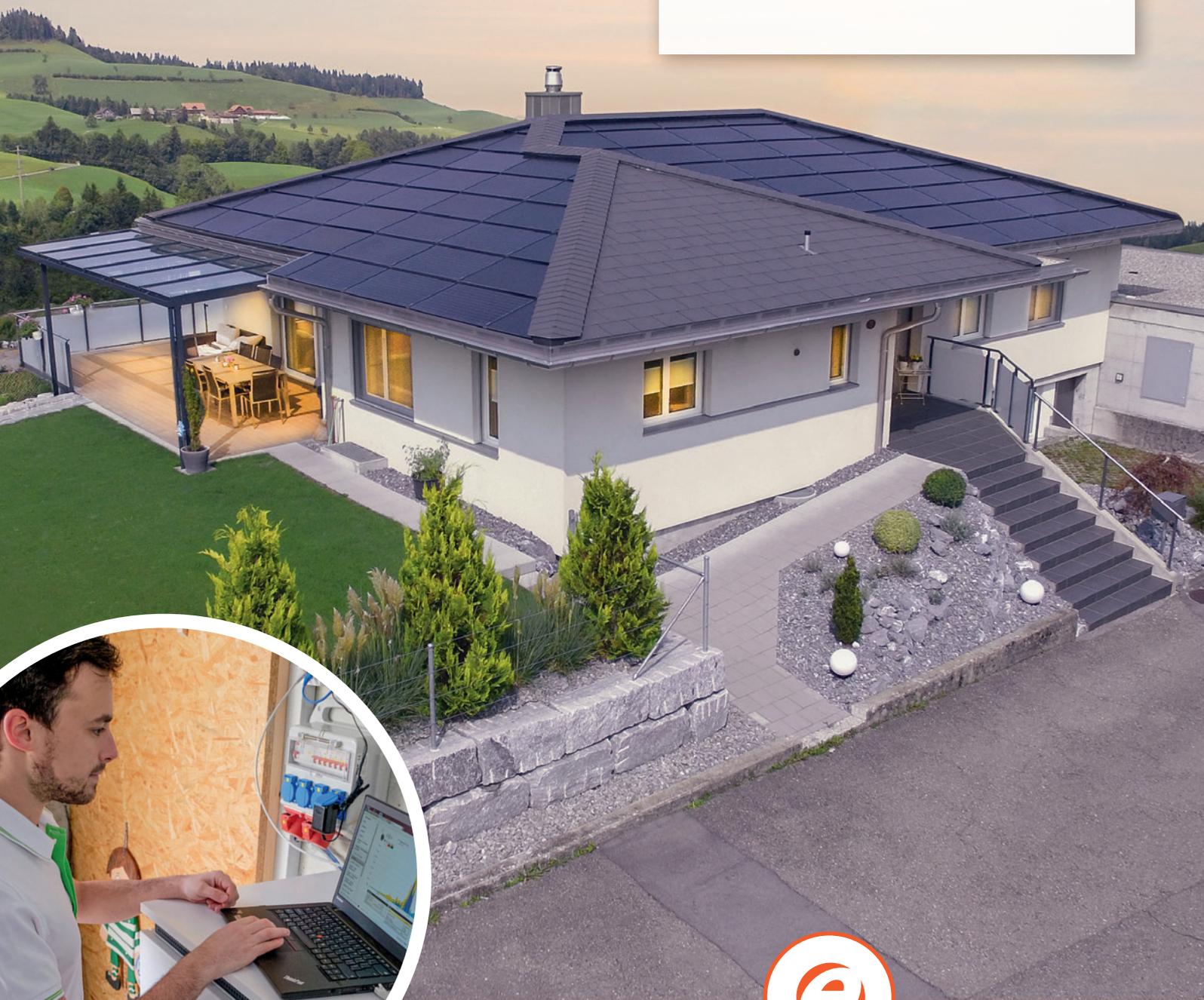


STATIONÄRE BATTERIE- SPEICHER IN GEBÄUDEN



energie schweiz
Unser Engagement: unsere Zukunft.



Quelle: clevergie gmbh

Fallende Kosten für Batterien und das zunehmende Bedürfnis, den eigenen Solarstrom im eigenen Haus zu verbrauchen, haben die Verbreitung von Batterien beflügelt. Viele Photovoltaikanlagen werden heute schon zusammen mit einem Batteriespeicher installiert. Aus netzwirtschaftlicher Sicht sollen Speicher primär helfen, mehr Solarstrom in unserem Stromnetz zu integrieren und den teuren Ausbau der Stromnetze zu begrenzen.

Doch was ist bei der Anschaffung und beim Einbau eines Stromspeichers zu beachten? Und ist der Speicher ökologisch wirklich sinnvoll? Die Broschüre soll auf diese Fragen Antworten geben.

Eines sei vorweggenommen: Bevor ein Batteriespeicher installiert wird, sollte geprüft werden, ob der eigene Solarstrom vom Dach nicht gleich während der sonnigen Zeit verbraucht werden kann. Zum Beispiel indem der Warmwasserboiler an den schönen Tagen am Mittag eingeschaltet wird. Sind alle möglichen Massnahmen zum Direktverbrauch von Solarstrom ausgeschöpft, kann der Einsatz eines Batteriespeichers durchaus sinnvoll sein.

In dieser Broschüre werden die Begriffe Strom- und Batteriespeicher, Batterie und Akku synonym verwendet.

Quelle Titelbild: CKW

INHALTSVERZEICHNIS

ANWENDUNGEN

- Eine Batterie – viele Funktionen4

BETRIEBSARTEN

- Was macht ein Speichersystem?6
- Speicherung von Solarstrom.....9

TECHNOLOGIEN

- Blei oder Lithium? 10
- Das Auto als Stromspeicher nutzen..... 11

INSTALLATION VON SPEICHERN

- Vorschriften und Normen..... 12

SPEICHERSYSTEM

- Gleichstrom oder Wechselstrom? 14

EIGENVERBRAUCH, NETZUNABHÄNGIGKEIT, AUTARKIE

- Eigenverbrauch: Einfamilienhaus 16
- Eigenverbrauch: Speichersystem für eine ganze Wohnüberbauung 16
- Eigenverbrauch: Einfamilienhaus mit PV-Anlage und Speicher 17
- Netzunabhängigkeit: Nullenergie-Bürogebäude 18
- Autarkie: Ferienhaus 18

KOSTEN UND WIRTSCHAFTLICHKEIT

- Einflussfaktoren Wirtschaftlichkeit 19
- Marktpreise von Stromspeichern20

DIMENSIONIERUNG

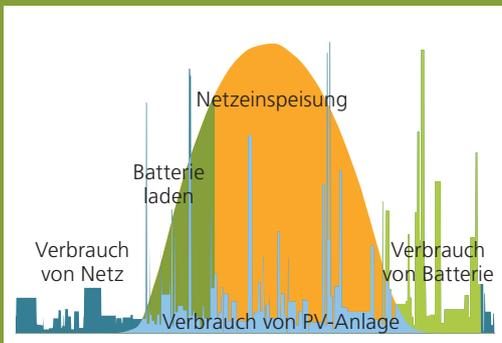
- Wie gross sollte mein Speicher sein?.....22

UMWELTEINFLUSS

- Der Umwelteinfluss von Stromspeichern im Vergleich.....25
- Lebenszyklus des Stromspeichers.....26

EIGENVERBRAUCHSOPTIMIERUNG

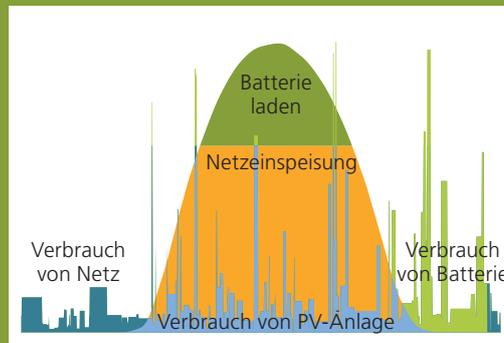
Die Batterie hilft, eine grössere Menge des PV-Stroms direkt im Gebäude zu nutzen.



Quelle: Basler&Hofmann AG

SPITZENBRECHUNG

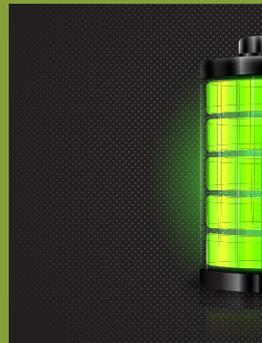
Die maximal bezogene oder eingespeiste Leistung kann mit der Batterie gesenkt werden.



Quelle: Basler&Hofmann AG

BACKUP

Bei Stromausfall kann die Batterie die Stromversorgung im Gebäude wieder aufbauen.



Quelle: Shutterstock

REGELLEISTUNG

Regelleistung aus Batterien kann zur Stabilisierung des europäischen Stromnetzes verwendet werden.



Quelle: Swissgrid

NETZSTÜTZUNG

Batteriespeicher können helfen, Ungleichgewichte zwischen Einspeisung und Verbrauch zu regulieren.



Quelle: Shutterstock

NETZUNABHÄNGIGKEIT

Batterien steigern den Selbstversorgungsgrad.

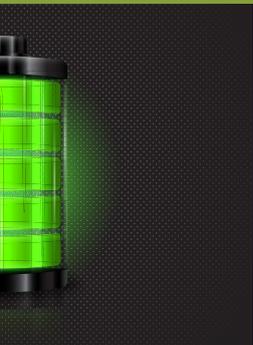


Quelle: Shutterstock

EINE BATTERIE – VIELE FUNKTIONEN

MINERGIE-ZERTIFIKAT

Eine Batterie hilft, den Eigenverbrauch zu erhöhen und somit die Energiebilanz zu verbessern.



MINERGIE®

E-MOBILITÄT

Ein Elektroauto kann mit Solarstrom geladen werden. Dies optimiert die Wirtschaftlichkeit von PV-Anlage und Auto.



ENERGIEHANDEL

Die Zwischenspeicherung ermöglicht das Ausnutzen von Strompreisschwankungen.



Quelle: Shutterstock

LEGENDE

- heute relevant und verfügbar
- in Pilotprojekten verwendet
- heute nicht relevant/nicht wirtschaftlich

1. EIGENVERBRAUCH OPTIMIEREN

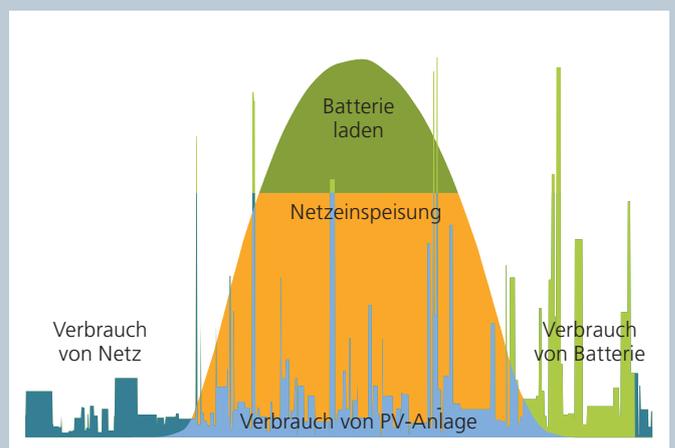
Überschüssiger Solarstrom wird tagsüber gespeichert und steht am Abend und in der Nacht den Stromverbrauchern zur Verfügung. So gut wie jedes stationäre Batteriespeichersystem bietet diese Funktion heute an. Für ein Einfamilienhaus ist es aktuell die lukrativste Art, mit der Batterie direkt Kosten einzusparen. Allerdings kostet das Batteriesystem meistens mehr, als mit dem höheren Eigenverbrauch eingespart werden kann. Es lohnt sich deshalb, gut zu prüfen, ob die Batterie noch andere Funktionen erfüllen kann. Zwei weitere Funktionen werden auf dieser Seite beschrieben.

Weil die Betriebsart «Eigenverbrauch optimieren» die maximale Einspeisung ins Netz meistens nicht reduziert (z.B. an einem Sonntag in den Sommerferien), wird das Netz nicht entlastet. Neue Systeme können aber sowohl das Netz entlasten (siehe «2. Leistungsspitzen brechen») als auch den Eigenverbrauch optimieren. Allgemein wird bei der Anschaffung eines Speichersystems empfohlen, ein System zu wählen, welches beide Funktionen anbietet.

2. LEISTUNGSSPITZEN BRECHEN

Grössere Stromverbraucher wie die Industrie müssen meistens nicht nur den verbrauchten Strom zahlen, sondern auch einen monatlichen Betrag für die maximal bezogene Leistung. Wenn das Batteriesystem genau dann selber Strom ins Gebäude einspeist, wenn der Strombezug am grössten ist, wird das Stromnetz entlastet und es können Kosten gespart werden. Für kleine Speichersysteme z.B. in einem Einfamilienhaus nützt diese Funktion dem Liegenschaftsbesitzer bei dem heutigen Tarifsystem häufig noch nichts. Sobald aber sogenannte «Leistungstarife» bezahlt werden müssen, lässt sich mit dem Brechen der Leistungsspitzen Geld sparen. Grössere Speichersysteme für Industrie und Gewerbe bieten diese Funktion darum in der Regel an.

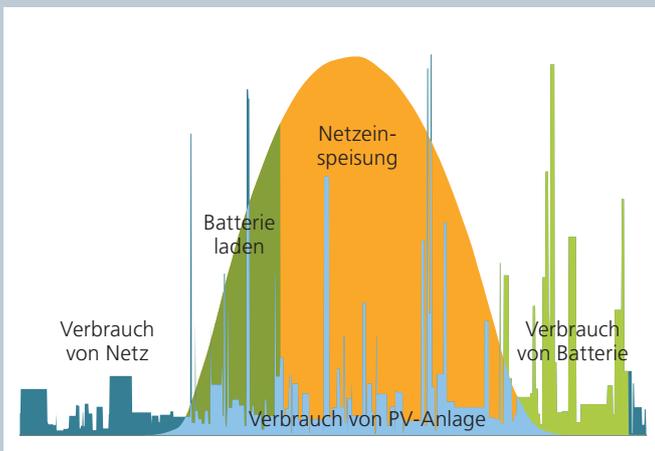
Mit dieser Betriebsart wird auch das Stromnetz unterstützt: Das Netz muss nicht mehr so hohe Leistungsspitzen aufnehmen oder abgeben, wie es ohne Speicher der Fall wäre.



Betrieb Leistungsspitze brechen: Damit wird das Netz entlastet.
Quelle: Basler & Hofmann AG

WAS MACHT EIN SPEICHERSYSTEM?

WER HEUTE EIN SPEICHERSYSTEM KAUFT, HAT MEISTENS AUCH EINE PHOTOVOLTAIKANLAGE UND MÖCHTE MEHR VON SEINEM SOLARSTROM SELBER NUTZEN. AUF DER VORHERGEHENDEN SEITE SIND NOCH VIELE ANDERE MÖGLICHE ANWENDUNGEN AUFGELISTET. DREI DAVON SIND AKTUELL SEHR WICHTIG UND WERDEN DESHALB HIER IM DETAIL BESCHRIEBEN.



Betrieb Eigenverbrauch: Der Eigenverbrauch wird erhöht (dunkelgrün), das Netz aber nicht entlastet. Quelle: Basler & Hofmann AG

KOMMUNIKATIONSSYSTEM

Damit der Speicher weiss, wann er Strom speichern oder abgeben soll, muss er wissen, ob die PV-Anlage gerade Überschussstrom produziert oder ob die Verbraucher einen hohen Strombedarf haben. Dafür benötigt es ein Kommunikationssystem zwischen PV-Anlage, Verbraucher, Netzanschluss und Speichersystem. Je nach Anforderung kann dieses einfacher oder komplexer aufgebaut sein. Heute sind die meisten Speichersysteme am Internet angeschlossen und können über eine App gesteuert werden.

3. BACKUP

Bei Stromausfall fällt auch die Photovoltaikanlage aus. Das Batteriespeichersystem kann dies verhindern. Dafür sind folgende Schritte nötig:

1. Das Batteriesystem muss beim Stromausfall das Gebäude vom Stromnetz trennen. Der Strom reicht schliesslich nicht aus, um das ganze Dorf zu versorgen.
2. Wenn das Gebäude vom Stromnetz getrennt ist, kann die Batterie die Stromversorgung im Gebäude wieder aufbauen.
3. Nun kann auch die Photovoltaikanlage wieder Strom einspeisen. Nicht ins Netz, sondern direkt ins Haus oder in die Batterie.



Über die Hälfte der heute in der Schweiz verkauften Batteriesysteme sind bereits mit einer Backup-Funktion ausgerüstet. Quelle: Shutterstock

ANSTATT DEN SOLAR-
STROM INS NETZ EINZU-
SPEISEN, HILFT DER
SPEICHER, IHN VOR ORT
ZU VERBRAUCHEN.



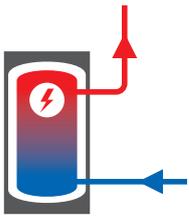
TECHNISCHE DETAILS

Standort	Chavornay
Leistung PV-Anlage	29.68 kWp
Batteriekapazität	9.6 kWh
Hauptzweck	Eigenverbrauch erhöhen

Quelle: Solstis

SPEICHERUNG VON SOLARSTROM

SOLARSTROM IST ÖKOLOGISCH UND GÜNSTIG. DOCH HÄUFIG WIRD ER NICHT DANN PRODUZIERT, WENN MAN IHN BENÖTIGT. SPEICHER REDUZIEREN DIESES PROBLEM. NACHFOLGEND WERDEN DREI DER WICHTIGSTEN SPEICHERARTEN VERGlichen.

KATEGORIE	 SPEICHERSEEN	 BATTERIESPEICHER	 WARMWASSERSPEICHER
Wirtschaftlichkeit	😞	😞	😊
Wirkungsgrad	😞	😊	😊
Umweltauswirkung	😞	😞	😊
Flexible Nutzung	😞	😊	😞
Speicherdauer	😊	😞	😞
Potenzial für künftigen Ausbau	😞	😊	😞

Quelle: BFE/Shutterstock/BFE

Jede Speicherart hat ihren spezifischen Einsatzbereich, in dem die jeweiligen Stärken zum Tragen kommen.

Speicherseen sind überwiegend für die saisonale Speicherung von Energie wertvoll und werden in der Schweiz seit Jahrzehnten erfolgreich eingesetzt. Das Potenzial für neue Speicherseen ist aber nahezu ausgeschöpft. Zudem sind neue Speicherseen unter aktuellen Rahmenbedingungen unwirtschaftlich und bedingen massive Investitionen und Umwelteingriffe.

Auch **Batteriespeicher** sind aktuell kaum wirtschaftlich. Im Gegensatz zu Stauseen werden sie vorwiegend dezentral eingesetzt und dienen eher als Tagesspeicher. So wie die meisten Batteriespeicher heute betrieben werden, unterstützen sie das Stromnetz nicht. In Zukunft dürfte dieser Funktion aber eine wichtige Bedeutung zukommen. Die Auswirkungen auf die Umwelt werden auf S. 25 im Detail besprochen.

Thermische Speicher wie z. B. Warmwasserspeicher oder Pufferspeicher stellen eine weitere Möglichkeit dar, überschüssigen Solarstrom zu speichern und sinnvoll zu nutzen. Das Speichermedium Wasser ist sehr günstig und ökologisch unbedenklich. Im Vergleich zu den beiden Alternativen sind Warmwasserspeicher in der Nutzung hingegen eingeschränkt, denn Strom ist vielseitiger einsetzbar als Wärme.

BLEI ODER LITHIUM?



TYP

BLEIAKKU

LITHIUM-COBALT-DIOXID-AKKU (LICOO₂)

LITHIUM-EISEN-PHOSPHAT-AKKU (LIFEPO₄)

Anwendung	Starterbatterie im Auto, Unterbrechungsfreie Stromversorgung	Elektrofahrzeug, Handyakku	Heimspeicher
Vorteile	Günstig in der Anschaffung	Hohe Energiedichte	Hohe Betriebssicherheit
Nachteile	Geringe Zyklenfestigkeit und Energiedichte	Relativ teuer, entzündet sich bei Überladung	Relativ teuer, geringere Energiedichte als LiCoO ₂
Wirkungsgrad	70–80%	90–95%	90–95%
Zyklen	500–2000	500–2000	4000–6000
Selbstentladung	2–5% pro Monat	1–3% pro Monat	1–3% pro Monat

WELCHER AKKU EIGNET SICH AM BESTEN?

Obwohl ein Lithium-Ionen-Akku deutlich teurer ist als ein Bleiakku, ist er wegen der höheren Lebensdauer und dem höheren Wirkungsgrad heute meist wirtschaftlicher als ein Bleiakku. Fast alle stationären Batterien in Gebäuden sind darum Lithium-Ionen-Akkus. Dabei ist Lithium nicht gleich Lithium: Handys und Elektrofahrzeuge brauchen einen kleinen, leichten Akku mit viel Energie und Leistung. Dazu ist der Lithium-Cobaltdioxid-Akku gut geeignet. Im Gebäude sind Gewicht und Grösse nicht so relevant, dafür ist die Lebensdauer umso wichtiger. Lithium-Eisenphosphat-Akkus eignen sich hierfür besonders gut. Die Entwicklung neuer Akkutypen schreitet dabei schnell voran. So hat man z. B. durch die Zugabe von Nickel und Mangan erreicht, dass der ursprüngliche «Handyakku» als Lithium-Nickel-Mangan-Akku (NMC) auch für Anwendungen im Gebäude geeignet ist. Auf weitere Technologien mit noch besseren Eigenschaften darf man gespannt sein!

Fast alle Speichersysteme, welche heute auf dem Markt erhältlich sind, basieren auf der Lithium-Ionen-Technologie. Neben Blei- und Lithium-Ionen-Akkus gibt es aber eine Vielzahl an anderen Technologien, welche sich aus diversen Gründen nicht oder noch nicht für den Einsatz als Heimspeicher eignen und darum in dieser Broschüre nicht beschrieben werden.

Quelle Icons: flaticon

DAS AUTO ALS STROMSPEICHER NUTZEN



Quelle: Helion

Es ist ökologisch und wirtschaftlich, ein Elektroauto mit dem eigenen Solarstrom zu laden. Ob ein Elektroauto jedoch auch als Stromspeicher für das Haus geeignet ist (bidirektio-

nales Laden), kann nicht allgemein beantwortet werden. Die Vor- und Nachteile werden hier beschrieben.

IST DAS ELEKTROAUTO ALS STROMSPEICHER FÜR DAS GEBÄUDE GEEIGNET?

Ja, wenn ...

... das Fahrzeug über eine sehr grosse Batterie verfügt und dadurch die beschleunigte Alterung der Autobatterie vernachlässigbar ist.

... der Einsatz der Fahrzeugbatterie nur in Ausnahmefällen nötig ist (z. B. zur Abdeckung hoher Leistungsspitzen) und nicht viele zusätzliche Ladezyklen notwendig werden.

Die Batterie eines Elektroautos muss klein und leicht sein und dazu eine hohe Leistung und einen hohen Energieinhalt aufweisen. Die Batterie für ein Gebäude darf hingegen grösser

Nein, wenn ...

... die Fahrzeugbatterie klein ist und mit der Verwendung als Heimspeicher zusätzlich stark beansprucht würde.

... die Fahrzeugbatterie sehr gut auf die Lebensdauer des Autos abgestimmt ist. Damit müsste die Batterie im Auto ersetzt werden, bevor das Auto seine Lebensdauer erreicht hat.

und schwerer sein, dafür soll sie eine möglichst hohe Lebensdauer haben. In Fahrzeugen werden deshalb nicht dieselben Speichertechnologien eingebaut wie in Gebäuden.



Quelle: laube-solar

VORSCHRIFTEN UND NORMEN

STATIONÄRE BATTERIEN IN GEBÄUDEN SIND ELEKTRISCHE INSTALLATIONEN UND UNTERLIEGEN DESHALB DIVERSEN VORSCHRIFTEN UND NORMEN. DARUM MÜSSEN SIE VON EINER AUSGEBILDETEN ELEKTROFACHKRAFT MIT EIDGENÖSSISCHER INSTALLATIONSBEWILLIGUNG INSTALLIERT WERDEN. DER INSTALLATEUR IST DAFÜR VERANTWORTLICH, DASS ALLE VORSCHRIFTEN UND NORMEN EINGEHALTEN WERDEN.

EINIGE PUNKTE SIND JEDOCH AUCH FÜR DIE BAUHERRSCHAFT GUT ZU WISSEN:

- **Herstellerangaben:** Die Hersteller der Speicher machen verschiedene Vorschriften für die Installation und den Betrieb der Systeme. Diese müssen eingehalten werden.
- **Ein- oder dreiphasige Speicher:** In der Schweiz dürfen Speicher nur bis maximal 3.6 Kilowatt Leistung an eine einzelne Phase angeschlossen werden. Grössere Systeme müssen dreiphasig ans Netz angeschlossen werden.
- **Messung:** Je nachdem ob der Speicher nur von der PV-Anlage oder auch vom Stromnetz geladen werden kann, gelten andere Anforderungen an die Messung des Stroms.
- **Brandschutz/Speicherraum:** Je nach Gebäude und Speichersystem sind verschiedene Vorschriften zu beachten.

ALS BAUHERRSCHAFT MÜSSEN SIE NICHT ALLE VORSCHRIFTEN KENNEN. Ausgewiesene Fachkräfte unterstützen Sie gerne. An folgenden Orten finden Sie Hilfe:

- **Eine Elektrofachkraft:** In Kombination mit einer Photovoltaikanlage ist dies meist ein Solarprofi: www.solarprofis.ch
- **Swissolar-Merkblatt:** PV-Anlagen mit Batterien, www.swissolar.ch
- **VSE-Handbuch Speicher (insbesondere für Fachkräfte):** Empfehlung zur Umsetzung des Anschlusses und Betriebes von Speichern an den Netzebenen 3 bis 7, www.strom.ch
- **Electrosuisse, Swissolar, VKF, VSE (insbesondere für Fachkräfte):** Stationäre elektrische Speichersysteme, www.electrosuisse.ch

GLEICHSTROM ODER WECHSELSTROM?

SPEICHERSYSTEME LASSEN SICH IN ZWEI KATEGORIEN EINTEILEN. BEIDE HABEN VOR- UND NACHTEILE. DAS BESSER GEEIGNETE SYSTEM MUSS PROJEKTSPEZIFISCH AUSGEWÄHLT WERDEN.

GLEICHSTROMSYSTEM (Abb. links unten)

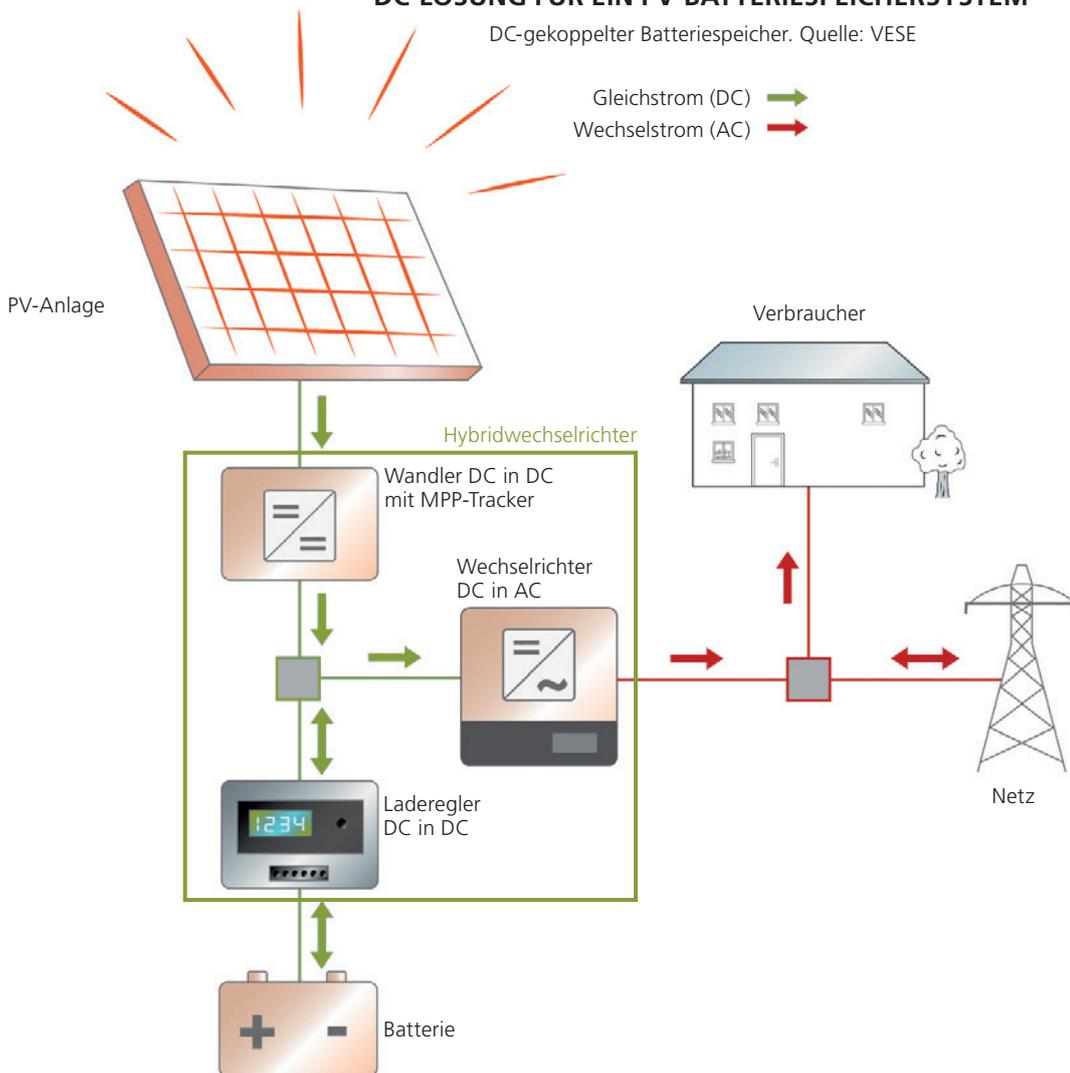
Die Batterie wird auf der Gleichstromseite (DC-Seite) an den Wechselrichter angeschlossen. Dabei spricht man oft von einem «Hybridwechselrichter», weil sowohl die PV-Module wie auch die Batterien am selben Gerät angeschlossen werden können. Das vereinfacht für den Anwender das System, spart Kosten und punktet zudem mit einem höheren Wirkungsgrad. Das System ist dafür weniger flexibel, falls die PV-Anlage einmal umgebaut oder erweitert werden sollte.

WECHSELSTROMSYSTEM (Abb. auf S. 15, rechts unten)

Die Batterie wird auf der Wechselstromseite (AC-Seite) an den Wechselrichter angeschlossen. PV-Anlage und Batteriesystem sind dabei modular aufgebaut und können unabhängig voneinander ausgewechselt werden. Dies hat grosse Vorteile, falls das Batteriespeichersystem erst nachträglich installiert werden soll. Dafür sind die Synergien mit der PV-Anlage etwas geringer als beim Gleichstromsystem, was sich in den Kosten und dem Wirkungsgrad niederschlägt.

DC-LÖSUNG FÜR EIN PV-BATTERIESPEICHERSYSTEM

DC-gekoppelter Batteriespeicher. Quelle: VESE



+ Günstig bei gemeinsamer Installation mit PV-Anlage

+ Hoher Wirkungsgrad

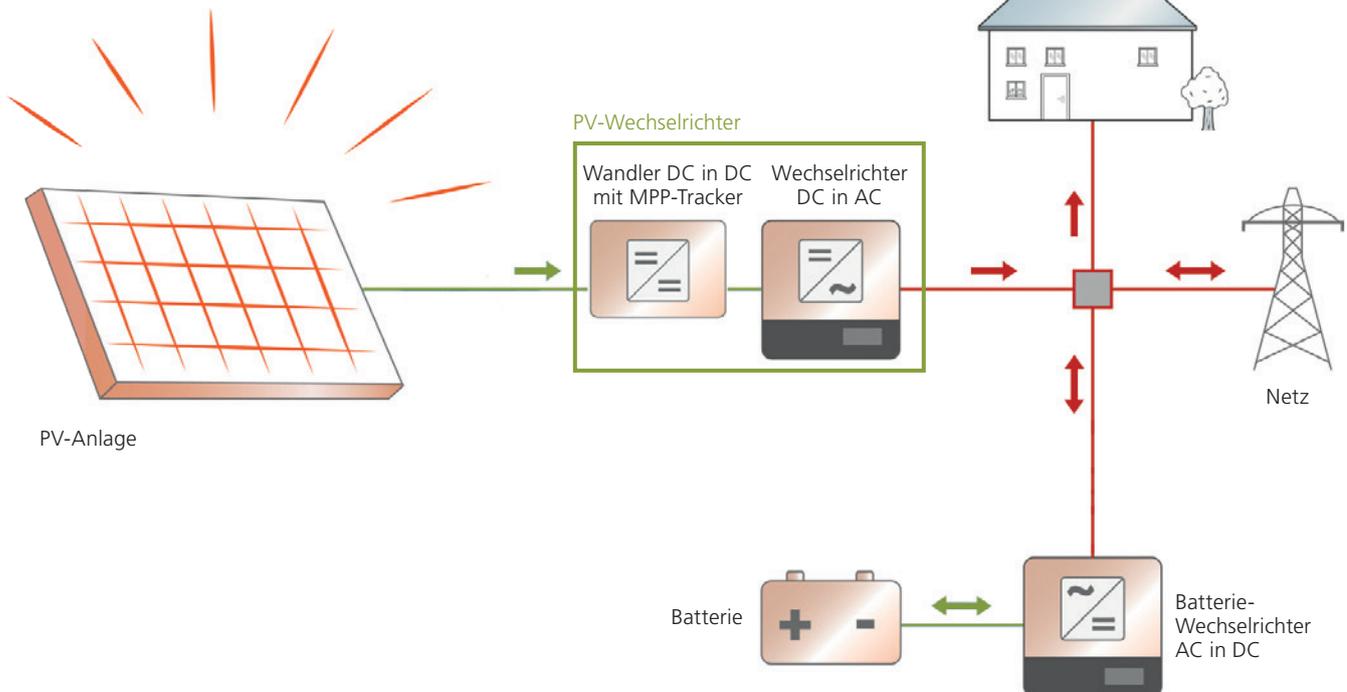


Eine AC-Ankoppelung zeichnet sich durch die hohe Flexibilität aus: Das Speichersystem kann unabhängig von der Photovoltaikanlage installiert werden. Bildquelle: Tritec

AC-LÖSUNG FÜR EIN PV-BATTERIESPEICHERSYSTEM

AC-gekoppelter Batteriespeicher. Quelle: VESE

Gleichstrom (DC) →
Wechselstrom (AC) →



+ Nachrüstbar für bestehende PV-Anlagen

+ Modular, flexibel

EIGENVERBRAUCH

EINFAMILIENHAUS

In einem Einfamilienhaus im Kanton Waadt ist neben einer 9-kWp-PV-Anlage ein Speichersystem installiert worden. Durch die eher kleinere Dimensionierung wird der Speicher oft zyklert, weshalb man sich für einen Speicher der Technologie Lithium-Eisenphosphat entschieden hat. Dank dem Speicher konnte in dem Gebäude der Eigenverbrauchsanteil von Solarstrom von rund 30% auf über 50% erhöht werden.

TECHNISCHE DETAILS

Leistung PV-Anlage	9 kWp
Batteriekapazität	7.2 kWh
Speichersystem	Kostal (Lithium-Eisenphosphat)
Hauptzweck	Eigenverbrauchserhöhung

Quelle: Tritec



SPEICHERSYSTEM FÜR EINE GANZE WOHNÜBERBAUUNG

TECHNISCHE DETAILS

Standort	Horw (Luzern)
Leistung PV-Anlage	94 kWp (DC)
Batteriekapazität	95 kWh
Leistung des Batteriewechselrichters	50 kW
Hauptzweck	Eigenverbrauchserhöhung. Reduktion der Leistungsspitzen in Zukunft möglich.

Quelle: Solvatec



EINFAMILIENHAUS MIT PV-ANLAGE UND SPEICHER

Markus Wey hat in seinem Einfamilienhaus im Winter 2014/2015 ein Speichersystem in Betrieb genommen. Damit kann er heute deutlich mehr vom eigenen Solarstrom verbrauchen als früher und ist erst noch gegen Stromausfälle gewappnet.

Herr Wey, warum haben Sie einen Speicher angeschafft? Alle sprechen davon – ich wollte es tun. Einerseits wollte ich Erfahrungen mit der Technologie sammeln, andererseits ein Vorbild sein.

Welche Vorteile bringt Ihnen der Speicher? Wir können heute deutlich mehr eigenen Solarstrom verbrauchen und müssen weniger Strom aus dem Netz beziehen als früher. Mit nur geringen Mehrkosten haben wir das System zudem notstromfähig gemacht. Unsere PV-Anlage und unser Speichersystem versorgen uns jetzt auch bei Stromausfall. Zudem konnten wir damit auch gleich Anschlüsse für eine Stromtankstelle vorbereiten.

Wie kompliziert war die Installation? Sie war überhaupt nicht kompliziert. Das Speichersystem wurde mir von Bekannten empfohlen und hat sich von Anfang an bewährt. Noch nicht ganz abgeschlossen ist hingegen der Anschluss der Heizung an die PV-Anlage.

Wie meinen Sie das? Als wir die PV-Anlage gebaut haben, haben wir auch gleich den Brauchwarmwasserspeicher daran angeschlossen. Wir wollen ja den Solarstrom möglichst vor Ort verbrauchen und nur den Überschuss speichern oder ins Netz abgeben. In absehbarer Zukunft möchten wir auch die Wärmepumpe am System anschliessen.

Rentiert sich die Anlage? Die PV-Anlage schon, das Speichersystem hingegen nicht. Aber dafür haben wir es ja auch nicht gebaut.

Wie hat der Speicher Ihr Verhalten beeinflusst? Das Bewusstsein für Strom und Energie in der Familie hat dank dem Speicher zugenommen. Effektiv das Verhalten beeinflusst hat aber nicht der Speicher, sondern die PV-Anlage: Haben wir früher wenn möglich in der Nacht gewaschen, so tun wir dies heute vorzugsweise bei Sonnenschein.

Was würden Sie sich von einem künftigen Speichersystem wünschen? Mehr Speicherkapazität!



TECHNISCHE DETAILS

Leistung PV-Anlage	21.4 kWp
Batteriekapazität	13.8 kWh
Speichersystem	E3DC (Panasonic-Zellen)
Hauptzweck	Eigenverbrauchserhöhung und Notstrom

NETZUNABHÄNGIGKEIT

NULLENERGIE-BÜRO- GEBÄUDE

Das dreigeschossige Bürogebäude ist mit einer PV-Anlage mit einer Leistung von 24 kWp ausgerüstet. Weil eine PV-Anlage ohne Batterien bei einem Stromausfall jedoch nicht funktioniert, wurde es mit einem Batteriesystem mit Backup-Funktion ergänzt. Bei schönem Wetter im Sommer kann die PV-Anlage die Batterien in rund drei Stunden laden.

Das Speichersystem ist so dimensioniert, dass es für eine gewisse Zeit die vollständige Stromversorgung des Gebäudes übernehmen kann.

TECHNISCHE DETAILS

Leistung PV-Anlage	24 kWp
Batteriekapazität	64 kWh
Speichersystem	Domus 4.1 (Lithium-Eisenphosphat)
Hauptzweck	Netzunabhängigkeit

Quelle: Energy Depot Swiss GmbH



AUTARKIE

FERIENHAUS

Das Walliser Ferienhaus fernab vom Stromnetz wurde bis anhin mit einem Dieselgenerator betrieben. Die Bauherrschaft hat sich entschlossen, künftig auf erneuerbare Energien zu setzen und hat das Gebäude mit einer Inselanlage ausgerüstet. Aufgrund unregelmässiger Nutzung als Ferienhaus werden hier Bleiakkus eingesetzt.

Das Speichersystem ist so dimensioniert, dass es für eine gewisse Zeit die vollständige Stromversorgung des Gebäudes übernehmen kann.

TECHNISCHE DETAILS

Leistung PV-Anlage	2 kWp
Batteriekapazität	6 kWh
Speichersystem	Bleiakkus mit Wechselrichter von Studer Innotec SA
Hauptzweck	Inselbetrieb

Quelle: Studer Innotec SA



EINFLUSSFAKTOREN WIRTSCHAFTLICHKEIT

DURCH EINEN STROMSPEICHER SPART MAN STROMKOSTEN. DER SOLARSTROM WIRD DIREKT IM HAUS GENUTZT, ANSTATT GÜNSTIG INS NETZ ZU FLIESSEN. HIER DARGESTELLT SIND DIE FAKTOREN, WELCHE DIE WIRTSCHAFTLICHKEIT BEEINFLUSSEN.

INVESTITION

Die Investitionskosten für Batteriespeichersysteme variieren stark je nach Anbieter und Grösse der Anlage. In der Regel sinken die spezifischen Kosten (CHF/kWh), je grösser das Speichersystem ist. In Zukunft kann von sinkenden Systempreisen ausgegangen werden. Eine Übersicht zu Batteriepreisen findet sich auf Seite 21. Die Investitionskosten werden durch allfällige Förderbeiträge oder Steuerabzüge gesenkt.

STROMTARIF

Auch der Stromtarif, den Sie dem Energieversorger für Strom aus dem Netz bezahlen, hat einen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit der Batterie. Je grösser die Differenz zwischen dem Rückliefertarif und dem Strombezugspreis, desto besser wird die Wirtschaftlichkeit Ihres Systems.

SPEICHERKAPAZITÄT

Kann dem Datenblatt des Speichersystems entnommen werden und definiert, wie viel Energie in einem Vollzyklus geladen und wieder entladen werden kann. Typische Werte für Privathaushalte liegen zwischen 2–16 kWh. Für die Berechnung wird die sogenannte nutzbare Kapazität eingesetzt.

VOLLZYKLEN

Wie oft wird der Speicher pro Jahr komplett be- und entladen? Typischerweise liegt der Wert zwischen 200–300. Für die Berechnung werden optimistisch 300 Vollzyklen pro Jahr angenommen.

RÜCKLIEFERTARIF

Tagsüber wird ökologisch hochwertiger Solarstrom zu einem meist niedrigen Tarif ans Netz abgegeben. Man spricht vom Rückliefertarif. Durch den Batteriespeicher spart man Geld, indem man abends den Solarstrom nutzen kann, den man sonst sehr günstig ins Netz abgegeben hätte. Je grösser die Differenz zwischen dem Rückliefertarif und dem Stromtarif, desto besser wird die Wirtschaftlichkeit.

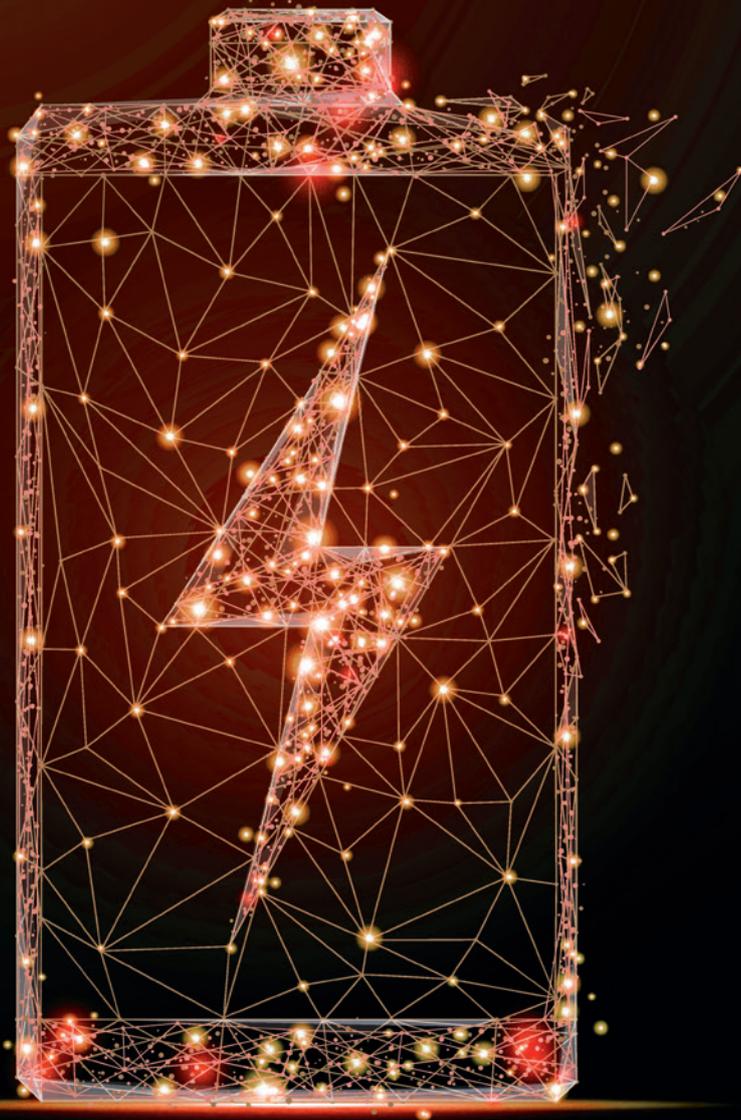


AMORTISATIONSDAUER

Mit der untenstehenden Formel lässt sich die Amortisationsdauer für ein Speichersystem überschlagsmässig berechnen. Das dargestellte Beispiel ergibt bei optimistischen Annahmen und ohne die Betrachtung des Zinssatzes und der Unterhaltskosten eine Amortisationsdauer von 16.6 Jahren. Bei einer Lebensdauer des Speichers von 15 bis 20 Jahre kann für das Beispiel von einem knapp wirtschaftlichen Betrieb ausgegangen werden. In der Praxis sind Speicher aber oft noch nicht rentabel.

$$\text{Amortisationsdauer} = \frac{\text{Investition}}{(\text{Stromtarif} - \text{Rückliefertarif}) \times \text{Speicherkapazität} \times \text{Vollzyklen}}$$

$$\text{Beispiel: } 16.6 \text{ a} = \frac{9000 \text{ CHF}}{(0.24 \text{ CHF/kWh} - 0.04 \text{ CHF/kWh}) \times 9 \text{ kWh} \times 300/\text{a}}$$



BEGÜNSTIGENDE FAKTOREN FÜR DIE WIRTSCHAFTLICHKEIT VON BATTERIESPEICHERSYSTEMEN

STEUERN

Die steuerliche Handhabung obliegt den einzelnen Kantonen. Die Steuerpraxis für Stromspeicher ist in vielen Fällen noch unklar und sollte zuvor mit dem zuständigen Steueramt abgeklärt werden. Einige Kantone schliessen den Steuerabzug für stationäre Speichersysteme explizit aus. Andere lassen es hingegen zu, dass der Speicher als Teil des gesamten Solaranlagenprojektes betrachtet wird und daher Steuerabzüge möglich sind (vgl. Steuermerkblatt von Swissolar für Solaranlagen, www.swissolar.ch).

FÖRDERPROGRAMME

Einige Gemeinden und Kantone sowie einige Elektrizitätswerke fördern die Installation eines Speichersystems. Noch gibt es für Batterieförderprogramme keine zentrale Anlaufstelle, was eine individuelle Informationsbeschaffung für jedes Projekt erforderlich macht.

ZUSÄTZLICHE NUTZUNG

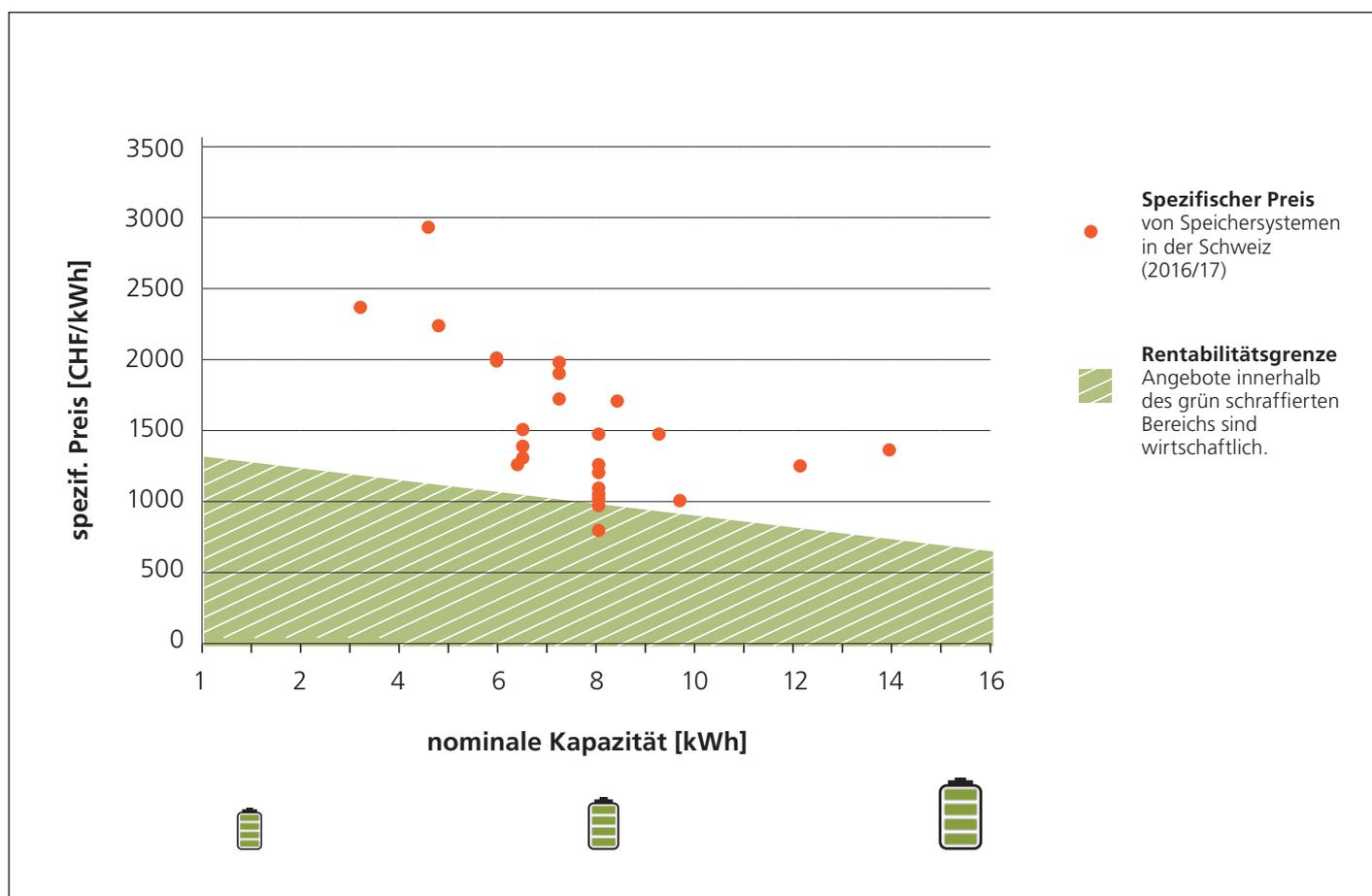
In dieser Broschüre werden verschiedene Funktionen der Batterie vorgestellt. Falls mehrere dieser Funktionen gleichzeitig genutzt werden können, erhöht sich die Wirtschaftlichkeit. Ein Speichersystem für den Eigenverbrauch könnte beispielsweise noch an einem Regelenenergiepool angeschlossen werden und damit jährliche Zusatzeinnahmen generieren.

MARKTPREISE VON STROMSPEICHERN

UNTER HEUTIGEN MARKTBEDINGUNGEN SIND ERST WENIGE SPEICHER RENTABEL. DOCH FÖRDERBEITRÄGE UND STEUERBEITRÄGE KÖNNEN EINEN WIRTSCHAFTLICHEN BETRIEB SCHON HEUTE ERMÖGLICHEN.

Im Rahmen einer eigenen Datenerhebung wurden 2016/2017 die spezifischen Preise von installierten Speichersystemen in der Schweiz erfasst. Die grün schraffierte Fläche zeigt, wie hoch die spezifischen Kosten sein dürfen, damit sich ein Speichersystem amortisiert. Unter den heutigen Marktbedingungen sind nur wenige Speicher und diese auch nur mit guten Rahmenbedingungen rentabel. Für einen wirtschaftlichen Betrieb müssen die Systemkosten weiter sinken. Da die

abgebildeten Preise nur eine aktuelle Bestandsaufnahme sind und von sinkenden Systemkosten ausgegangen werden kann, werden in Zukunft immer mehr Systeme wirtschaftlich nutzbar. Förderprogramme und Steuervorteile können zudem dazu beitragen, dass Stromspeicher schon heute wirtschaftlich sind.



Quelle: Basler & Hofmann AG, Energie Zukunft Schweiz, Swissolar.
Eigene Datenerhebung bei Schweizer Installateuren, 2016/17.

MIT DIESEN BEIDEN FAUSTREGELN KÖNNEN SIE DIE OPTIMALE GRÖSSE IHRES SPEICHERS GROB ABSCHÄTZEN. FÜR EINE EXAKTE AUSLEGUNG KONTAKTIEREN SIE EINEN SOLARPROFI®.



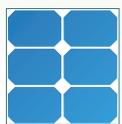
**FAUSTREGEL 1:
BATTERIEGRÖSSE AUF PV-ANLAGE ANPASSEN**

$$\text{Leistung PV-Anlage (kWp)} \times 1.5 \cong \text{Speicherkapazität (kWh)}$$

Beispiel: Für eine 6-kWp-Photovoltaikanlage wird ein 9-kWh-Speicher installiert.

Die Batterie sollte so gross sein, dass diese den typischen Überschuss der Solaranlage vom Tag in die Nacht verlagern kann.

Leistung PV-Anlage Kapazität des Speichers



6 kWp

x 1.5 ≅



9 kWh

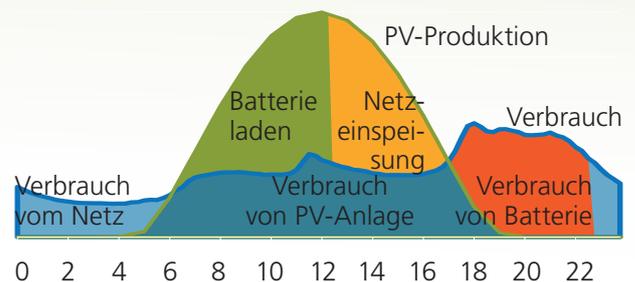


**FAUSTREGEL 2:
BATTERIE AN STROMVERBRAUCH ANPASSEN**

$$\text{Jahresstromverbrauch (kWh)} / (2 \times 365) \cong \text{Speicherkapazität (kWh)}$$

Beispiel: Haushalt mit 6000 kWh Jahresstromverbrauch geteilt durch die Anzahl Halbtage pro Jahr (2*365) ergibt einen Speicher mit 8.2 kWh Kapazität.

Der Speicher sollte in etwa so gross sein, dass dieser einen halben Tagesstrombedarf (abends und in der Nacht) abdecken kann.



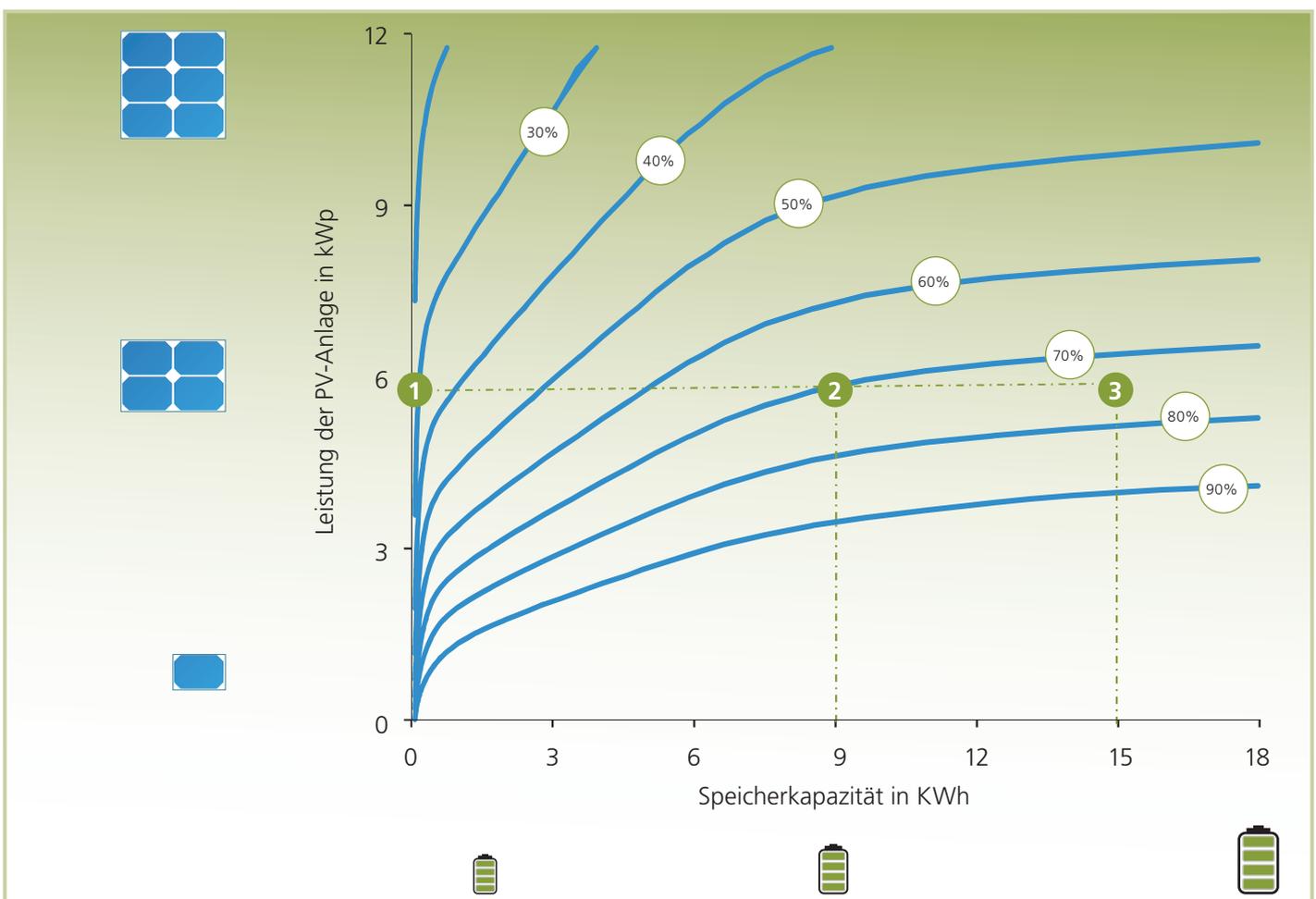
Wählen Sie die kleinere Speicherkapazität aus den beiden Faustregeln.

WIE GROSS SOLLTE MEIN SPEICHER SEIN?

MIT DEM SPEICHER DEN EIGENVERBRAUCHSGRAD ERHÖHEN

Der Eigenverbrauchsgrad zeigt, welcher Anteil des produzierten Solarstroms direkt im Haus verbraucht wird. Das folgende Diagramm zeigt die sinnvolle Dimensionierung eines Speichers zur Erhöhung des Eigenverbrauchsanteils für ein Einfamilienhaus mit einem gegebenen Verbrauch. Ist der Verbrauch höher oder tiefer, kann die Grafik entsprechend skaliert werden.

EIGENVERBRAUCHSANTEIL IN ABHÄNGIGKEIT VON PHOTOVOLTAIKANLAGE UND BATTERIEGRÖSSE FÜR EIN EINFAMILIENHAUS MIT 6000 KWH JÄHRLICHEM STROMVERBRAUCH:



1 Situation 1: Keine Batterie und eine PV-Anlage mit 6 kWp. Der Eigenverbrauch der Photovoltaikanlage liegt bei etwa 30%. Das heisst, 30% der Solarproduktion wird direkt im Haus genutzt.

2 Situation 2: Es kommt ein 9-kWh-Batteriespeicher hinzu. Damit erhöht sich der Eigenverbrauch auf etwa 70% gegenüber der Situation 1. Der Einsatz der Batterie bringt einen grossen Zusatznutzen.

3 Situation 3: Es wird eine Batterie mit 15-kWh-Speicher eingesetzt. Damit erhöht man den Eigenverbrauch gegenüber der Situation 2 um lediglich 5% auf etwa 75%.

Fazit: Situation 2 aus der obigen Grafik stellt eine sinnvolle Dimensionierung der Batterie in Abstimmung auf die Solaranlage dar. Wählt man eine grössere Batterie, ist der Zusatznutzen gering. Wählt man eine kleinere Batterie, fällt der Eigenverbrauch gering aus. Dieses Optimum erreicht man auch über die Faustregel 1 auf Seite 22.



STROMSPEICHER ALS UMWELTSÜNDER ODER SCHLÜSSEL FÜR DIE ENERGIEZUKUNFT?

Die Solarstromerzeugung ist nachhaltig und hat nur geringe negative Auswirkungen auf die Umwelt. Ergänzt man seine Solaranlage mit einem Speicher, ergibt sich durch den Abbau von Rohstoffen und die Produktion des Speichers eine zusätzliche Umweltbelastung. Doch gleichzeitig wird es möglich, mehr Solarstrom vor Ort zu verbrauchen. Aus diesem Grund können Speicher eine sinnvolle Massnahme als Teil einer nachhaltigen Energiezukunft sein.

Quelle: Shutterstock

DER UMWELTEINFLUSS VON STROMSPEICHERN IM VERGLEICH

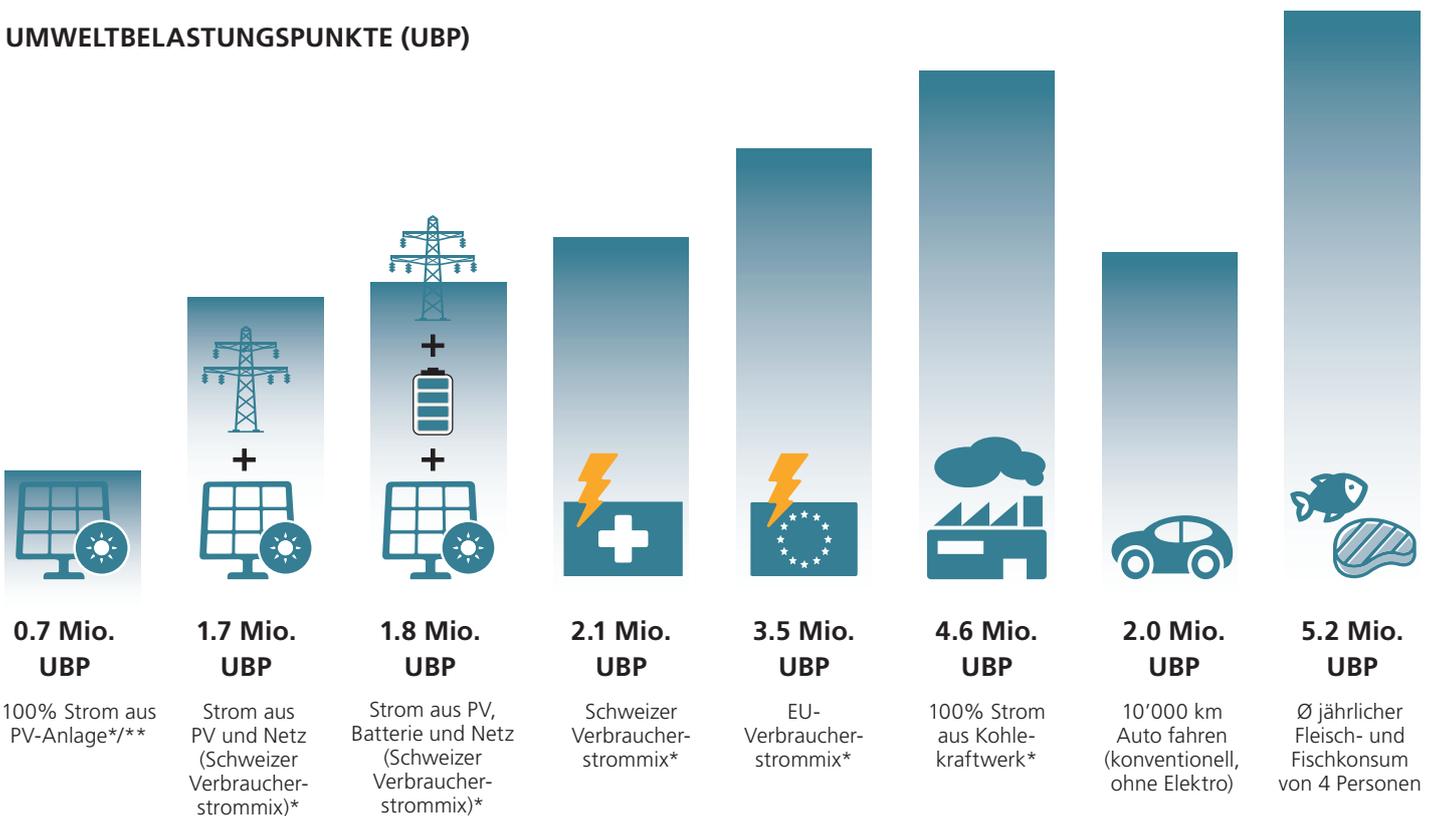
SCHADET EINE BATTERIE DER UMWELT MEHR ALS DASS SIE IHR NÜTZT? ODER SIND BATTERIESPEICHER DER SCHLÜSSEL FÜR EINE KLIMAFREUNDLICHE ZUKUNFT?

Nachfolgend wird dargestellt, wie ein Batteriesystem im Vergleich zu anderen Energiesystemen oder Tätigkeiten abschneidet. Dabei werden alle Lebensphasen inklusive Produktion und Entsorgung betrachtet.

Damit verschiedene Technologien und Handlungen miteinander verglichen werden können, wird bei Ökobilanzen jeweils die Einheit Umweltbelastungspunkte (UBP) verwendet.

Die erstellte Ökobilanz berücksichtigt den Verbrauch von Ressourcen sowie die Emissionen in Boden, Wasser und Luft.

UMWELTBELASTUNGSPUNKTE (UBP)



In der Grafik wird die Umweltbelastung von verschiedenen Strombezugsquellen für einen typischen Haushalt dargestellt. Weiter werden auch die Tätigkeiten Autofahren und Fleischkonsum in Relation gesetzt. Der 100%ige Strombezug aus einer PV-Anlage weist die geringste Umweltbelastung auf. Diese Variante ist aber nicht praktikabel. Üblicherweise

liegt der Eigenverbrauchsanteil für einen Haushalt mit PV-Anlage bei 20–30%. Der Batteriespeicher hilft, den Anteil des umweltfreundlichen PV-Stroms deutlich zu erhöhen. Somit kann der Einsatz eines Speichers eine sinnvolle Massnahme in Richtung einer nachhaltigen Energiezukunft sein.

* Stromverbrauch eines Haushaltes mit 6000 kWh/a.
 ** In der Praxis ohne Speicher nicht umsetzbar.

Quelle Icons: flaticon

ROHSTOFFE

IN JEDER LITHIUM-IONEN-BATTERIE STECKEN WERTVOLLE ROHSTOFFE. JE NACH ART DER BATTERIE SIND DIES U.A. LITHIUM, KUPFER, NICKEL, COBALT, MANGAN UND ALUMINIUM SOWIE GRAPHIT UND TITANIUM.

Nur ein geringer Teil der gesamten Umweltbelastung ist der Phase «Gewinnung und Veredelung der notwendigen Rohstoffe» zuzuschreiben. Die grössten einfach abbaubaren Lithiumreserven befinden sich in Südamerika. Der grösste Bestand an Kobalt befindet sich in teilweise politisch instabilen afrikanischen Staaten, wie z.B. Kongo oder Sambia. Problematisch sind oft eher die sozialen als die ökologischen Auswirkungen. Gefordert ist eine verstärkte Regulierung und Transparenz der Lieferkette für Unternehmen, welche Rohstoffe abbauen und damit handeln.

ABFALL UND RECYCLING

IN DER SCHWEIZ GELTEN BATTERIEN UND AKKUS ALS SONDERABFALL UND SIND MIT EINER RÜCKGABE- UND RÜCKNAHME-PFLICHT BELEGT.

Seit 2000 wird auf allen Batterien eine vorgezogene Recyclinggebühr (vRG) erhoben. Dies gilt auch für Batterien, welche als Heimspeicher installiert werden. Das Recycling der Rohstoffe der Lithium-Ionen-Batterie und somit die umweltgerechte Entsorgung sind technisch machbar und sichergestellt. Da der Rückgewinnungsprozess heute noch nicht wirtschaftlich betrieben werden kann, wird ein Teil der Entsorgung durch die vRG finanziert. Mit zunehmender Ressourcenknappheit und neuen Regularien wird sich dies zukünftig voraussichtlich ändern.

«Second-Life-Batterien» sind Batterien, welche z. B. nach der Verwendung als Fahrzeugbatterie in einem Hausspeicher noch ein zweites Mal eingesetzt werden. Noch kommt das Konzept kaum zur Anwendung, doch sobald die erste Generation an Fahrzeugbatterien ausgedient hat, könnte der Second-Life-Ansatz aufgrund des grossen Marktvolumens eine interessante Zukunft vor sich haben. Kritiker meinen jedoch, dass die Batterien nach ihrer ersten Lebensdauer stark an Kapazität verlieren und ein zweiter Einsatz aufgrund der reduzierten Leistungsfähigkeit wenig Sinn macht.



LEBENSZYKLUS DES STROMSPEICHERS

WELCHER PROZESS BEEINFLUSST DIE UMWELT BESONDERS STARK? IN WELCHEN BEREICHEN SIND ZUKÜNFTIG DIE GROSSEN VERBESSERUNGEN ZU ERWARTEN?

TRANSPORT UND VERTEILUNG

DER EINFLUSS DES TRANSPORTS UND DER VERTEILUNG AUF DEN GESAMTEN LEBENSZYKLUS AUF DIE UMWELT IST VERGLEICHSWEISE GERING.

Beachtet werden muss, dass Batterien als Gefahrgut gelten und beim Transport entsprechende Richtlinien eingehalten werden müssen, um Risiken und damit einhergehende potenzielle Umweltbelastungen zu minimieren.

PRODUKTION

DIE BATTERIEPRODUKTION HAT DEN GRÖSSTEN UMWELTEINFLUSS INNERHALB DES LEBENSZYKLUS EINES STROMSPEICHERS. DIES IST HAUPTSÄCHLICH AUF DEN HOHEN ENERGIEVERBRAUCH BEI DER HERSTELLUNG DER KOMPONENTEN ZURÜCKZUFÜHREN.

Die Produktion einer Batterie ist energieintensiv. Der Grossteil des Energieverbrauchs bei der Produktion fällt auf die Kathode, den Elektrolyt und den Zellbehälter. Zukünftig sind im Bereich der Produktion die grössten Verbesserungspotenziale zu erwarten, indem effizienter produziert und Strom mit geringeren CO₂-Emissionen eingesetzt wird. Je nachdem in welchem Land und mit welchem Strommix die Produktion stattfindet, fällt die Umweltbelastung stark unterschiedlich aus.

NUTZUNG

DIE PHASE DER NUTZUNG EINES SPEICHERS BEEINFLUSST DIE UMWELT KAUM. IM BETRIEB WIRD BIS ZU 18 MAL MEHR PRIMÄRENERGIE GESPEICHERT, ALS ZUR PRODUKTION DER BATTERIE NOTWENDIG WAR.

Der einzige negative Umwelteinfluss während der Nutzungsphase ist die automatische Entladung der Batterie, wodurch Energie verloren geht. Dieser Effekt fällt aber bei modernen Batterien kaum ins Gewicht.

KURZ UND BÜNDIG

Es gibt viele Gründe, um ein Batteriesystem zu installieren. Zu den wichtigsten zählen die Erhöhung des Eigenverbrauchs von Solarstrom und die Reduktion der Abhängigkeit vom Stromnetz. Zudem können Speicher zukünftig dazu beitragen, die Kosten des Netzausbaus zu reduzieren. Mittlerweile wird jede fünfte PV-Anlage in der Schweiz mit einem Batteriespeicher installiert, Tendenz steigend.

Doch wie sinnvoll sind Stromspeicher tatsächlich? Ist diese neue Technologie bereits wirtschaftlich? Schadet eine Batterie der Umwelt oder ist sie Schlüssel für eine klimafreundliche Zukunft? Was ist der Unterschied zwischen einer stationär verbauten Batterie und einem Speicher im Elektromobil?

Vorliegende Broschüre liefert Antworten auf diese spannenden Fragen. Viel Spass bei der Lektüre.

Nächste Schritte

Ist Ihr Interesse geweckt und Sie suchen eine direkte Beratung zu einer möglichen Anschaffung eines Stromspeichers? Auf dem Branchenverzeichnis «Solarprofis» finden Sie Anbieter aus Ihrer Region, die Sie kompetent beraten können. www.solarprofis.ch

Allgemeine Informationen zum Thema Eigenverbrauch finden Sie auch im EnergieSchweiz-Handbuch «Solarstrom-Eigenverbrauch optimieren»:

www.bundespublikationen.admin.ch,
Artikelnummer 805.529.D

Diese Publikation und deren Inhalt sind entstanden in Zusammenarbeit mit

- Basler & Hofmann AG
- Energie Zukunft Schweiz
- Swissolar

EnergieSchweiz, Bundesamt für Energie BFE
Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen. Postadresse: CH-3003 Bern
Infoline 0848 444 444, www.infoline.energieschweiz.ch
energieschweiz@bfe.admin.ch, www.energieschweiz.ch, twitter.com/energieschweiz

Vertrieb: www.bundespublikationen.admin.ch
Artikelnummer 805.091.D

