlichen Vorgaben zum sparsamen und wirtschaftlichen Einsatz von Steuergeldern zu beachten.

Bei einer starren Deckelung, unabhängig von der Leistung der PV-Anlage, werden vorwiegend Gebäudeeigentümer gefördert, deren Batteriespeicher überdimensioniert und damit technisch und wirtschaftlich fragwürdig sind.

Die Berechnung des Förderdeckels anhand des nachgewiesenen Jahresstromverbrauchs erscheint aus Verwaltungssicht unrealistisch. Hier führen viele Unsicherheitsfaktoren zu wenig brauchbaren Ergebnissen. Auch Käufer von Bestandsimmobilien können den Jahresstromverbrauch normalerweise nicht nachweisen.

Insofern ist die fördertechnische Deckelung der Batteriekapazitäten anhand der Leistung der PV-Anlage eine gangbare Methode. Anhand der Faustformeln ist zu erkennen, dass kleine PV-Anlage einen im Verhältnis größeren Speicher nutzen können. Bei größeren Anlagen sinkt dieses Verhältnis auf deutlich unter 1:1.

Vorgeschlagen wird deshalb die Deckelung der geförderten Speicherkapazitäten mit Hilfe folgender Faktoren:

Leistung der PV-Anlage in kWp	≤ 5	6	7	8	9	10	11	≥12
Faktor zur Deckelung der Speicherkapazität	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6
Förderbare Speicherkapazität in kWh	6,5	7,2	7,7	8	8,1	8,0	7,7	7,2

Angerechnet werden nur volle kWh Kapazität der nutzbaren Speicherkapazität lt. Datenblatt des Herstellers.

Erreicht wird damit ein Anreiz zur Verringerung des Jahresstromverbrauchs der Haushalte, da der Autarkiegrad bei sinkendem Verbrauch deutlich steigt. Die Amortisationszeit ändert sich dabei nur wenig.