

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 wiederaufladbare 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 Entladetiefe 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 **Entladetiefe** ("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 Entladetiefe**: 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. Allein 2013 wurden mehr als 5.000 neue Anlagen mit einer gesamten Leistung von 49.000 kW_{peak} installiert. Immer öfter wird auch die Speicherung des selbst erzeugten Stroms thematisiert.

Diese Broschüre gibt einen Überblick zu folgenden Fragen

1. Wozu überhaupt einen Solarstromspeicher?
2. Wie funktioniert die Solarstromspeicherung?
3. Für wen ist ein Speicher interessant?
4. Was kosten stationäre Stromspeicher?
5. Gibt es eine Förderung?
6. Lohnt sich ein Solarstromspeicher finanziell?
7. Welche Batteriesysteme gibt es am Markt?
8. Wie groß soll der Speicher sein?
9. Wie wird das Batteriespeichersystem an die PV-Anlage angeschlossen?
10. 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, wieviel 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, der Rest wird meist als Überschusseinspeisung in das Netz eingespeist und von einem Energiehändler oder der OeMAG (Abwicklungsstelle für Ökostrom AG) gekauft.

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

Betreibt 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?

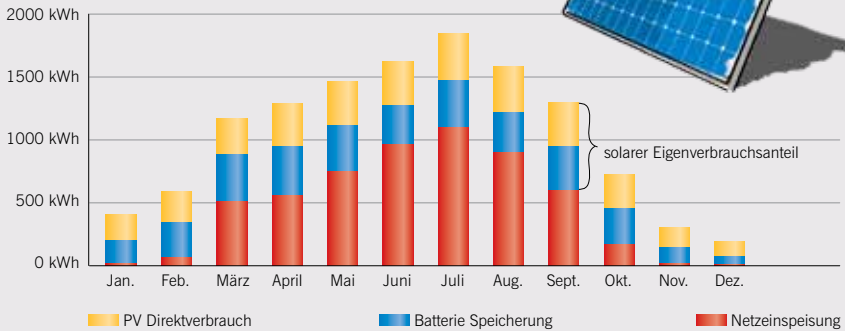
Ein PV-Batteriespeicher sammelt den tagsüber erzeugten Solarstrom. Wenn die Sonne tageszeit- oder wetterbedingt nicht zur Verfügung steht, kann der PV-Strom aus dem Speicher entnommen werden. Die intelligente Ladeelektronik steuert den Stromfluss zwischen der PV-Anlage, den Stromverbrauchern im Haushalt, 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.

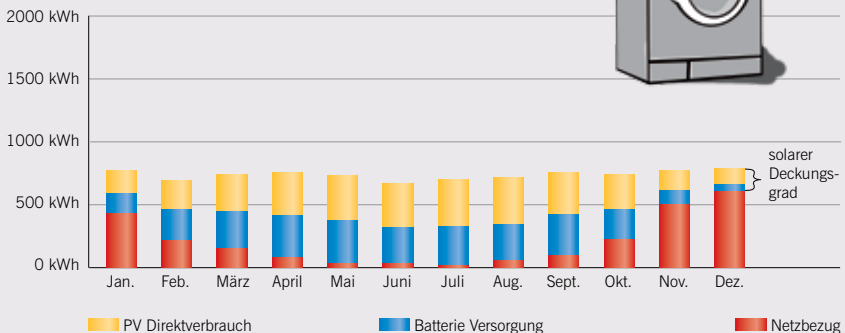
3. Für wen ist ein Speicher interessant?

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.

Erzeugungsdiagramm Beispiel



Verbrauchsdiagramm Beispiel



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 zwischen 1.500 und 2.600 Euro je Kilowattstunde Speicher-Nennkapazität (Systemkomplettpreis brutto, ohne Installationskosten).



5. Gibt es eine Förderung?

Das Land Oberösterreich fördert für Privathaushalte die Anschaffung von stationären Solarstromspeichern mit Lithium-Ionen-Technologie mit max. 50% der Anschaffungskosten bzw. max. 800 Euro pro Kilowattstunde Speicher-Nennkapazität (bis zu maximal 6 kWh). Nähere Informationen www.energiesparverband.at bzw. Land Oberösterreich, Abteilung Umweltschutz (Stand September 2014).

6. Lohnt sich ein Solarstromspeicher finanziell?

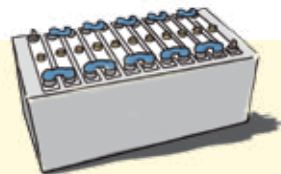
Gänzlich "wirtschaftlich" ist ein Lithium-Batteriespeicher, auch bei Einrechnung der Förderung, zum gegenwärtigen Zeitpunkt zumeist noch nicht. Bis sich Solarstromspeicher betriebswirtschaftlich rechnen, sind diese Geräte zunächst für all jene interessant, für die eine möglichst autarke Stromversorgung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

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 Speicher-Nennkapazität, Ladezyklen, Wirkungsgrad
- die Höhe der Überschussvergütung
- der Haushaltsstrompreis.

Derzeit liegen bei günstigen bzw. geförderten PV-Speichern die Kosten für die gespeicherte Kilowattstunde bei rund 20 Cent, die Preisspanne kann durchaus bis zu 60 Cent pro gespeicherter Kilowattstunde reichen.

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
- 9.000 Euro Gesamtkosten für Speichersystem

Kosten der gespeicherten kWh $9.000 \text{ Euro} / 24.097 \text{ kWh} = 37,3 \text{ Cent/kWh}$
(bei 50% Förderung der Gesamtkosten: 18,7 Cent/kWh)

Vergleichspreis für "nicht-gespeicherte" kWh Überschussvergütung: 4 Cent/kWh
Haushaltsstrompreis: 20 Cent/kWh
Kosten der eingespeisten und zu einem anderen Zeitpunkt bezogenen kWh: $20 - 4 = 16 \text{ Cent/kWh}$

ERGEBNIS:

37,3 Cent/kWh im Vergleich zu 16 Cent/kWh (mit Förderung: 18,7 zu 16)

ohne Berücksichtigung einer allfälligen Eigenverbrauchsoptimierung

7. 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) und Batteriesysteme mit Lithium-Ionen-Technologie (bekannt von Handy Akkus).

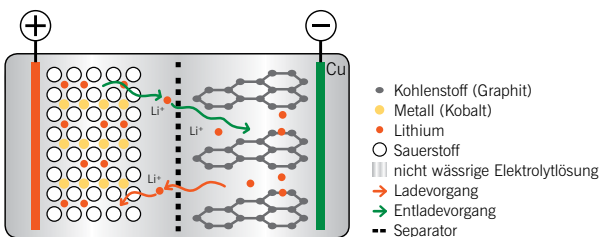
Lithium-Ionen-Technologie

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-Akkus oder Lithium-Polymer-Akku. Die verschiedenen Lithium-Ionen-Akkus unterscheiden sich hauptsächlich durch den Kathodenwerkstoff, dieser kann aus Kobalt, Mangan, Nickel oder Eisenphosphat und deren Verbindungen bestehen (gängige Akkutypen: Lithium-Nickel-Mangan-Kobalt-Akku, Lithium-Eisenphosphat-Akku, Lithium-Mangan-Akku, Lithium-Kobalt-Akku). Die verschiedenen Werkstoffe beeinflussen Energiedichte, Leistungsdichte, Nennspannung, kalendarische Lebensdauer und Ladezyklen.

Schema einer Lithium-Ionen-Zelle



Gefahr der Überhitzung bei Überladung von Lithium-Ionen-Akkus

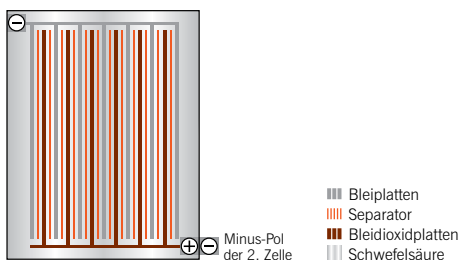
Wegen der hohen Energiedichten sowie der verwendeten Materialien müssen Lithium-Akkus exakt nach den Herstellervorschriften betrieben werden (z.B. Aufstellungsort), um Unfälle auszuschließen. Zusätzlich gibt es verschiedene Sicherheitsmaßnahmen der Hersteller. So verfügen diese Speichersysteme über ein Batteriemanagement, welches jede Zelle einzeln überwacht und entsprechend be- und entlädt. Treten Grenzwertüberschreitungen oder sonstige Fehler auf, wird das System unverzüglich in einen sicheren Zustand übergeführt.

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. Blei-Säure und Blei-Gel-Speichersysteme sind in Oberösterreich nicht förderfähig.

Schema einer Zelle eines Bleiakkus



Entsorgung

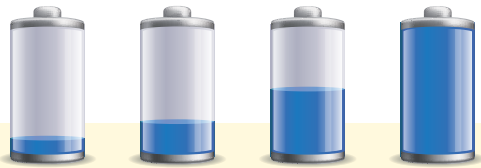
Solarstromspeicher müssen am Ende ihrer Lebensdauer, so wie andere Batterien und Akkumulatoren, ordnungsgemäß entsorgt werden und werden gemäß Batterieverordnung vom Hersteller zurückgenommen.

8. Wie 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 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.

9. 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.

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

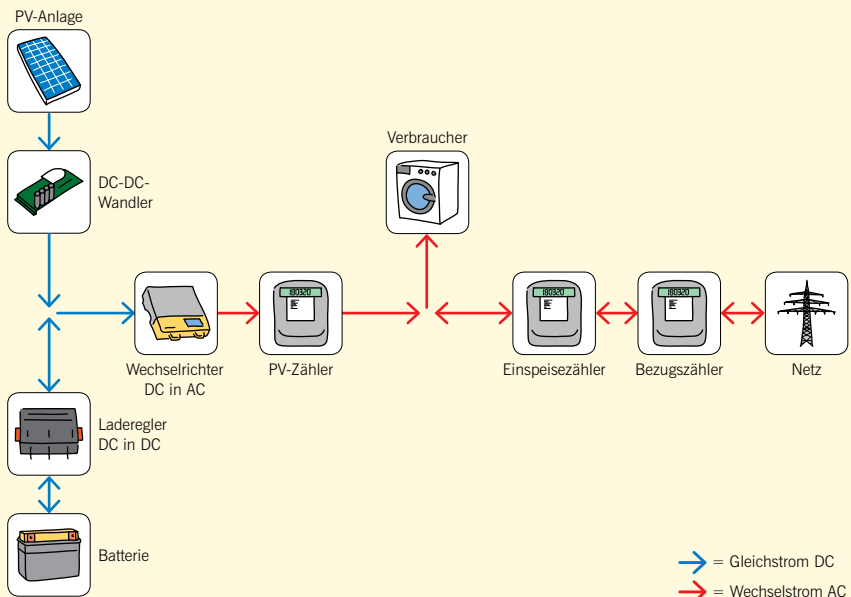
Viele Anbieter von Speichersystemen für PV-Anlagen haben eine Notstromoption integriert. Manche Systeme schalten diese selbständig ein, sobald kein Strom aus dem Netz verfügbar ist. Wenn man nur einen kurzen Zeitraum ohne externe Stromversorgung überbrücken möchte, sind übliche Speicherlösungen ausreichend. Sollten jedoch längere Zeiträume abgesichert werden (die durchschnittliche Dauer der Versorgungsunterbrechung lag in Österreich laut letzter Statistik allerdings nur bei 54 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.
- 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)

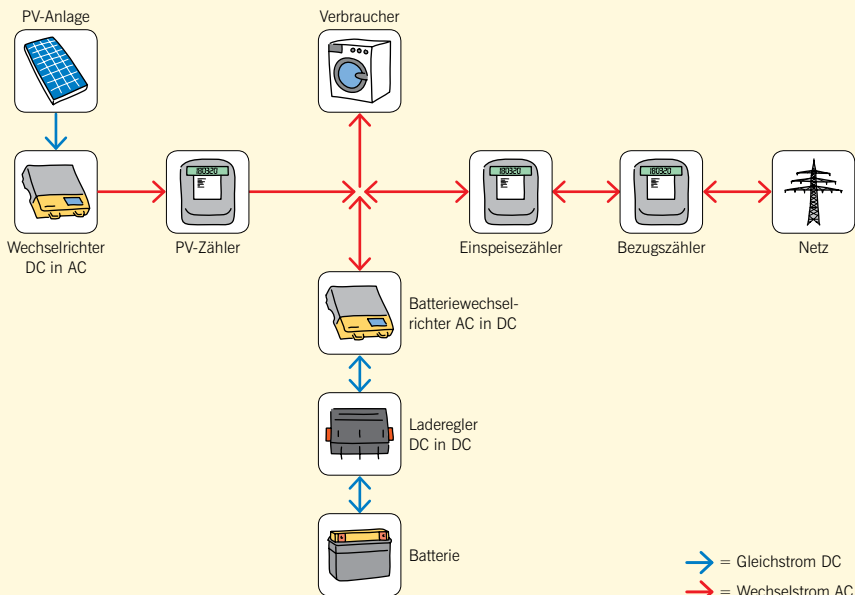


Anschluss des Batteriesystems an den Wechselstromkreis – AC-Lösung

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)



10. 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 das umfassende und produktunabhängige Beratungsangebot des Energiesparverbandes des Landes Oberösterreich:

Die Energieberater/innen des OÖ Energiesparverbandes beraten Sie gerne kostenlos zu allen Themen rund ums Bauen, Sanieren, Wohnen, insbesondere auch zu Solar- & PV-Anlagen.

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

Wertvolle Information rund ums Bauen, Sanieren und Wohnen unter www.energiesparverband.at



Der OÖ Energiesparverband ist auch für das Management des Ökoenergie-Clusters (OEC) verantwortlich.

Ökoenergie-Cluster

Das Netzwerk der Ökoenergie- & Energieeffizienz-Unternehmen in Oberösterreich

Der Ökoenergie-Cluster ist das Netzwerk der Unternehmen im Bereich Energieeffizienz und erneuerbare Energie in Oberösterreich. Über 170 Unternehmen aus Oberösterreich sind Cluster-Partner. Unternehmen aus den Bereichen Solarenergie, Biomasse, energieeffizientes Bauen sowie weitere arbeiten in diesem Netzwerk zusammen. Sie erzielen gemeinsam einen Gesamtumsatz von über 2,2 Milliarden Euro und haben über 8.900 Mitarbeiter/innen.

Der Cluster wird vom Land Oberösterreich gefördert und von den Expert/innen des OÖ Energiesparverbandes betreut.

Unter **www.oec.at** finden Sie auch eine Produkt- & Partnerdatenbank mit Ökoenergie-Unternehmen in Oberösterreich, u.a. auch Anbieter von PV-Anlagen.

Die kostenlose App der Ökoenergie-Branche unterstützt bei der Unternehmens- und Produktsuche!

Mit der neuen App des Ökoenergie-Clusters sind aktuelle Informationen zur Ökoenergie-Branche in Oberösterreich immer griffbereit.

Kostenloser Download in den Stores von Apple und Google.



Stromspeicher für PV-Anlagen

Informationen zu Technik, Funktion und Wirtschaftlichkeit

Wichtige Kenngrößen beim Kauf eines Batterie-Solarstromspeichers

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



www.energiesparverband.at

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



Information

OÖ Energiesparverband
Landstraße 45, 4020 Linz
Tel. 0732-7720-14380
office@esv.or.at
www.energiesparverband.at
0800-205-206 Hotline
Ihr heißer Draht zum schnellen Rat!
ZVR 171568947

