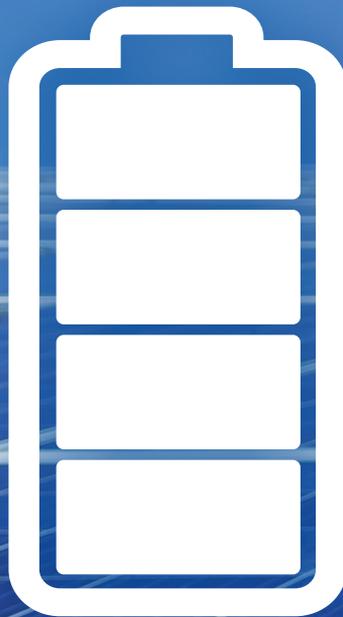


Stromspeicher für Photovoltaik-Anlagen



So können Sie Ihren selbst erzeugten
PV-Strom in einer Batterie speichern



Wichtige Begriffe

- Speicher, Akku, Batterie: Die Bezeichnung **Akkumulator** (Akku) ist in der **Speichertechnik** gebräuchlich und wird für wiederaufladbare **Batterien** verwendet. Ein Akku ist eine wieder-aufladbare Gleichspannungs-Quelle, bei der elektrochemische Reaktionen stattfinden.
- Die Speicher-**Nennkapazität** bezeichnet das gesamte Speichervermögen einer Batterie. Die Nennkapazität ist ein theoretischer Wert, der größer ist als die **nutzbare Speicherkapazität** des Gesamtsystems. Diese berücksichtigt die Entladungstiefe der Batterie und den Wirkungsgrad des gesamten Speichersystems.
- **Der Wirkungsgrad** gibt an, wie hoch die Verluste durch die elektronischen Komponenten des Speichersystems (Laderegler, Wechselrichter, etc.) sind.
- **Der Ladezustand** ("SOC - State of Charge") kennzeichnet die noch entnehmbare Energiemenge des Akkus.
- Die **Entladungstiefe** ("DOD - Depth of Discharge") ist die prozentuelle Angabe der Energieentnahme einer Batterie. Sie ist die gegenteilige Kenngröße des Ladezustandes. Von praktischer Bedeutung ist die **maximale Entladungstiefe**: Sie beschreibt die Energiemenge, bis zu der ohne Schädigung des Speichers Energie aus dem Akku entnommen werden darf.
- **Ladezyklus** ist der Vorgang, bei dem einem entladenen Akku neue Energie zugeführt wird.
- Ein **Vollzyklus** beschreibt die Entladung einer Solarbatterie bis zur Entladetiefe und die anschließende vollständige Aufladung. Ein Vollzyklus kann aus einer vollständigen Be- und Entladung oder z. B. zwei Be- und Entladungen jeweils bis zur halben Entladetiefe bestehen.
- Unter der **Zyklusfestigkeit** versteht man die Angabe, wie oft eine Batterie entladen und danach wieder aufgeladen werden kann.
- Als **Wechselstrom** ("AC - Alternating Current") wird elektrischer Strom bezeichnet, der seine Richtung periodisch und in steter Wiederholung ändert.
- Als **Gleichstrom** ("DC - Direct Current") wird ein elektrischer Strom bezeichnet, dessen Richtung sich nicht ändert (DC meint begrifflich manchmal auch Gleichspannung).
- Die **kalendarische Lebensdauer** beschreibt das Alterungsverhalten eines Batterie-Speichers auch ohne Benutzung. Sie gibt an, nach welcher Dauer noch mindestens 80 % der ursprünglichen Kapazität verfügbar sind.



Stromspeicher für PV-Anlagen

PV-Anlagenbetreiber interessieren sich aus unterschiedlichen Beweggründen für die Speicherung des Solarstroms mit Akkus: Sei es der Wunsch, mehr Strom aus der eigenen PV-Anlage selbst zu verbrauchen, das reine Interesse an dieser neuen Technologie oder einfach die Überlegung, sich mit seiner PV-Anlage unabhängiger machen zu wollen.

In Oberösterreich gibt es einen erfreulichen Trend hin zur eigenen Ökostromerzeugung mit PV-Anlagen. Derzeit sind in Oberösterreich etwa 70.000 PV-Anlagen mit einer Gesamtleistung von mehr als 900 MW in Betrieb. Immer öfter wird auch die Speicherung des selbst erzeugten Stroms thematisiert.

Diese Broschüre gibt einen Überblick zu folgenden Fragen

- Wozu überhaupt einen Solarstromspeicher?
- Wie funktioniert die Solarstromspeicherung?
- Für wen ist ein Speicher interessant?
- Was kosten stationäre Stromspeicher?
- Lohnt sich ein Solarstromspeicher finanziell?
- Welche Batteriesysteme gibt es am Markt?
- Wie groß soll der Speicher sein?
- Wie wird das Batteriespeichersystem an die PV-Anlage angeschlossen?
- Wie kann ich Strom sparen?

Solarer Eigenverbrauchsanteil und solarer Deckungsgrad

Welchen praktischen Nutzen ein Solarstromspeicher für einen Haushalt hat, lässt sich anhand von zwei Kenngrößen ablesen:

- Der solare **Eigenverbrauchsanteil** gibt an, wie viel des von der PV-Anlage erzeugten Stroms, einschließlich Solarstromspeicher, selbst verbraucht werden kann.
- Der solare **Deckungsgrad** (auch "Autarkiegrad") sagt aus, welcher Teil des Stromverbrauchs des Haushalts durch die PV-Anlage, einschließlich Solarstromspeicher, gedeckt werden kann.

(siehe auch Grafik Seite 5)



1. Wozu überhaupt einen Solarstromspeicher?

Solarstromspeicher haben in Verbindung mit einer PV-Anlage den Zweck, den selbsterzeugten Strom zwischenspeichern zu können. Mit intelligenten Batterielösungen kann man seinen eigenen Sonnenstrom vor Ort auch dann verbrauchen, wenn die Sonne nicht scheint. Ohne einen Batteriespeicher muss der erzeugte Strom entweder sofort verbraucht oder ins Netz eingespeist werden.

Rund 30% des erzeugten Stroms einer privaten PV-Anlage werden in einem durchschnittlichen Haushalt selbst genutzt (sofern kein Elektroauto damit geladen wird), der Rest wird meist als Überschusseinspeisung in das Netz eingespeist und von einem Energiehändler gekauft oder z.B. in einer erneuerbaren Energiegemeinschaft mit den Nachbarn geteilt.

Stationäre Solarstromspeicher ermöglichen es, dass mehr des erzeugten Solarstroms auch selbst genutzt werden kann.

Breibt man eine größere PV-Anlage als Volleinspeiseanlage mit Tarifförderung, wird der gesamte erzeugte Solarstrom direkt ins öffentliche Stromnetz eingespeist und vergütet, ein Solarstromspeicher ändert daran nichts.

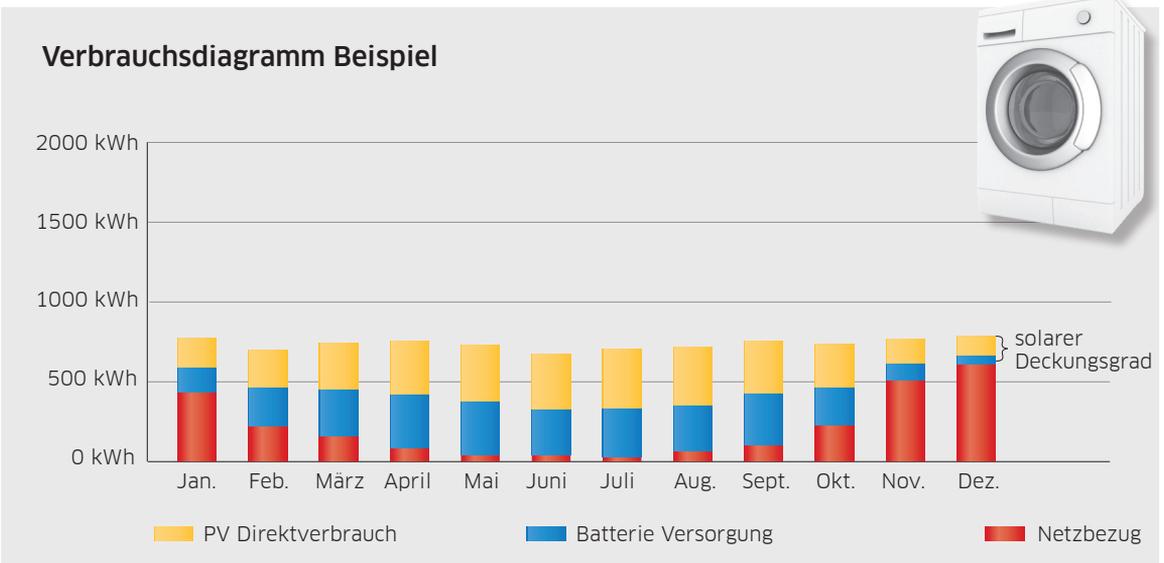
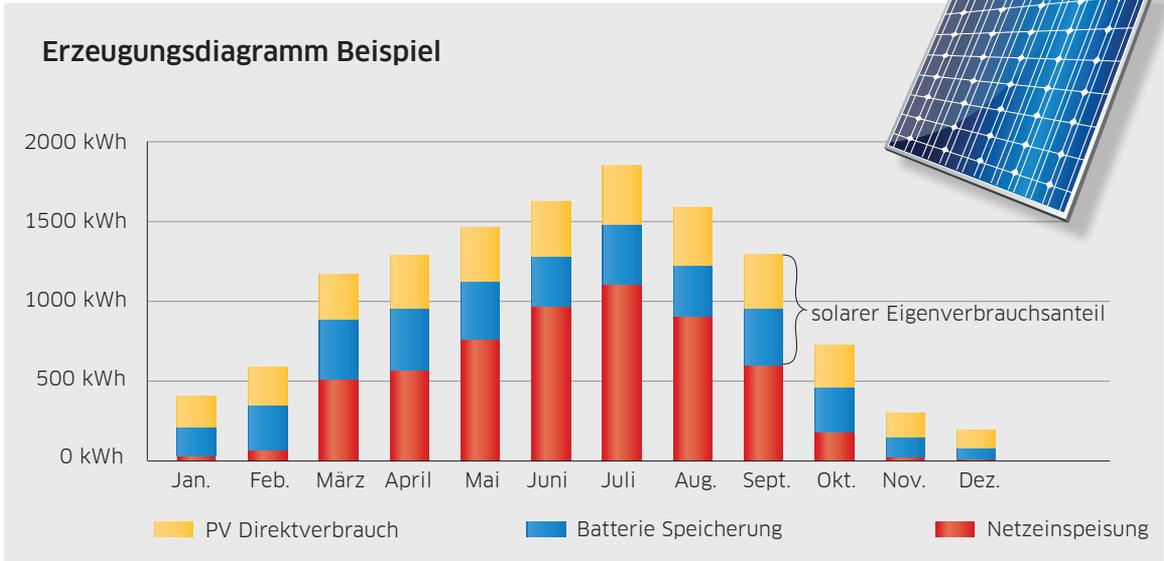
2. Wie funktioniert die Solarstromspeicherung?

Ein PV-Batteriespeicher sammelt den tagsüber erzeugten Solarstrom. Wenn die Sonne tageszeit- oder wetterbedingt nicht zur Verfügung steht, kann der PV-Strom aus dem Speicher entnommen werden. Die intelligente Ladeelektronik steuert den Stromfluss zwischen der PV-Anlage, den Stromverbrauchern im Haushalt, dem Speicher und dem öffentlichen Netz. Erzeugt die PV-Anlage Strom, dann wird zunächst der momentane Stromverbrauch im Haushalt damit gedeckt. Übersteigt die Stromproduktion den momentanen Bedarf, dann wird der Batteriespeicher geladen. Erst wenn der Speicher voll geladen ist, speist die PV-Anlage den überschüssigen Strom ins Netz ein (siehe Erzeugungsdiagramm).

Die Speicherkapazität kann so ausgelegt werden, dass der Speicher den Haushalt möglichst bis zum nächsten Ladevorgang, also wenn die PV-Anlage wieder Strom produziert, mit gespeichertem Strom versorgen kann (siehe Verbrauchsdiagramm, z.B. Juli). Tritt zwischenzeitlich eine höhere Spitzenlast auf, also wenn z.B. der Herd und das Backrohr gleichzeitig betrieben werden, dann wird zusätzlich Strom aus dem Netz bezogen.

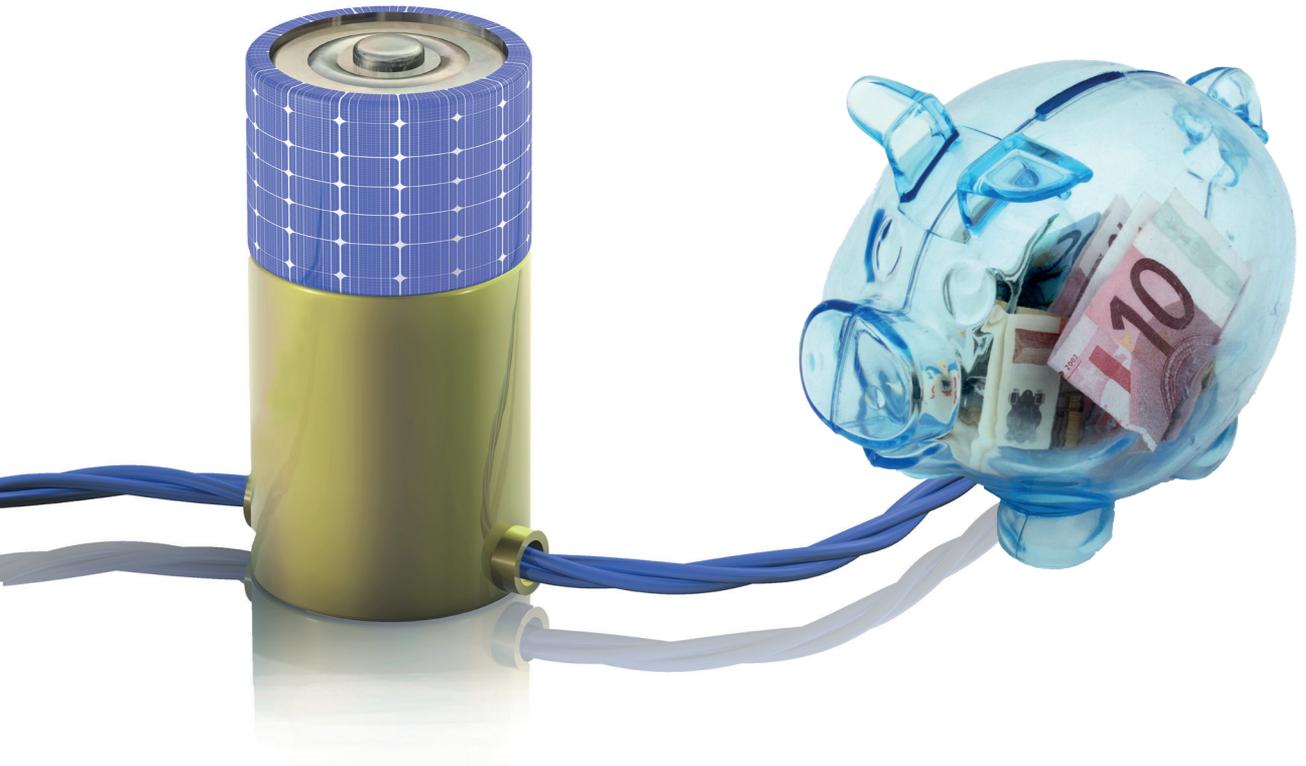
3. Für wen ist ein Speicher interessant?

Das Interesse an Speicherlösungen für Solarstrom ist in letzter Zeit stark gestiegen. Die Gründe dafür sind vielfältig. Zum einen besteht der Wunsch, sich von den Stromlieferanten unabhängig zu machen, zum anderen, den Eigenverbrauchsanteil zu steigern. 70% Eigenverbrauch bei PV-Anlagen bis ca. 5 kWpeak sind dann mit Batteriesystemen durchaus erreichbar. Voraussetzung ist, dass die Anlage fachmännisch geplant ist und die PV-Anlagengröße und die Speichergröße auf Basis des Jahres-Lastprofils (zeitlicher Verlauf der benötigten elektrischen Leistung) des Haushalts gut aufeinander abgestimmt werden.



4. Was kosten stationäre Solarstromspeicher?

Wie bei allen technischen Geräten hängt der Preis vom Marktvolumen, der Qualität, der Technologie und von technischen Parametern (z.B. Speicherkapazität, Entladungstiefe, Zyklen, Wirkungsgrad) ab. Ein Lithium-Solarstromspeicher für ein Einfamilienhaus kostet derzeit, je nach Leistung, etwa 1.000 Euro je Kilowattstunde nutzbare Kapazität (Systemkomplettpreis brutto, ohne Installationskosten) Allfällige Förderungen sind abzuziehen.



Um die Kosten für PV-Speicher zu vergleichen, sind mehrere Preise zu beachten:

- der reine Gerätepreis
- der Preis für eine gespeicherte Kilowattstunde Solarstrom, abhängig von der nutzbaren Kapazität, Ladezyklen, Wirkungsgrad
- der Preis für den eingespeisten Strom
- der Haushaltsstrompreis.

5. Lohnt sich ein Solarstromspeicher finanziell?

Gänzlich "wirtschaftlich" ist ein Lithium-Batteriespeicher, auch bei Einrechnung von allfälligen Förderungen, zum gegenwärtigen Zeitpunkt zumeist noch nicht. Bis sich Solarstromspeicher betriebswirtschaftlich rechnen, sind diese Geräte zunächst für all jene interessant, für die eine möglichst autarke Stromversorgung mit PV im Vordergrund steht bzw. die sich für neue Technologien besonders begeistern.

Derzeit liegen bei günstigen bzw. geförderten PV-Speichern die Kosten für die gespeicherte Kilowattstunde bei rund 21 Cent.



Beispiel: Speicher mit 6,3 kWh Nennkapazität

- 90% Entladetiefe = 5,67 kWh
- 5.000 Ladezyklen = 28.350 kWh
- 85% Wirkungsgrad = 24.097 kWh nutzbare Speicherkapazität
- 5.000 Euro Gesamtkosten für Speichersystem

Kosten der gespeicherten kWh 5.000 Euro / 24.097 kWh = ca. 21 Cent/kWh

**Vergleichspreis* für
"nichtgespeicherte" kWh**

Preis Überschuss-Strom*: X Cent/kWh
Haushaltsstrompreis*: Y Cent/kWh
Kosten der eingespeisten und zu einem anderen Zeitpunkt bezogenen kWh: $Y - X = Z$ Cent/kWh

Ergebnis:

21 Cent/kWh im Vergleich zu Z Cent/kWh

ohne Berücksichtigung einer allfälligen Eigenverbrauchsoptimierung

* Strompreise unterliegen derzeit starken Schwankungen, setzen Sie für X und Y den individuellen Preis ein

6. Welche Batteriesysteme gibt es am Markt?

Der Markt für Solarstromspeicher wächst rasant und die Technologien haben sich in den letzten Jahren stark weiterentwickelt. Für den Haushaltsbereich gibt es grundsätzlich Batteriesysteme mit Blei-Speichern (bekannt von Autobatterien), Batteriesysteme mit Lithium-Ionen-Technologie (bekannt von Handy Akkus) und Salzwasser-Batterien.

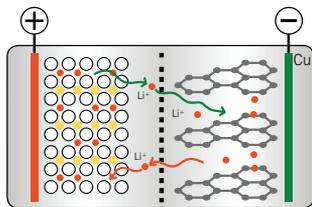
Lithium-Ionen-Akkus

Lithium-Ionen-Akkus gibt es am Markt noch nicht so lange wie Blei-Akkus, sie sind die innovativere Technologie und sind derzeit teurer als Blei-Batterien. Dafür können Lithium-Ionen-Batterien deutlich öfter geladen/entladen werden (bis zu 7.000 Vollzyklen), erreichen höhere Wirkungsgrade und Entladungstiefen und sind wartungsfrei. Zusätzlich sind sie bei gleicher Kapazität kleiner und leichter als Blei-Speicher.

Lithium-Ionen-Technologie

Beim Lithium-Ionen-Akku besteht die Anode aus einer Kupferfolie, die mit einer Graphitverbindung oder Lithium-Titanat beschichtet ist. Die positive Kathode ist eine Lithiumverbindung. Der zwischen den Elektroden liegende Elektrolyt ist ein gelöstes Lithiumsalz. Je nachdem, ob der Elektrolyt flüssig oder gelartig ist, spricht man von Lithium-Ionen-Akku oder Lithium-Polymer-Akkus. Die verschiedenen Lithium-Ionen-Akkus unterscheiden sich hauptsächlich durch den Kathodenwerkstoff, dieser kann aus Kobalt, Mangan, Nickel oder Eisenphosphat und deren Verbindungen bestehen.

Schema einer Lithium-Ionen-Zelle



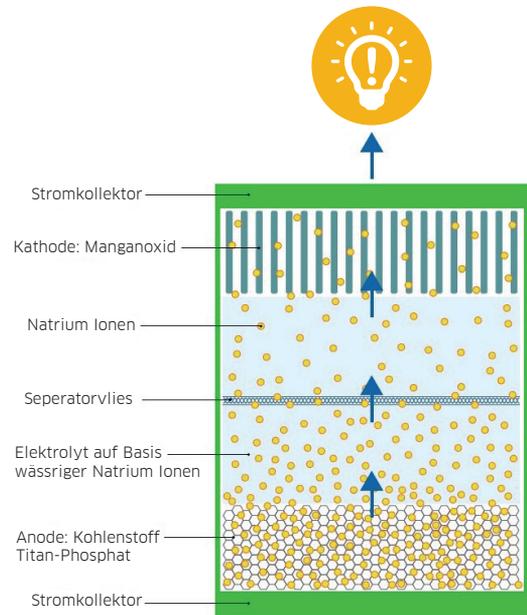
- Kohlenstoff (Graphit)
- Metall (Kobalt)
- Lithium
- Sauerstoff
- ||| nicht wässrige Elektrolytlösung
- Ladevorgang
- Entladevorgang
- Separator

Gefahr der Überhitzung bei Überladung von Lithium-Ionen-Akkus

Wegen der hohen Energiedichten sowie der verwendeten Materialien müssen Lithium-Akkus exakt nach den Herstellervorschriften betrieben werden (z.B. Aufstellungsort), um Unfälle auszuschließen. Zusätzlich gibt es verschiedene Sicherheitsmaßnahmen der Hersteller. So verfügen diese Speichersysteme über ein Batteriemangement, welches jede Zelle einzeln überwacht und entsprechend be- und entlädt.

Salzwasser-Batterie

Salzwasser-Batterien basieren auf der Natrium-Ionen Batterietechnologie. In der Salzwasser-batterie ist ein wässriges Elektrolyt, bestehend aus Natriumsulfat und Wasser. Wenn Strom in die Batterie fließt, wandern die Natrium-Ionen zur Anode und setzen sich dort fest. Im Zuge der Entladung läuft der Prozess umgekehrt und die Natrium-Ionen wandern zur Kathode. Dadurch wird elektrische Energie freigesetzt und der Strom kann genutzt werden. Es gibt auch in Österreich eine Batteriezellenfertigung, die Rohstoffe sind ungiftig und häufig vorkommend. Salzwasser-Batterien weisen eine hohe Sicherheit und Umweltverträglichkeit auf. Bedingt durch die geringere Energiedichte sind längere Be-/Entladezeiten erforderlich.

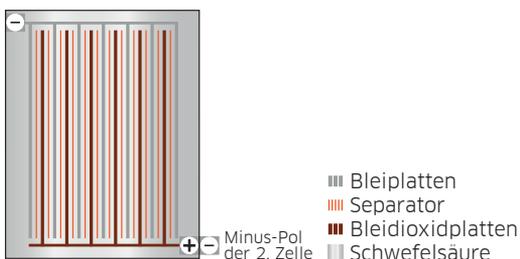


Blei-Säure & Blei-Gel-Technologie

Blei-Akkus sind eine bewährte Technologie, können aber weniger oft geladen/entladen werden als Lithium-Ionen-Akkus. Mehr als etwa 2.000 Vollzyklen sind mit heutigen Blei-Akkus für PV-Anlagen nicht möglich. Zur Erhöhung der Lebensdauer wird die maximale Entladungstiefe verringert, dadurch steht bei gleicher Nenn-Speicherkapazität weniger nutzbare Speicherkapazität zur Verfügung.

Der Wirkungsgrad eines Solarstromspeichers mit Blei-Technologie ist etwas geringer und bei Blei-Säure-Akkus ist eine säurebeständige Aufstellung sowie eine Belüftung des Aufstellraums notwendig.

Schema einer Zelle eines Bleiakkus

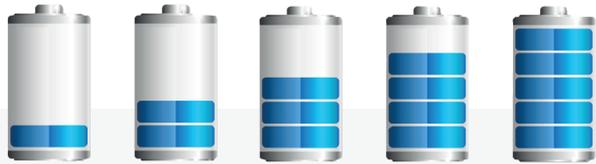


7. Wie groß soll der Speicher sein?

Das Verhältnis vom Speichervolumen eines Batteriesystems zur Leistung der PV-Anlage und zum Stromverbrauch eines Haushalts sollte gut überlegt werden. Ist der Speicher im Verhältnis zur PV-Anlage zu klein dimensioniert, kann weniger des selbst erzeugten Stroms als Eigenverbrauch genutzt werden. Ist der Speicher zu groß, steigen die Gesamtkosten des PV-Speichersystems.

Als Faustregel für eine durchschnittliche Haushaltsanlage mit angestrebten 60-70% Eigenverbrauchsanteil gilt:

**Nutzbare Speicherkapazität in kWh =
1,2 bis 1,5 mal die kW_{peak} -Leistung der PV-Anlage**



Beispiel

Der Jahresstromverbrauch beträgt 4.000 kWh und die PV-Anlage hat eine Leistung von 4 kWp. Abhängig vom Lastprofil und dem angestrebten Eigenverbrauchsanteil von z.B. 65% ergibt das $4 \times 1,5 = 6$ kWh nutzbare Speicherkapazität.

Hinweis: Das Gewicht eines derartigen Speichersystems mit Lithium-Ionen-Technologie beträgt über 100 kg.

Wird ein Speichersystem mit einer nutzbaren Speicherkapazität von 4 kWh gewählt, ist dies preisgünstiger (bei gleicher Speichertechnologie), allerdings wird der Eigenverbrauchsanteil geringer, der Speicher wird aber besser ausgenutzt.

Entsorgung

Solarstromspeicher müssen am Ende ihrer Lebensdauer, so wie andere Batterien und Akkumulatoren, ordnungsgemäß entsorgt werden und werden gemäß Batterieverordnung vom Hersteller zurückgenommen.

8. Wie wird das Batteriespeichersystem an die PV-Anlage angeschlossen?

Batteriesysteme werden mit Gleichstrom betrieben, diesen erzeugt auch eine PV-Anlage. Um den Solarstrom im Haushalt zu nutzen oder um ihn ins Netz einzuspeisen, muss er in Wechselstrom umgewandelt werden. Alle gesetzlichen Vorgaben und Normen sind dabei zu beachten.

Zur technischen Umsetzung kommen zumeist die folgenden Schaltungs-Konzepte zur Anwendung:

- Anschluss des Speichersystems an den Wechselstromkreis AC des Gebäudes
- Anschluss an den Gleichstromkreis DC der PV-Anlage



Notstromoption mit Batteriespeicher

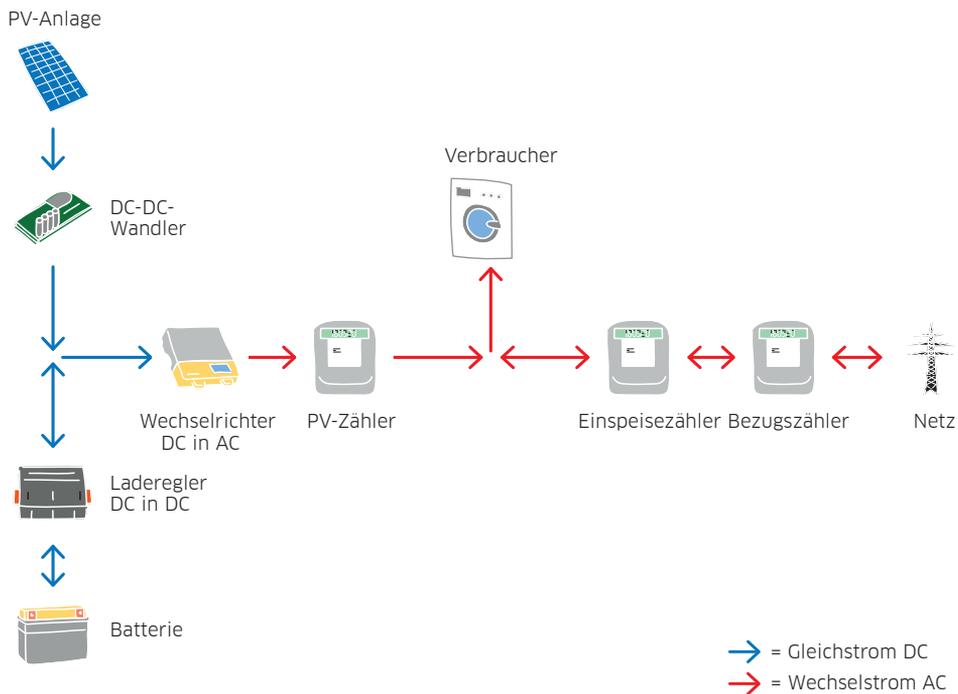
Es gibt Anbieter von Speichersystemen für PV-Anlagen, die eine Notstromoption integriert haben. Manche Systeme schalten diese selbstständig ein, sobald kein Strom aus dem Netz verfügbar ist. Wenn man nur einen kurzen Zeitraum ohne externe Stromversorgung überbrücken möchte, sind übliche Speicherlösungen ausreichend. Sollten jedoch längere Zeiträume abgesichert werden (die durchschnittliche Dauer der Versorgungsunterbrechung lag in Österreich laut letzter Statistik allerdings nur bei 41 Minuten pro Jahr), sind größere Speicherkapazitäten und spezielle Betriebsstrategien notwendig. Außerdem muss bedacht werden, dass große Verbraucher (z.B. E-Herd) nur bei entsprechender Dimensionierung des Gesamtsystems im Notstrommodus betrieben werden können.

Anschluss des Batteriesystems an den Gleichstromkreis der PV Anlage - DC-Lösung

Diese Lösung bietet sich zumeist bei neuen PV-Anlagen an.

- Der von der PV-Anlage erzeugte Solarstrom wird durch einen speziellen Wechselrichter für die Netzeinspeisung in Wechselstrom umgewandelt, ein integrierter Laderegler speist den Solarstrom in die Batterie ein.
- Der von der PV-Anlage erzeugte Solarstrom wird durch einen speziellen Wechselrichter für die Netzeinspeisung in Wechselstrom umgewandelt, ein integrierter Laderegler speist den Solarstrom in die Batterie ein.
- Zu beachten: Es wird ein spezieller Wechselrichter benötigt. Die gesamte Anlage muss so konfiguriert sein, dass alle Komponenten optimal aufeinander abgestimmt sind.
- Vorteile: besserer Wirkungsgrad; kompaktes System (bestehend aus Wechselrichter, Laderegler und Speicher)

DC-Lösung für ein PV-Batteriespeichersystem (Beispiel)

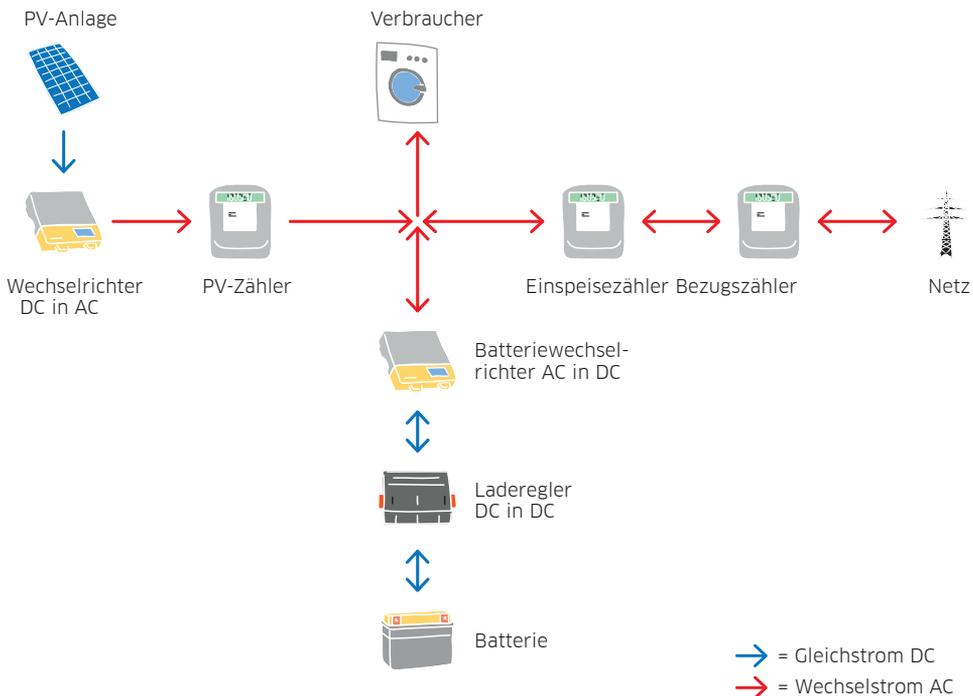


Anschluss des Batteriesystems an den Wechselstromkreis - AC-Lösung

Diese Lösung bietet sich für bestehende und neue PV-Anlagen an.

- Der von der PV-Anlage erzeugte Solarstrom wird von einem handelsüblichen bzw. bereits installierten Wechselrichter in Wechselstrom umgewandelt.
- Ein Batteriewechselrichter wandelt den Wechselstrom wieder in Gleichstrom um, damit dieser in einer Batterie gespeichert werden kann.
- Bei dieser Lösung ist der Speicher vom installierten PV-System vollkommen unabhängig.
- Zu beachten: Wechselrichter und Laderegler sowie Batteriesystem sind getrennt und bilden keine Einheit. Die Phasenzahl von Wechselrichter und Speicher sollte zur Minimierung von Netzurückwirkungen übereinstimmen. Durch die zweifache Transformation DC - AC - DC entstehen höhere Verluste als bei der DC-Lösung.
- Vorteil: Der Wechselrichter kann unabhängig vom Speichersystem gewählt werden.

AC-Lösung für ein PV-Batteriespeichersystem (Beispiel)



9. Wie kann ich Strom sparen?

In den meisten Haushalten gibt es eine Reihe von Möglichkeiten, um Strom zu sparen - und das ohne Komfortverlust! Wenn man weniger Strom verbraucht, kann man den solaren Deckungsgrad durch die eigene PV-Anlage deutlich erhöhen.

Wie das geht finden Sie z.B. unter www.stromsparenjetzt.at

Energieberatung

Produktunabhängige Beratung rund ums Bauen, Wohnen & Sanieren

Nutzen Sie die kostenlose und produktunabhängige Energieberatung bei Neubau, Sanierung und Renovierung des Energiesparverbandes des Landes OÖ!

Egal, um welche Energiefragen es geht, die EnergieberaterInnen des OÖ Energiesparverbandes beraten Sie gerne kostenlos zu allen Themen rund ums Bauen, Sanieren und Wohnen, insbesondere auch zu Solar- & PV-Anlagen.

Haushalte können kostenlos eine produktunabhängige Energieberatung unter 0800-205-206 oder online unter www.energiesparverband.at anfordern.



Wie kommen Sie zu der Energieberatung?

telefonisch: Hotline: 0800-205 206 oder Tel. 0732-7720-14860

E-Mail: beratung@esv.or.at

Internet-Formular zur Anforderung der Energieberatung (www.energiesparverband.at)

0800-205 206 - Ihr heißer Draht zum schnellen Rat!

Viele produktunabhängige Informationen, Tipps und Hinweise gibt es in den Broschüren des OÖ Energiesparverbandes.

Die Publikationen sind kostenlos beim OÖ Energiesparverband und online (www.energiesparverband.at/broschuere) erhältlich.

Photovoltaik



Elektro-Auto



Solare Vorzeigehäuser



Smart Home



Wärmepumpen



Pellets



Richtig einheizen



Heizkesseltausch



Dämmstoffe



Top-Tipps



LED



Entscheidungshilfe Heizungstausch



Der effiziente Neubau



Die richtige Sanierung



Solarwärme



Energiepickerl



Stromspeicher für PV-Anlagen

Informationen zu Technik, Funktion und Wirtschaftlichkeit

Wichtige Kenngrößen beim Kauf eines Batterie-Solarstromspeichers

- Speicher-Nennkapazität und nutzbare Speicherkapazität
- Entladungstiefe
- Zyklusfestigkeit
- max. Lade- und Entladestrom
- Wirkungsgrad
- Gewicht und Abmessungen
- Notstromfähigkeit
- Phasenzahl
- AC oder DC-System



Der OÖ Energiesparverband ist eine Einrichtung des Landes Oberösterreich und bietet kostenlose und produktunabhängige Energieinformation.

www.energiesparverband.at

beraten | fördern | informieren | vernetzen | ausbilden | forschen
Haushalte | Gemeinden | Unternehmen

OÖ Energiesparverband

Landstraße 45, 4020 Linz
Tel. 0732-7720-14380
office@esv.or.at
0800-205-206
www.energiesparverband.at
ZVR 171568947, Stand 3/2023



Gefördert aus Mitteln des Landes Oberösterreich

