SOLARSTROM-EIGENVER-BRAUCH OPTIMIEREN

HANDBUCH

energieschweiz
Unser Engagement: unsere Zukunft.

INHALTSVERZEICHNIS

WORUM GEHT ES?

1 Einführung 4

1.1 Was ist der Unterschied zwischen Autarkie und Eigenverbrauch? 4

1.2 Lohnt sich Eigenverbrauch? 5

FÜR DEN VERBRAUCHER

2 Wie kann der Eigenverbrauch gesteigert werden? 6

2.1 Optimierung durch Wärmeerzeugung 7

2.2 Optimierung Haushaltsstrom 7

2.3 Optimierung durch Batteriespeicher 8

2.4 Optimierungsbereich Elektromobilität 9

2.5 Die Eigenverbrauchsgemeinschaft 10

2.6 Solarstrom im «Smart Home» und «Smart Office» 10

2.7 Erreichbare Eigenverbrauchsanteile 11

FÜR DEN INSTALLATEUR

3 Konzepte und Steuerungen, Geräteübersicht 12

3.1 Wärmepumpen 12

3.2 Solar-Wechselrichter 16

3.3 Anschluss eines Batteriespeichers 20

3.4 Steuergeräte zur Eigenverbrauchsoptimierung 29

3.5 Einbindung in «Smart Home» 29

HANDLUNGSLEITFADEN

4 Fünf Schritte zu höherem Eigenverbrauch 34

WORUM GEHT ES?

1 EINFÜHRUNG?

Seit April 2014 ist der Eigenverbrauch von lokal produziertem Strom schweizweit zulässig. Eigenverbrauch bedeutet, den produzierten Solarstrom zeitgleich am gleichen Ort wieder zu verbrauchen, indem man beispielsweise die Waschmaschine bei Sonnenschein laufen lässt.

1.1 WAS IST DER UNTERSCHIED ZWISCHEN AUTARKIE UND EIGENVERBRAUCH?

Der Autarkiegrad ist ein Mass der Unabhängigkeit: Wie viel Prozent meines Stromverbrauchs kann ich mit selbst produziertem Solarstrom abdecken?

Der Eigenverbrauchsgrad dagegen gibt an, wieviel Prozent der gesamten Solarstromproduktion zeitgleich lokal verbraucht werden (siehe Abbildung 1).

Dazu ein Beispiel:
Ein Haushalt verbraucht jährlich 4000 kWh Strom und produziert mit seiner Solarstromanlage 8000 kWh. Im Jahresmittel werden in diesem Haushalt 1200 kWh zeitgleich verbraucht, was einem Autarkiegrad von 30% und einem Eigenverbrauchsanteil von 15% entspricht.

Eine kleinere Solaranlage im gleichen Haushalt (3000 kWh Jahresproduktion, 900 kWh zeitgleicher Verbrauch) kommt auf einen Autarkiegrad von 22% und einen Eigenverbrauchsanteil von 30%. Mit Hilfe eines Eigenverbrauchsrechners (bspw. www.eigenverbrauchsrechner.ch) kann der individuelle Eigenverbrauchsgrad für Haushalte berechnet werden.

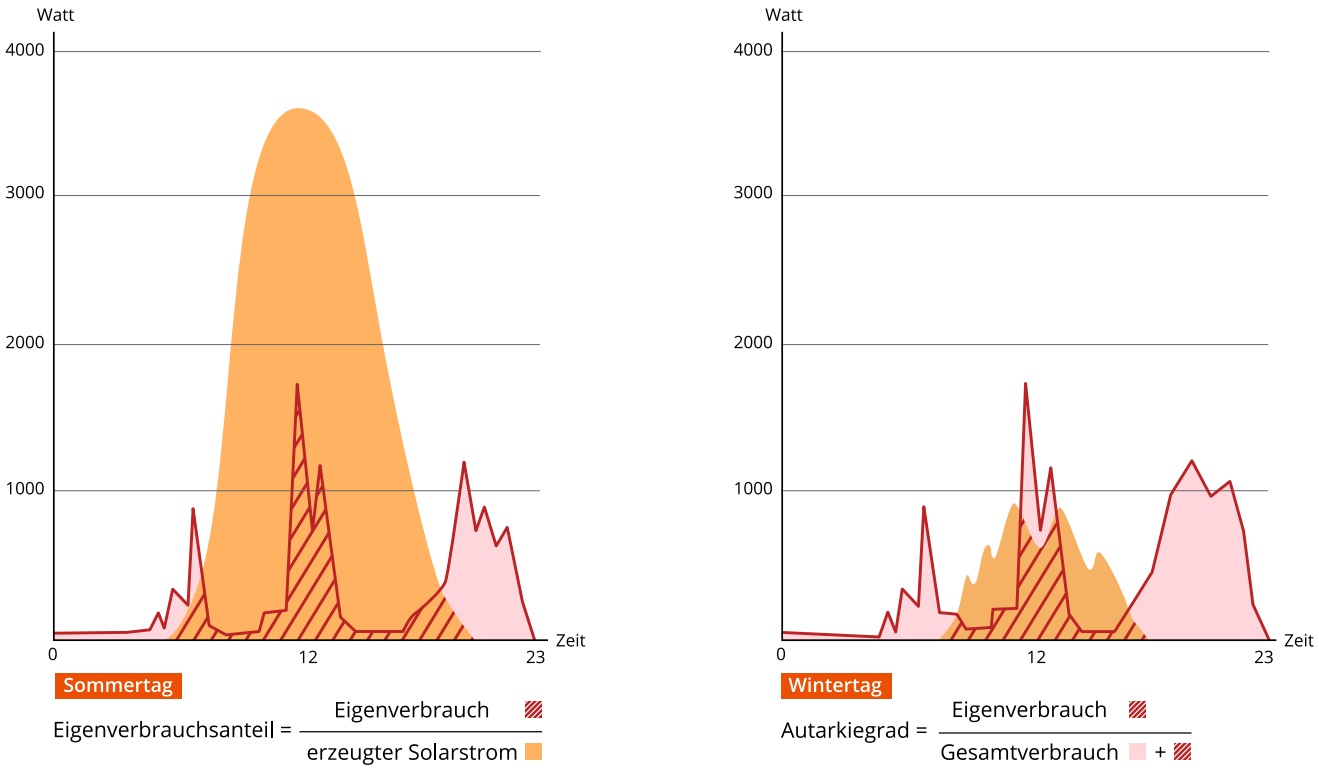

Abbildung 1: Beispiel für einen Tagesverlauf des Solarstroms (Quelle: VESE).

1.2 LOHNT SICH EIGENVERBRAUCH?

Die Kosten für Solarstrom liegen mit 10 bis 20 Rp/kWh im Allgemeinen tiefer als der Stromtarif für Haushalte (ca. 20 bis 30 Rp/kWh). Als Rückliefertarif erhält man 2017 für die Einspeisung des nicht selbst verbrauchten Stromes ins öffentliche Stromnetz aber nur 4 bis 20 Rp/kWh.

Das heisst, dass sich mit einem höheren Eigenverbrauchsanteil (und geringerer Netzeinspeisung) die Wirtschaftlichkeit der PV-Anlage erhöht. Folgendes vereinfachtes Beispiel illustriert das. Eine typische Anlage und ein typischer Haushalt weisen folgende Parameter auf:

Leistung PV-Anlage	4 kW
Investitionskosten	10'000 CHF
Einmalvergütung	–3000 CHF (Tarife ab April 2018)
Betriebskosten	150 CHF/Jahr
Lebensdauer	25 Jahre
Stromproduktion	3800 kWh/Jahr
Haushaltsverbrauch	4000 kWh/Jahr
Anteil des Verbrauchs zu Hoch- und Niedertarifzeiten	45% (HT) 55% (NT)
Anteil Solarstromproduktion zu Hoch- und Niedertarifzeiten	70% (HT) 30% (NT)

Tabelle 1: Annahmen für die Wirtschaftlichkeitsberechnung einer Photovoltaikanlage zum Eigenverbrauch.

Für diese Parameter wird in Abbildung 2 in Abhängigkeit des Rückliefertarifs und des Stromtarifs gezeigt, welcher Eigenverbrauchsgrad nötig ist, um eine Kapitalverzinsung von 2% zu erreichen. So ist zum Beispiel bei einem Rückliefertarif von 9 Rp/kWh und einem Stromtarif von 20 Rp/kWh ein Eigenverbrauchsanteil von 40–60% nötig, damit die Anlage mit 2% rentiert[1].

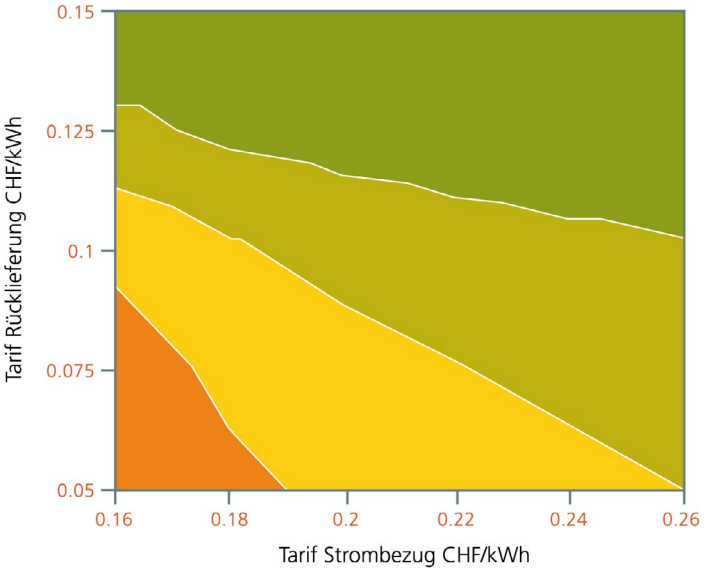

Abbildung 2: Nötiger Eigenverbrauchsgrad für eine Rentabilität von 2% einer PV-Anlage in Abhängigkeit von Stromtarif und Rückliefertarif (Annahmen siehe Tabelle 1, Quelle: VESE).

Eigenverbrauchsoptimierung heisst, den Eigenverbrauchsanteil und so die Wirtschaftlichkeit der Anlage gezielt zu erhöhen. Dieses Handbuch zeigt die technischen Möglichkeiten der Eigenverbrauchsoptimierung für Einsteiger (Kapitel 2) und technisch Versierte sowie Installateure (Kapitel 3) auf.

Weitere Infos zur Wirtschaftlichkeit und ein Solar-Renditerechner sind zu finden unter www.sonnendach.ch und www.energieschweiz.ch/solarrechner.

Ihren Stromtarif finden Sie unter www.strompreis.elcom.admin.ch und den Rückliefertarif in Ihrer Gemeinde unter www.pvtarif.ch.

1 Bei der Berechnung ist zu beachten, dass die Strom- und Rückliefertarife jährlich ändern können. Somit ist die Wirtschaftlichkeitsrechnung approximativ.

FÜR DEN VERBRAUCHER

2 WIE KANN DER EIGENVERBRAUCH GESTEIGERT WERDEN?

Wenn der Jahresverbrauch etwa der jährlichen Solarstromproduktion entspricht und der Eigenverbrauch nicht optimiert wird, kann ein Haushalt ohne Energiespeicher ca. 15 bis 30% seines selbstproduzierten Solarstroms zeitgleich verbrauchen. Durch eine Optimierung ist ein Eigenverbrauchsanteil von ca. 30 bis 70% erreichbar.

Dient der Strom auch der Wärmeerzeugung und/oder zum Laden eines E-Fahrzeugs, liegt dort das grösste Potenzial zur Steigerung des Eigenverbrauchs. So können eine Wärmepumpe mit Heizungsunterstützung oder die Elektromobilität je etwa die gleiche jährliche Strommenge wie der restliche Haushalt benötigen.

Abbildung 3 zeigt schematisch auf, welche Verbraucher im Haushalt am besten für die Optimierung eingesetzt werden können.

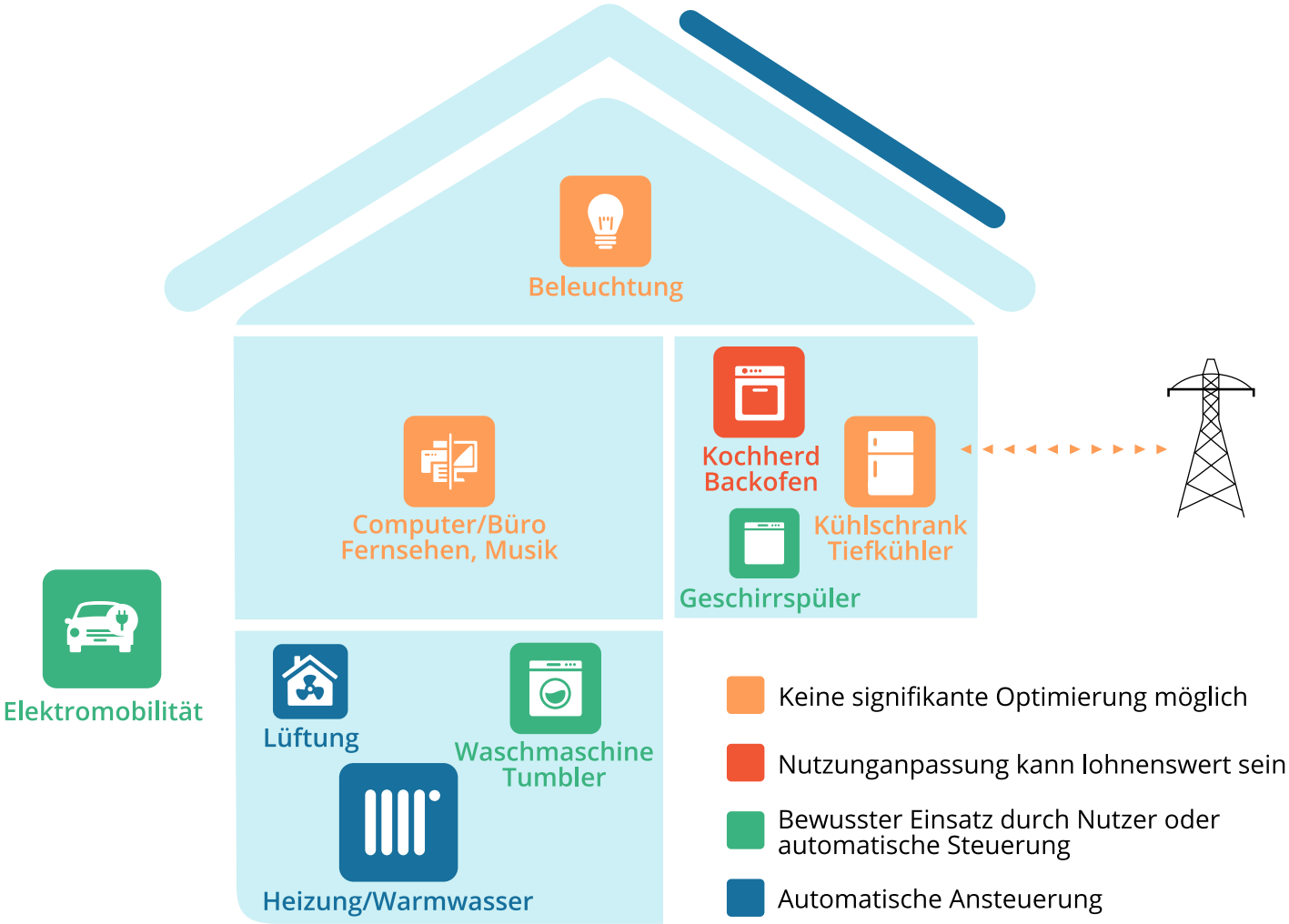

Abbildung 3: Optimierungsmöglichkeiten im Einfamilienhausbereich. Die Grösse der Kacheln steht für den Stromverbrauch der Geräte und somit für das Optimierungspotenzial. Die grün hinterlegten Geräte eignen sich gut für die manuelle Eigenverbrauchsoptimierung, die blau hinterlegten für die automatisierte Eigenverbrauchsoptimierung (Quelle: VESE).

2.1 OPTIMIERUNG DURCH WÄRMEERZEUGUNG

Die Warmwasseraufbereitung beansprucht pro Tag bis zu 17 kWh[2]. Eine Optimierung erfolgt dadurch, dass der elektrische Wärmeerzeuger das Wasser nicht wie sonst üblich nachts, sondern tagsüber mit Solarstrom aufheizt. Einfache elektrische Heizstäbe haben den Vorteil, Solarstrom variabel von 0,5 bis über 10 kW 1:1 in Wärme umwandeln zu können. Daneben gibt es in Stufen schaltbare Heizstäbe.

Energieeffizienter sind Wärmepumpen, die mit 1 kWh Strom rund 3 kWh Wärme erzeugen, indem sie der Luft oder dem Untergrund Wärme entziehen. Bei der Ansteuerung von Wärmepumpen müssen verschiedene Dinge beachtet werden, so u.a. fixe Leistungsstufen, minimale Laufzeiten und Ruhezeiten.

Daneben gibt es modulierende Wärmepumpen, welche bedarfs- oder angebotsorientiert betrieben werden können (siehe auch Kapitel 3.1).

Warmwasser-Wärmepumpen beziehen typischerweise 0,5 kW über mehrere Stunden. Wärmepumpen, die auch als Heizung dienen, haben eine höhere Leistung und ermöglichen im Frühling und Herbst einen noch höheren Eigenverbrauch. Sinnvoll ist ein ausreichend gross dimensionierter Wärmespeicher, was je nach Situation auch durch die thermische Kapazität der Baumasse erfüllt werden kann.

LUFT-WÄRMEPUMPEN IN KOMBINATION MIT PV-ANLAGEN HABEN EINEN ZUSÄTZLICHEN VORTEIL: SIE BENÖTIGEN WENIGER STROM, JE HÖHER DIE AUSSENLUFTTEMPERATUR IST. LAUFEN WÄRMEPUMPEN TAGSÜBER, ARBEITEN SIE DEUTLICH EFFIZIENTER, ALS WENN SIE NACHTS LAUFEN.

2.2 OPTIMIERUNG HAUSHALTSSTROM

Die Optimierung der anderen Verbraucher im Haushalt kann grundsätzlich auf zwei Arten erfolgen:

- **Von Hand**: Anpassung des Nutzerverhaltens, z.B. indem man die Waschmaschine bei Sonnenschein von Hand einschaltet (Waschmaschine und Geschirrspüler machen bis zu 30% des Haushaltstrombedarfs aus).
- **Automatisch**: Ein Steuergerät verschiebt das Einschalten auf Zeiten mit viel Solarstrom. Zum Beispiel wird die Waschmaschine so programmiert, dass sie automatisch bei genügend Sonnenschein einschaltet. Wird dies konsequent so gehandhabt, erhöht sich der Eigenverbrauch typischerweise um ca. 10%. In Kapitel 3 wird erklärt, wie das genau geht. Abbildung 4 zeigt auf, wie der Eigenverbrauch erhöht werden kann, indem das Waschen vom Abend auf den Mittag gelegt wird.

Kühlen mit der Sonne?

Es ist sinnvoll, auch die Klimaanlage und die Lüftung mit Solarstrom zu betreiben. Kühlschrank und Tiefkühler beanspruchen zusammen 15 bis 30% vom Haushaltsstrom. Es ist grundsätzlich möglich, die Geräte mittels Funksteckdose nur dann freizugeben, wenn überschüssiger Solarstrom vorhanden ist. Dafür sollte die Temperatur der Geräte 1 bis 2 Grad Celsius tiefer eingestellt werden, so dass dem Kühlgut über Nacht eine Kältereserve zur Verfügung steht. Beispielsweise hat Solar-Log eine Programmfunktion für Tiefkühler mit eigener Temperaturüberwachung. Weil die Qualität des Kühlguts bei Temperaturschwankungen leiden kann, ist hier der Einzelfall genau zu prüfen. Auch ist durch weitere technische Massnahmen sicherzustellen, dass eine Maximaltemperatur nicht überschritten wird.

Gewerbebetriebe optimieren die Nutzung ihrer Kühlung aufgrund von Stromangebot und Strompreis. In grossen Betrieben entspricht eine Kältereserve von einem halben Grad unter Umständen bereits einer grossen Energiemenge, die so kostenlos gespeichert werden kann. Kühlt ein Bauernbetrieb z.B. die Milch nicht direkt, sondern im Eiswasserkühlverfahren, kann Eis auf Reserve mit Solarstrom produziert werden.

2 gemäss SIA 385

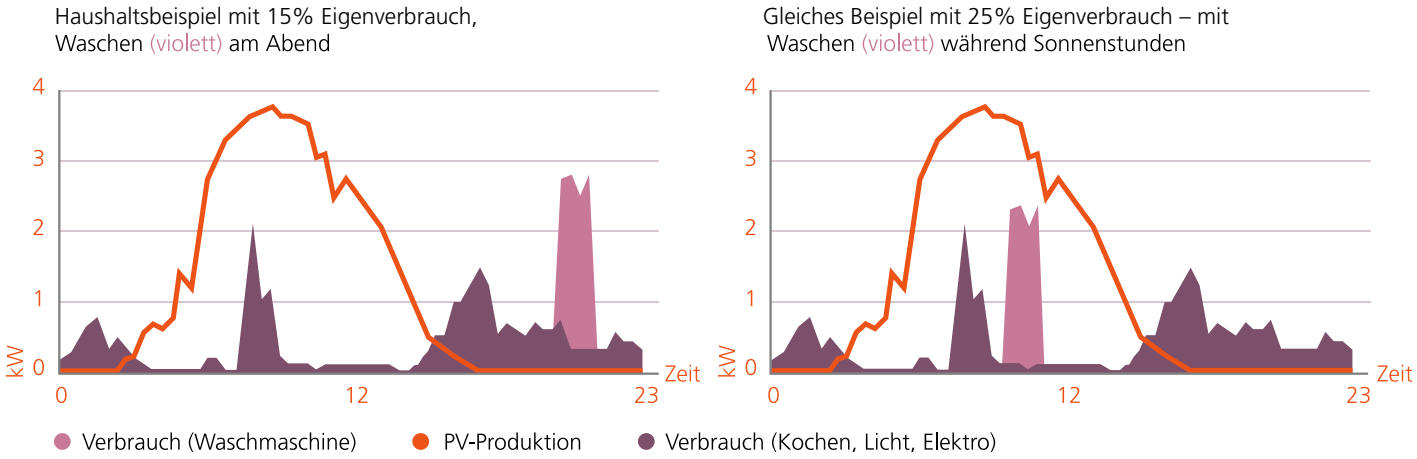

Abbildung 4: Erhöhung des Eigenverbrauchs durch Waschen während Zeiten mit viel Solarstrom (Quelle: VESE).

2.3 OPTIMIERUNG DURCH BATTERIESPEICHER

Eine weitere Steigerung des Eigenverbrauchs kann durch Zwischenspeicherung erreicht werden: dann steht der tagsüber produzierte Solarstrom auch abends und nachts zur Verfügung. Diese Zwischenspeicherung erfolgt in der Regel mit Batterien, welche tagsüber mit Solarstrom aufgeladen werden und abends wieder entladen werden.

Dazu ein Beispiel: Für einen 4-Personen-Haushalt mit einem jährlichen Stromverbrauch von 4500 kWh (bzw. 4,5 MWh) und einer PV-Anlage mit einer Leistung zwischen 3 und 6 kWp Leistung ist ein Batteriespeicher mit einer Speicherkapazität von 4 bis 6 kWh (Grösse ca. die eines kleinen Kühlschranks) angemessen. Damit kann der Eigenverbrauch von 30 auf bis zu 70% erhöht werden (weitere Infos: pvspeicher.htw-berlin.de > Online-Tools > Unabhängigkeitsrechner).

Die Grafik in Abbildung 5 zeigt auf, wie sich der Eigenverbrauchsanteil in Abhängigkeit der Grösse der PV-Anlage und Speichergrösse verhält. Auf der X-Achse ist die Leistung der PV-Anlage im Verhältnis zum Jahresverbrauch in MWh eingetragen, auf der Y-Achse die Speichergrösse in kWh im Verhältnis zum Jahresverbrauch in MWh. Man erkennt, dass bei einer guten Abstimmung beider Parameter aufeinander hohe Eigenverbrauchsgrade erreichbar sind.

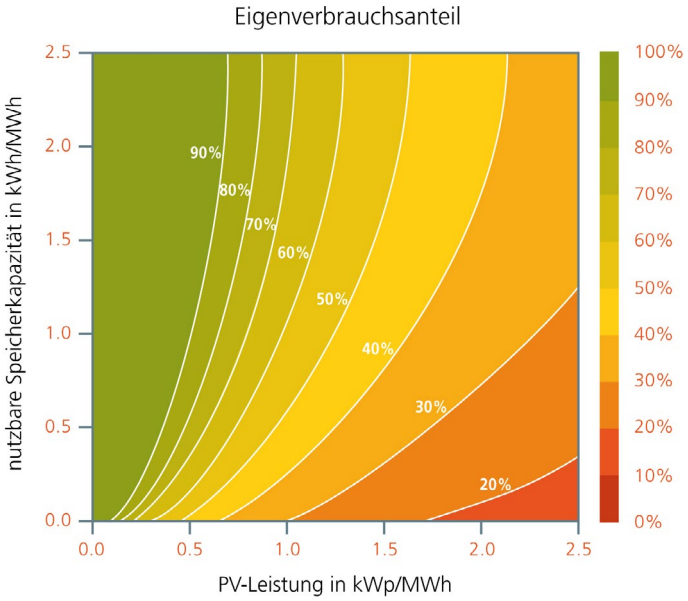

Abbildung 5: Eigenverbrauch in Abhängigkeit von der Batteriekapazität und PV-Anlagenleistung. Beide Werte sind jeweils im Verhältnis zum Jahresverbrauch des Haushalts gesetzt (Quelle: HTW Berlin – http://pvspeicher.htw-berlin.de).

Der Markt für Batteriespeicher ist zurzeit sehr dynamisch. Fast wöchentlich werden neue Speicher vorgestellt und dementsprechend sind viele Modelle auf dem Markt erhältlich. Allgemein sollten folgende Kriterien bei der Wahl eines Batteriespeichers beachtet werden (Details zu diesen Punkten finden Sie in Kapitel 3.3.):

- Technologie
- Speicherkapazität
- Anzahl Ladezyklen
- Einsatzzweck (Wochenendhaus, EFH oder MFH oder Büro)
- Verbrauchsprofil (davon abhängig sind die Grösse sowie gegebenenfalls die Technologie des Speichers)
- Ort, wo die Batterie aufgestellt wird (zu beachten sind der ideale Temperaturbereich der Batterien und die Sicherheit, da gewisse Speicher nicht im Wohnbereich platziert werden sollten).
- Die maximale Leistungsaufnahme und -abgabe des Speichers sollten zu der Leistung der PV-Anlage und deren der angeschlossenen Geräte passen.

Die aktuellen Preise der Batteriespeicher für ein Einfamilienhaus ergeben umgerechnet auf die Lebensdauer Speicherkosten von rund 17 bis 50 Rp/kWh[3]. Hinzu kommt noch der Wert des Solarstroms von ca. 7 Rp (d.h. der Preis, den man alternativ für die Einspeisung bekäme). Dies bedeutet, dass der abends aus dem Speicher bezogene Strom dann 24 bis 57 Rp/kWh kostet. Die Speicherlösungen sind also noch nicht wirtschaftlich oder gerade an der Grenze zur Wirtschaftlichkeit. Aufgrund der zu erwartenden weiteren Preisreduktionen bei den Speichern in den nächsten Jahren kann sich dies zukünftig jedoch ändern.

2.4 OPTIMIERUNGSBEREICH ELEKTROMOBILITÄT

Elektrofahrzeuge sind je nach Modell mit Batteriekapazitäten von 5 bis 100 kWh ausgestattet. Somit steht ein weiterer Verbraucher zur Verfügung, der zur Optimierung des Eigenverbrauchs verwendet werden kann.

Sie können auch als Ersatz oder Ergänzung für einen stationären Batteriespeicher zum Einsatz kommen – insbesondere dann, wenn das Auto tagsüber oft zu Hause oder an einem anderen Ort mit Netzanschluss steht. Man spricht auch von Vehicle-to-Home (V2H), d.h. das Elektroauto wird in ein Smart Home integriert. Dies ist heute bereits standardmässig möglich, verschiedene Hersteller wie Nissan, Mitsubishi und BYD arbeiten in diese Richtung und erste Modelle sind auf dem Markt erhältlich. So bietet die Firma The Mobility House in Deutschland solch ein System an: Hier steuert der Energiemanager sowohl die Verbraucher im Haus als auch das Laden des Elektroautos. Sobald eine gewisse Mindestleistung erreicht wird, fängt die Autobatterie an zu laden. Abends, wenn der Stromverbrauch im Haus steigt, wird der Strom aus der Autobatterie wieder abgegeben. In der Schweiz sind allerdings zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch keine Lösungen für privates bidirektionales Laden erhältlich.

Beim Kauf eines Elektrofahrzeugs sollte man darauf achten, dass das Auto mit dem CHAdeMO-Ladestandard ausgestattet ist. Diese Fahrzeuge sind für das bidirektionale Laden vorbereitet. Aber auch ohne Entladung, bzw. «bidirektionales Laden», trägt ein Elektrofahrzeug, das tagsüber zu Hause mit Solarstrom geladen werden kann, zu einem grossen Teil zur Erhöhung des Eigenverbrauchs bei.

Einen Überblick zu Ladeinfrastrukturen für die Elektromobilität sowie zu Kommunikationsstandards für die Ladeinfrastruktur als Knotenpunkt für die Vernetzung finden Sie hier: www.vese.ch/elektromobilitaet. Zusätzlich wird empfohlen, sich bei der kantonalen Energiefachstelle oder beim zuständigen Energieversorger bezüglich der Vorschriften zu erkundigen.

3 Berechnet sich aus: Preis pro gespeicherte kWh = Investitionskosten / (Nutzbare Batteriespeicherkapazität × Gesamte Anzahl Zyklen × Ladeeffizienz)

2.5 DIE EIGENVERBRAUCHSGEMEINSCHAFT

In einem Mehrfamilienhaus oder einem Bürogebäude können sich mehrere Mieter, Stockwerkeigentümer oder Grundstückseigentümer zu einer Eigenverbrauchsgemeinschaft zusammenschliessen. Wenn diese von der gleichen Solaranlage versorgt werden, erhöht sich aus statistischen Gründen der Eigenverbrauchsanteil, denn der Verbrauch wird so gleichmässiger (z.B. Ausgleich von Ferienabwesenheit etc.). Ein weiterer Vorteil sind die geringeren Investitionskosten pro Kilowatt für grosse Anlagen, wodurch der Preis pro kWh gegenüber einer Anlage für einen einzelnen Haushalt sinkt.

Es sind verschiedene Umsetzungsmodelle möglich, je nachdem wer die Anlage betreibt. Das kann der Eigentümer der Liegenschaft oder eine dritte Partei wie eine Solargenossenschaft oder der lokale Stromversorger (so genanntes Energie-Contracting) sein. Der Preis, den der Betreiber pro kWh festsetzt, orientiert sich an den Gestehungskosten der PV-Anlage. Die Abrechnung erfolgt entweder durch die Betreiber selbst oder einen Dienstleister, der auch für den Betrieb und die Auslesung der Messzähler sorgt.

Abbildung 6 zeigt, wie die Mieter einer Eigenverbrauchsgemeinschaft mit Strom von der PV-Anlage auf dem Dach und aus dem Netz versorgt werden, sowie die erforderlichen Messeinrichtungen.

Bevor Eigenverbrauchsgemeinschaften realisiert werden, sollte unbedingt abgeklärt werden, welche Tarife für sie gelten. Unter Umständen gelten für solche PV-Anlagen andere Tarife (z.B. Leistungstarife), die sich negativ auf die Wirtschaftlichkeit auswirken.

Hintergrunddokumente für die Umsetzung von Eigenverbrauchsgemeinschaften sind hier aufgeführt:

www.vese.ch/evg
www.energieschweiz.ch/eigenverbrauch

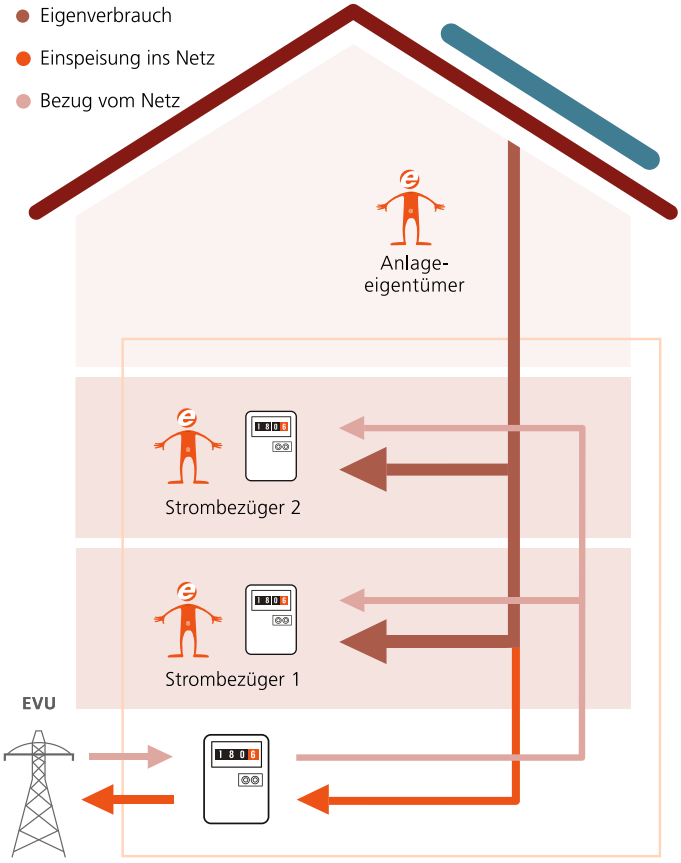

Abbildung 6: Stromflüsse und Messeinrichtung in einem Mehrfamilienhaus Haus mit Eigenverbrauch (Quelle: BFE / VESE).

2.6 SOLARSTROM IM «SMART HOME» UND «SMART OFFICE»

«Smart Home» bzw. «Smart Office» dienen als Oberbegriffe für technische Verfahren und Systeme in Wohnräumen, Wohnhäusern und Büros. In deren Mittelpunkt stehen die Erhöhung von Wohn-, Lebens- und Arbeitsqualität, die Sicherheit und eine effiziente Energienutzung durch Vernetzung der Geräte sowie automatisierbare Abläufe. Abwesenheitsschaltungen ermöglichen beispielsweise Energieeinsparungen im Wärmebereich. In diesem Kontext ist auch die Ansteuerung von energieverbrauchenden Geräten je nach Energieverfügbarkeit und -tarif möglich. Die Optimierung vom Solarstrom-Eigenverbrauch ist ein Teilaspekt. Büros und Produktionsbetriebe sind aufgrund ihres Lastprofils prädestiniert für einen hohen Eigenverbrauch und erreichen oft einen höheren Eigenverbrauchsanteil als Ein- und Mehrfamilienhäuser.

Für eine umfassende Übersicht zum Smart Home siehe: www.dcti.de > Publikationen > DCTI Green Guides > SmartHome 2015

2.7 ERREICHBARE EIGENVERBRAUCHSANTEILE

Im Haushalt

Je nach Anzahl und Art der Geräte, die bei der Optimierung des Eigenverbrauchs eingebunden werden, können unterschiedlich hohe Eigenverbrauchsanteile erreicht werden. Abbildung 7 zeigt in der Praxis erreichbare Anteile für verschiedene Konstellationen.

In kleinen und mittleren Unternehmen (KMU)

In Gewerbebetrieben und KMU ist das Eigenverbrauchspotenzial sehr individuell, je nachdem, wann und welche Art Stromverbraucher benutzt werden. Generell kann jedoch aufgrund der hohen Tageslast ein hoher Eigenverbrauchsanteil erreicht werden, meistens höher als im Wohnbereich. Falls eine regelmässige und hohe Tageslast vorliegt, kann auch bei einer relativ grossen PV-Anlage ein hoher Eigenverbrauch von mehr als 50% erreicht werden. Dies sind zum Beispiel Produktionsbetriebe mit hoher Automation und Wochenendschicht, Büros, Gemeinschaftsküchen und Einkaufzentren. Mit eigenverbrauchsoptimierten PV-Anlagen, welche nur einen Teil des Jahresverbrauchs abdecken, kann sogar ein Eigenverbrauchsanteil bis zu 100% erreicht werden. Wird am Wochenende nicht gearbeitet, liegt der Eigenverbrauchsanteil erfahrungsgemäss bei 60 bis 80%.

Ebenfalls interessant sind Heimbetriebe, also Altersheime und Spitäler mit hohem Verbrauch tagsüber während sieben Tagen pro Woche. Ein Altersheim mit einem Stromverbrauch von 300'000 kWh jährlich kann von einer 100 kWp-Anlage über 90% des Stroms zeitgleich vor Ort konsumieren. Landwirtschaftliche Betriebe mit mehreren Gebäuden und Kühlgeräten z.B. für Milch, Obst oder Gemüse können insgesamt auch zu einem hohen Eigenverbrauch (oftmals 50 bis 80%) führen.

Unternehmen mit einen Stromverbrauch von mehr als 100 MWh/a können ihren Strom auf dem freien Markt einkaufen. Nach Addieren der Gebühren für die Netznutzung und Abgaben entsprechen die Gesamtkosten pro kWh ungefähr dem Gestehungspreis aus einer grösseren Photovoltaikanlage (ab ca. 100 kWp, 10 bis 13 Rp/kWh). Falls ein genügend hoher Eigenverbrauchsanteil erreicht wird, können somit PV-Anlagen auch für Betreiber mit freiem Marktzugang wirtschaftlich sein.

Weitere Informationen dazu können Sie in der EnergieSchweiz-Broschüre «Solarstrom Eigenverbrauch: Neue Möglichkeiten für Unternehmen» finden (www.energieschweiz.ch/eigenverbrauch).

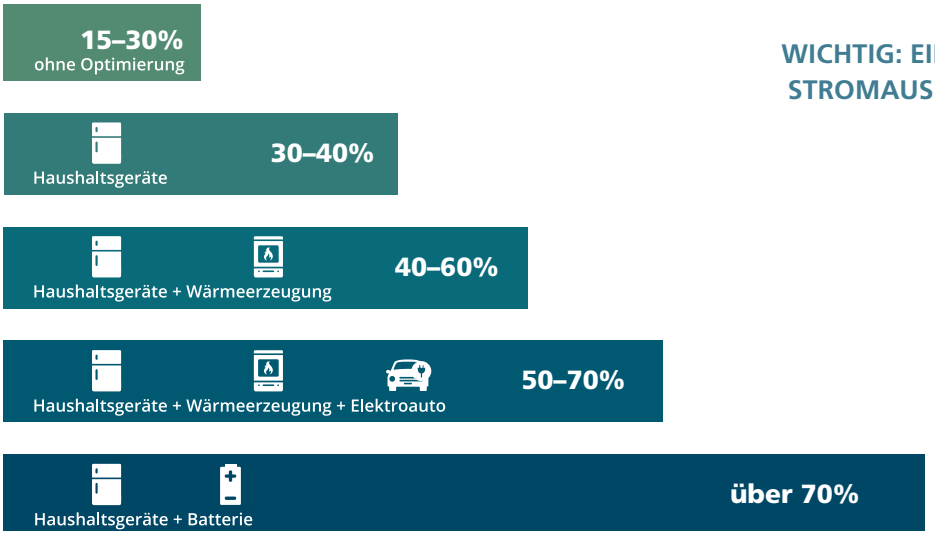

Abbildung 7: Richtwerte für die erreichbaren Eigenverbrauchsanteile in Abhängigkeit der optimierten Gerätegruppen. Weitere Konstellationen sind ebenfalls möglich und können zu noch höheren Eigenverbrauchsanteilen führen (Quelle: VESE).

WICHTIG: EINE PV-ANLAGE KANN IM FALLE EINES STROMAUSFALLS NICHT ALS UNTERBRECHUNGSFREIE STROMVERSORGUNG DIENEN.

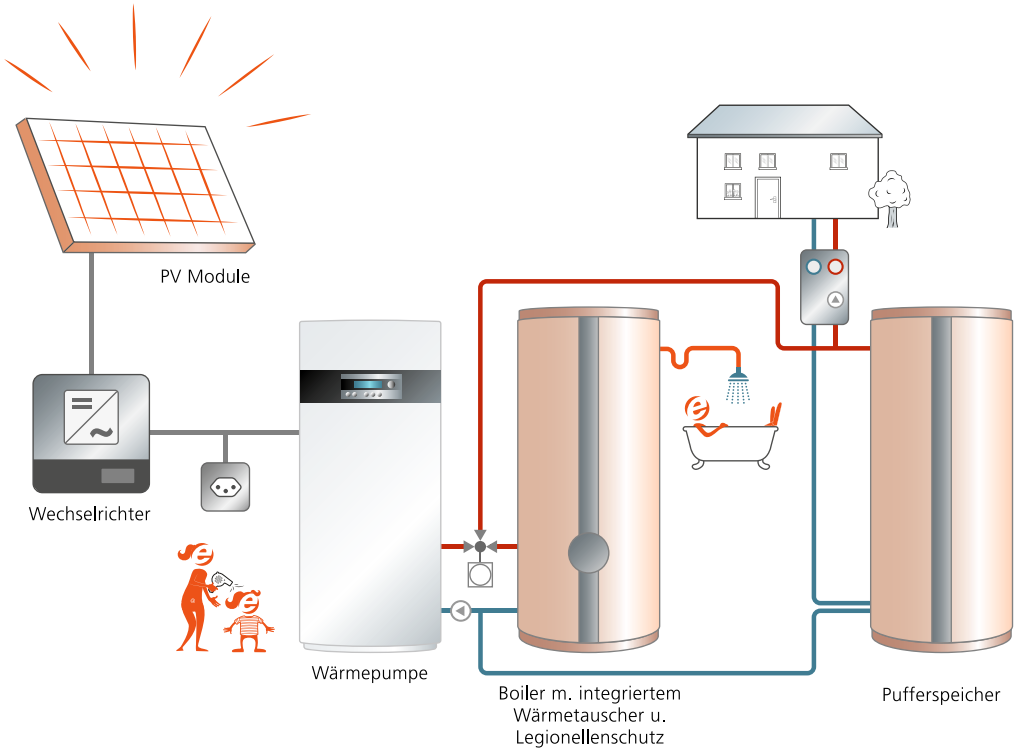

Abbildung 8: Hydraulisches Anschlusskonzept Wärmepumpe mit PV-Anlage (Quelle: VESE).

3 KONZEPTE UND STEUERUNGEN, GERÄTEÜBERSICHT

Die nachstehenden Angaben richten sich in erster Linie an Planer und Installateure, die eine Anlage konzipieren, aber auch an technikversierte Laien. Wer lediglich sein Verständnis des Eigenverbrauchs erhöhen will, kann Kapitel 3 überspringen und direkt zu Kapitel 4 «Fünf Schritte zu höherem Eigenverbrauch» übergehen.

Folgende Technologien und ihre grundsätzlichen Steuerungskonzepte sind in der Praxis im Einsatz:

1. Wärmepumpen
2. Solarwechselrichter
3. Batteriespeicher
4. Separate Steuergeräte
5. «Smart Home»

Die folgenden Kapitel geben eine Übersicht der auf dem Markt erhältlichen Geräte, zugehörige Steuerungskonzepte und Anwendungsmöglichkeiten.

Hinweis:
Der Markt für Geräte zur Eigenverbrauchsoptimierung ist sehr dynamisch, die in den folgenden Tabellen gemachten Aussagen sind deshalb vor Planung und Ausführung zu überprüfen. Die Informationen in den Tabellen können die Realität nicht vollständig abbilden, da monatlich neue Geräte auf den Markt kommen. Es wurde aber Wert auf einen umfassenden Überblick der technischen Möglichkeiten (Stand Herbst 2017) gelegt.

3.1 WÄRMEPUMPEN

Eine Wärmepumpe kann mit einer Photovoltaikanlage nicht autark betrieben werden, da sie ganzjährig Strom benötigt, insbesondere in den sonnenarmen Wintermonaten für den Betrieb der Heizung. Von Dezember bis Februar produziert die Photovoltaikanlage je nach Standort jedoch nur einen geringen Teil (ca. 10 bis 15%) der Jahresenergie. Trotzdem kann mit einem Energiemanagementsystem der Eigenverbrauch durch eine Wärmepumpe deutlich erhöht werden.

Erhöhung des Eigenverbrauchs

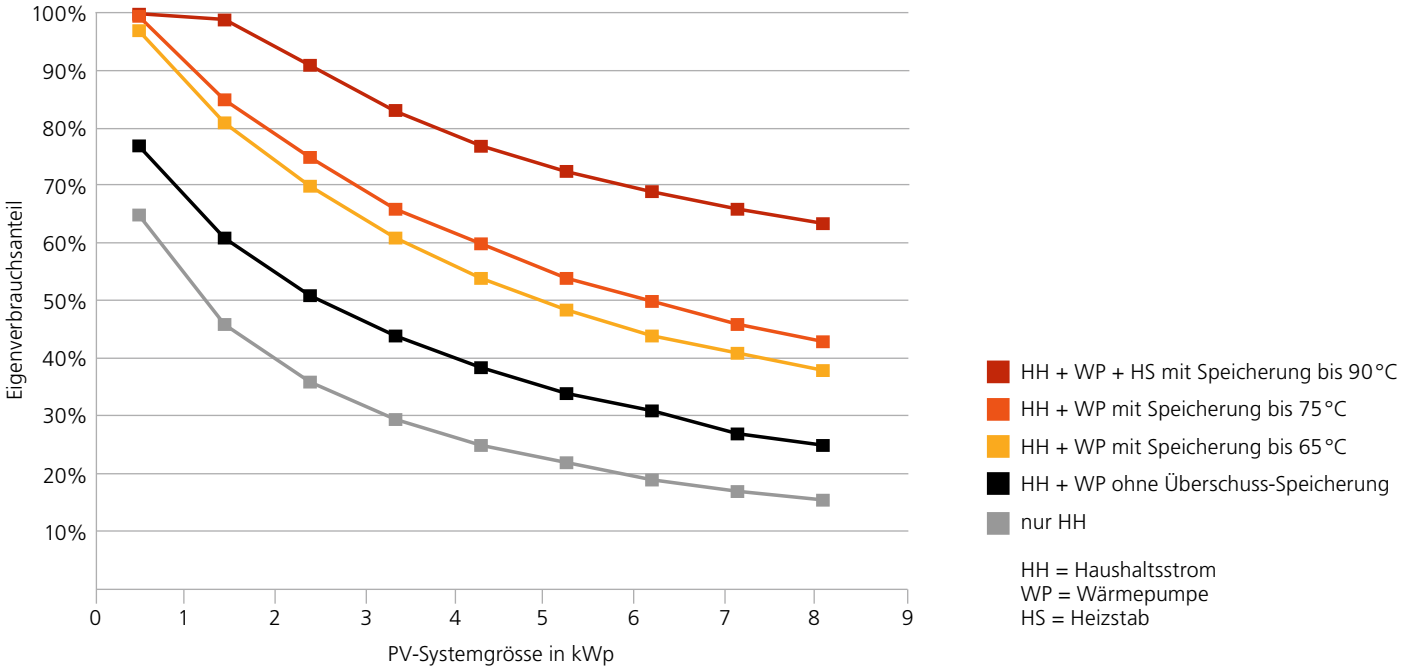

Abbildung 9: Weitere Erhöhung Eigenverbrauchsanteil durch Temperaturüberhöhung. Deutlich sieht man, dass durch höhere Temperaturen im thermischen Zwischenspeicher die Höhe des Eigenverbrauchsanteils gesteigert werden kann. Bei einem solchen Vorgehen sind unbedingt die Herstellervorschriften zu beachten (Quelle: T. Tjaden, HTW Berlin, 2013).

Durch eine Optimierung wird die Wärmepumpe automatisch eingeschaltet, wenn die PV-Anlage genügend Leistung produziert, so dass ein grösserer Anteil des Warmwassers und/oder der Heizenergie mit Eigenstrom erzeugt werden kann. Insbesondere der Anteil für das Brauchwarmwasser erhöht den Eigenverbrauch deutlich.

Hydraulische Anschlusskonzepte

Abbildung 8 zeigt ein typisches hydraulisches Anschlusskonzept. Damit der Solarstrom optimal genutzt werden kann, empfiehlt sich ein thermischer Pufferspeicher. Mit dem nicht sofort verbrauchten PV-Strom wird Wasser mit der Wärmepumpe erhitzt und im Pufferpeicher zwischengelagert. Bei der Einbindung empfiehlt es sich, einen schichtenden Speicher zu verwenden bzw. darauf zu achten, dass das Wasser im Speicher bei der Beladung durch die Wärmepumpe nicht zu stark durchmischt wird. Eine gute Schichtung erhöht den Wirkungsgrad (COP) der Wärmepumpe erfahrungsgemäss um einige Zehntel. Siehe dazu auch das Projekt «CombiVolt» des Instituts für Solartechnik SPF.

Eine weitere Steigerung des Eigenverbrauchs ist möglich, wenn die Wärmepumpe mit Temperaturüberhöhung betrieben wird: also wenn z.B. der Wasserzwischenspeicher auf höherer Temperatur betrieben wird als notwendig und/oder Wärmeenergie im Betonkern («Betonkernaktivierung») oder in der allgemeinen Gebäudemasse («Raumtemperaturüberhöhung», z.B. auf 21 oder 22 Grad Celsius) gespeichert wird. Siehe dazu Abbildung 9. Allerdings muss beachtet werden, dass sich mit steigender Wärmepumpentemperatur der Wirkungsgrad (COP) der Wärmepumpe verschlechtert.

Steuerungen (Kommunikation)

In der Praxis werden hauptsächlich zwei Möglichkeiten zur Kommunikation der Wärmepumpe mit dem Wechselrichter eingesetzt:

- Verbindung Wechselrichter und Wärmepumpe mit einem Kabel. Der potentialfreie Schaltkontakt des Wechselrichters sendet bei genügend hoher Solarstromproduktion ein Signal an die Wärmepumpe. Diesem Signal liegt ein fest eingestellter Leistungswert der Photovoltaikanlage zu

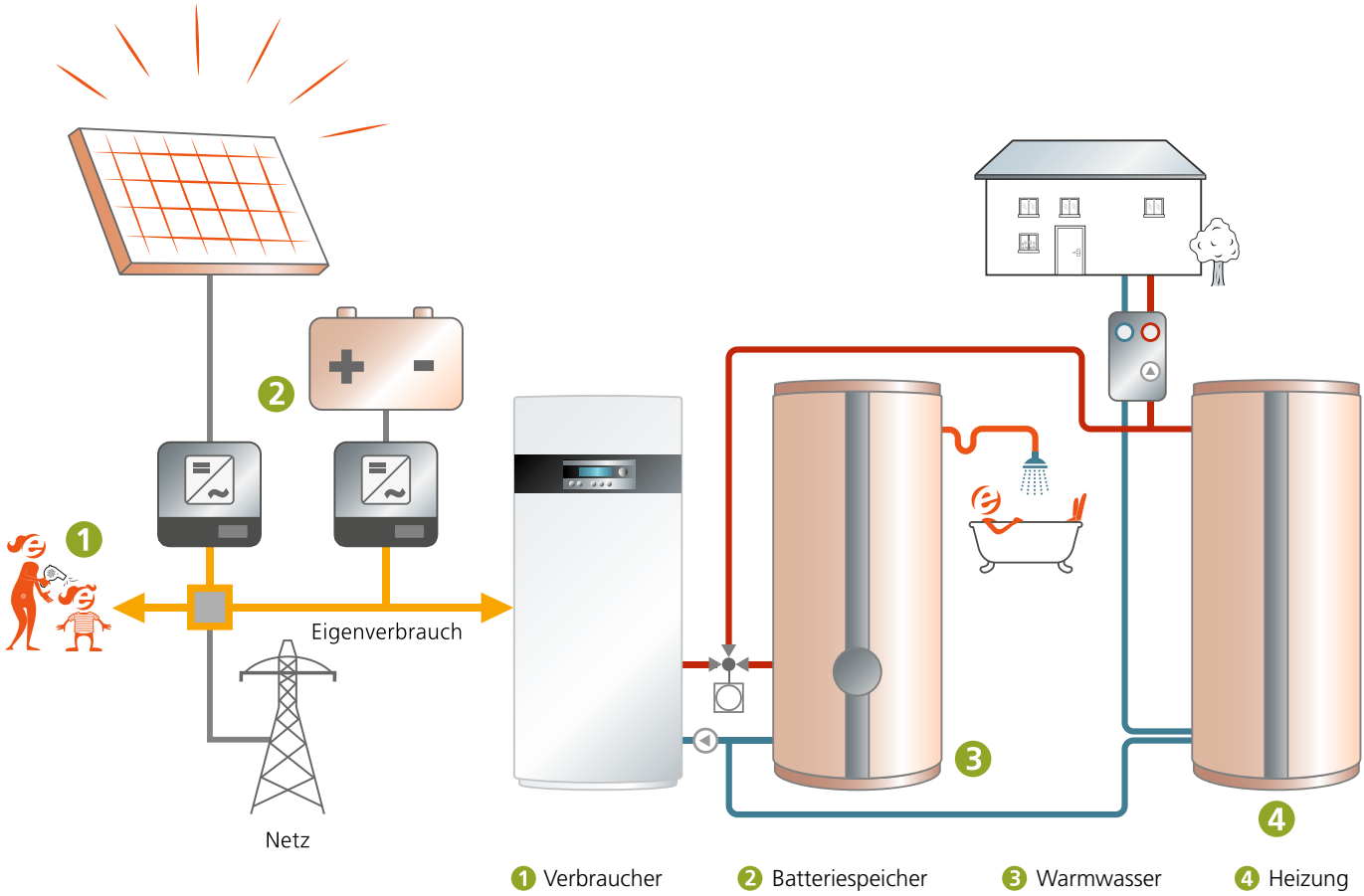

Abbildung 10: PV-System mit Batteriespeicher, Warmwasserspeicher und Wärmepumpe mit SG-Ready-Schnittstelle. Die Nummerierung gibt die mögliche Reihenfolge an, mit der die Komponenten als Speicher für Solarstrom vom Energiemanagement genutzt werden können (Quelle: VESE).

Grunde. Der Leistungswert beinhaltet den Bedarf der Haushaltsgeräte und der Wärmepumpe. Aufgrund dieses fixen Leistungswerts kann der Solarstrom allerdings nicht optimal genutzt werden.

- Die Optimierung des Eigenverbrauchs wird mit der Schnittstelle SG Ready (SG = Smart Grid) der Wärmepumpe erreicht. Dabei handelt es sich um eine Schnittstelle, über welche vier Betriebszustände vorgegeben werden können.
  1. Abschalten (max. 2 h),
  2. Empfehlung für Normalbetrieb,
  3. Empfehlung verstärkter Betrieb (z.B. Temperaturüberhöhung, der WP-Regler entscheidet dies),
  4. Einschalten, wenn irgend möglich.

Die Steuerung der Schnittstelle erfolgt entweder durch den Wechselrichter oder durch eine der folgenden Komponenten:

- Smart Meter: Die elektrische Leistungsfähigkeit der Wärmepumpe wird eingestellt und dient als Schaltkriterium. Der Smart Meter misst den Strom, der nach Versorgung aller anderen Verbraucher übrig bleibt.
- Energiemanagementsystem: Ein solches System erlaubt eine weitere Steigerung des Eigenverbrauchs. Darin können einzelne Verbraucher wie Waschmaschine, Tumbler oder Wärmepumpe mit ihrem Betriebsprofil hinterlegt und z.B. über Funksteckdosen oder die SG-Ready-Schnittstelle eingeschaltet werden. Aufgrund von Wetterdaten erstellt das System Ertragsprognosen und entscheidet (sogenannte antizipierende Regelung), wann welcher Verbraucher, inkl. der Wärmepumpe, zugeschaltet werden kann.

Heizstab als Ergänzung oder Alternative zur Wärmepumpe

Warmwasser kann auch mit Heizstäben erzeugt werden. Diese funktionieren wie ein grosser Tauchsieder und werden direkt in den Boiler eingebaut. Die energetische Effizienz beträgt allerdings nur ca. 1/3 einer Wärmepumpe. Die Anschlussleistung beträgt meistens zwischen 1 und 10 kW.

Steuerungskonzepte:

a) «Ein-Aus-Steuerung»: der Heizstab wird entweder mit 100%-Leistung aktiviert oder abgeschaltet (z.B. durch Wechselrichtersignal)
b) «PWM-oder Sinus-Steuerung»: Hier kann der Heizstab normalerweise zwischen 5% und 100% seiner Nennleistung betrieben werden. Solche Steuerungen, die zwischen Wechselrichter und Heizstab geschaltet werden, haben mehrere Hersteller im Angebot. Es ist darauf zu achten, dass der Wechselrichter oder der Eigenverbrauchsmanager einen entsprechenden Ausgang zur Ansteuerung des Heizstabs hat. Als Alternativen zur «PWM-Steuerung» werden auch Phasenanschnitts- oder Phasenabschnittsschaltungen angeboten. Da sie Netzstörungen verursachen können, sind sie allerdings nicht empfehlenswert.

Beispiel: Eine 5-kWp-PV-Anlage produziert zu einem bestimmten Zeitpunkt 2 kW «Überschussstrom», der Heizstab hat eine Leistung von 3 kW. Würde man den Heizstab jetzt zu 100% einschalten («Ein-Aus-Steuerung»), so würden zusätzlich aus dem Netz 1 kW bezogen (3-kW-Heizstableistung; 2-kW-Solarstromleistung). Mit einer PWM-Steuerung könnte man den Heizstab mit 66% seiner Nennleistung betreiben, d.h. seine Aufnahmeleistung wäre dann ca. 2 kW, damit wäre der Solarstrom optimal ausgenutzt.

→ *Achtung: Die elektrische Erwärmung des Warmwassers ist nicht überall zugelassen und kann vom lokalen Energieversorger mit einer Sperre unterbunden werden. Es wird daher empfohlen, sich bei der kantonalen Energiefachstelle oder beim zuständigen EW bezüglich der Vorschriften zu erkundigen. Eine mögliche Lösung: Beim Energieversorger anfragen, ob die EW-Sperre aufgehoben werden kann (Hinweis: sicherstellen, dass der Boiler nicht tagsüber mit Netzstrom beladen wird).*

Zur Ansteuerung der Wärmepumpe durch den Wechselrichter eignet sich eine Smart Relais Box als Schalter. SG Ready wird von allen namhaften Wärmepumpenherstellern angeboten.

Abbildung 10 zeigt ein Beispiel für ein System, bei welchem der direkte Eigenverbrauch mit einer Batterie und einer Wärmepumpe zur Eigenverbrauchsoptimierung kombiniert wird. Mit solchen Systemen können sehr hohe Eigenverbrauchsanteile erreicht werden, die Ziffern in Abbildung 10 geben dabei die Reihenfolge an, in der ein Eigenverbrauchsmanager (in der Abbildung nicht dargestellt) die einzelnen Geräte ansteuern kann. PV-Strom wird also hier zuerst direkt verbraucht, der dann noch vorhandene Strom in der Batterie gespeichert und dann noch allfällig vorhandener PV-Strom mit Hilfe der Wärmepumpe als heisses Wasser gespeichert. Dieses Heisswasser kann dann abends zur Raumheizung und als Warmwasser genutzt werden.

Kühlen mit Wärmepumpen
Wärmepumpen können nicht nur heizen, sondern auch kühlen, falls sie so konzipiert sind. Dies macht insbesondere dann Sinn, wenn eine Photovoltaikanlage im System integriert ist. Dann kann das Gebäude bei ausreichender PV-Produktion ohne Strom vom Netz gekühlt werden. Es gibt zwei Möglichkeiten dafür:

- **Aktiv kühlen**: mit Luft/Wasser-Wärmepumpen, Verdichter ist in Betrieb und wird mit Solarstrom betrieben
- **Passiv kühlen**: mit Sole/Wasser-Wärmepumpen, Verdichter ist ausser Betrieb, Kühlung erfolgt nur mit Umwälzpumpe

Modulierende Wärmepumpe
Sogenannte «modulierende» oder auch «Inverter-Wärmepumpen» genannte Geräte enthalten eine elektronische Drehzahlregelung des Kompressors. Die Wärmeleistung wird hier dem effektiven Bedarf bzw. dem Solarenergieangebot angepasst. Daraus resultieren weniger Ein-/Ausschalt-Zyklen, längere Laufzeiten und damit ein tendenziell höherer Eigenverbrauch. Die modulierenden Wärmepumpen liegen preislich etwas höher, diese Mehrinvestition zahlt sich aber in der Regel schnell aus.

3.2 SOLAR-WECHSELRICHTER

Fast alle neuen Solar-Wechselrichter-Serien haben einen Relaisausgang, mit dem ein Haushaltgerät (z.B. eine Waschmaschine) freigegeben werden kann.

Es kann entweder eine Einschalt- und Ausschaltleistung festgelegt werden (z.B. bei Solarleistung 2500 W ein / 2000 W aus); oder wenn die Einschaltleistung für x Minuten überschritten wird, wird das Freigabesignal für y Minuten aufrechterhalten (z.B. 2 Minuten über 2000 W abwarten, dann 60 Minuten Freigabe).

Hat ein Verbraucher keinen Steuerungseingang, kann eine vorgesetzte Schaltvorrichtung die Stromversorgung unterbrechen, wie in Abbildung 11 gezeigt: Der Wechselrichter steuert einen Schalter an, welcher die Stromzufuhr für die Geräte unten abschalten kann. Rechts neben diesem Schalter befindet sich noch ein Handschalter, welcher es erlaubt, die Geräte manuell zu aktivieren.

Waschmaschinen und Geschirrspüler setzen ihr Programm nach einem Stromunterbruch fort; dies ist üblicherweise im Hinblick auf Mittagssperrzeiten so vorgesehen, muss im Einzelfall aber unbedingt geprüft werden. Zusätzlich muss das

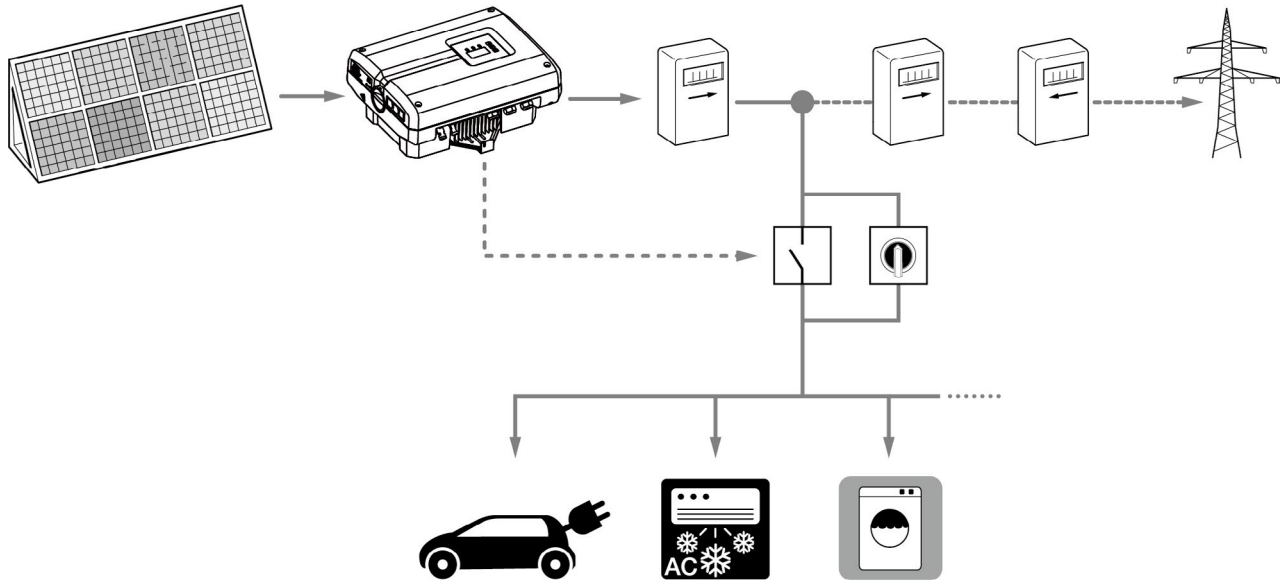

Abbildung 11: Vorgesetzte Schaltvorrichtung (Quelle: Kostal).

Programm vorgängig eingestellt werden. Da dies z.B. morgens vor der PV-Freigabe erfolgt, ist ein manueller Überbrückungsschalter zweckmässig: Überbrückungsschalter ein, Gerät programmieren, Überbrückungsschalter aus, warten auf Freigabe von PV.

Vorteil: Ausser der Verkabelung entstehen keine Mehrkosten.
Nachteil: Diese einfache Schaltung hat keine Intelligenz, die verhindert, dass bei bereits hohem Stromverbrauch (z.B. zum Kochen) zugeschaltet wird und Strom vom Netz bezogen wird (dies kann durch ein für viele Wechselrichter erhältliches, zusätzliches Leistungsmessgerät vermieden werden).

In Tabelle 2 wird eine nicht abschliessende Auswahl an Wechselrichtern und ihren wichtigsten Parametern gegeben (Stand: Herbst 2017). Dabei ist zu beachten, dass die Daten Herstellerangaben sind.

Wechselrichter

Produkt	Piko 3.0 bis Piko 20	Symo / Galvo / Primo	Sunny Boy / Tripower
Anbieter	KOSTAL Solar Electric GmbH	Fronius International GmbH	SMA Solar Technology AG
Link	www.kostal-solar-electric.com	www.fronius.com	www.sma.de
Optimierungsbereich	Haushalt / Wärme	Haushalt / Wärme	Haushalt / Wärme
interne Relais	1	1	1
Kommunikation	2 x LAN, RS-485, S0, Piko-Sensor, 4 x Analog	Modbus RTU und TCP, RS-485, S0, Multifunktions-Stromschnittstelle, 6xDigital-In, 4xDigital-Out (shared Schnittstelle, gesamt 10xIO), WLAN, LAN, 2 X RS-422 für Fronius Solar-Net	RS-485, Bluetooth, Speedwire, Modbus
Einschaltlogik	Einschaltleistung, stabiles Überschreiten	Einschaltleistung, stabiles Überschreiten	Einschaltleistung, stabiles Überschreiten
Ausschaltlogik	Ausschaltleistung oder Laufzeit	Ausschaltleistung, Laufzeitvorgabe	Laufzeit
Bemerkungen	Zusammen mit einem Piko BA Sensor (nicht bei Piko 3.0) ist Schalten gemäss Rückspeiseleistung statt WR-Leistung möglich.	Mit ext. Stromzähler (S0-Bus) Berücksichtigung der Rückspeiseleistung. 12-V-Digitalkontakt, direkter Datenaustausch mit Loxone Miniserver, erweiterbar mit Fronius Smart Meter.	Int. Relais («Multifunktionsrelais») u.a. auch als Störmelderelais konfigurierbar.

Tabelle 2: Wechselrichter mit integriertem Eigenverbrauchsmanagement.

Blueplanet / Powador	SolarEdge Wechselrichter	Fronius Symo Hybrid
KACO new energy GmbH	SolarEdge Technologies Inc.	Fronius International GmbH
www.kaco-newenergy.com	www.solaredge.com	www.fronius.com
Haushalt / Wärme	Haushalt / Wärme	Haushalt / Wärme
1	0	1
Ethernet, USB, RS-485/Modbus, optional: S0	Ethernet, RS-485, optional: ZigBee, WLAN	Modbus TCP, RS-485, S0, Multifunktions-Stromschnittstelle, 6xDigital-In, 4xDigital-Out (shared Schnittstelle, gesamt 10x10), WLAN, LAN
Einschaltleistung, stabiles Überschreiten	Einschaltleistung, nach Zeitplan	Einschaltleistung, stabiles Überschreiten, Regeln auf Zielgrösse
Ausschaltleistung oder Laufzeit	Minimale Laufzeit, Zielzeit, bis zu der das Gerät x h laufen musste	Ausschaltleistung, Laufzeitvorgabe, Regeln auf Zielgrösse
Eigenverbrauchssteuerung («Priwatt»), in allen Geräten bis 50 kW, Relaiskontakt entweder als «Priwatt» oder als Störmeldekontakt konfigurierbar.	Via ZigBee: Funksteckddosen, Heizstabregler, Schaltkontakt, AC-Relais mit Zähler, 1 ZigBee-Modul kann max. 10 Geräte steuern, manche Optimierungen bedingen Anschluss des optionalen SolarEdge-Modbus-Zählers.	Notstrombetrieb möglich (1- und 3-phasig, auch gemischt), integrierter Batteriemanager (DC-Kopplung), integrierter Energiemanager, Möglichkeit «Rückwärtsbetrieb» (Wechselrichter nimmt Energie aus dem Wechselstromnetz auf und lädt damit die Batterie). Hinweise: AC-Ausgangsleistung geringer als DC-Eingangsleistung, «Regeln auf Zielgrösse» bedingt Fronius Smart Meter.

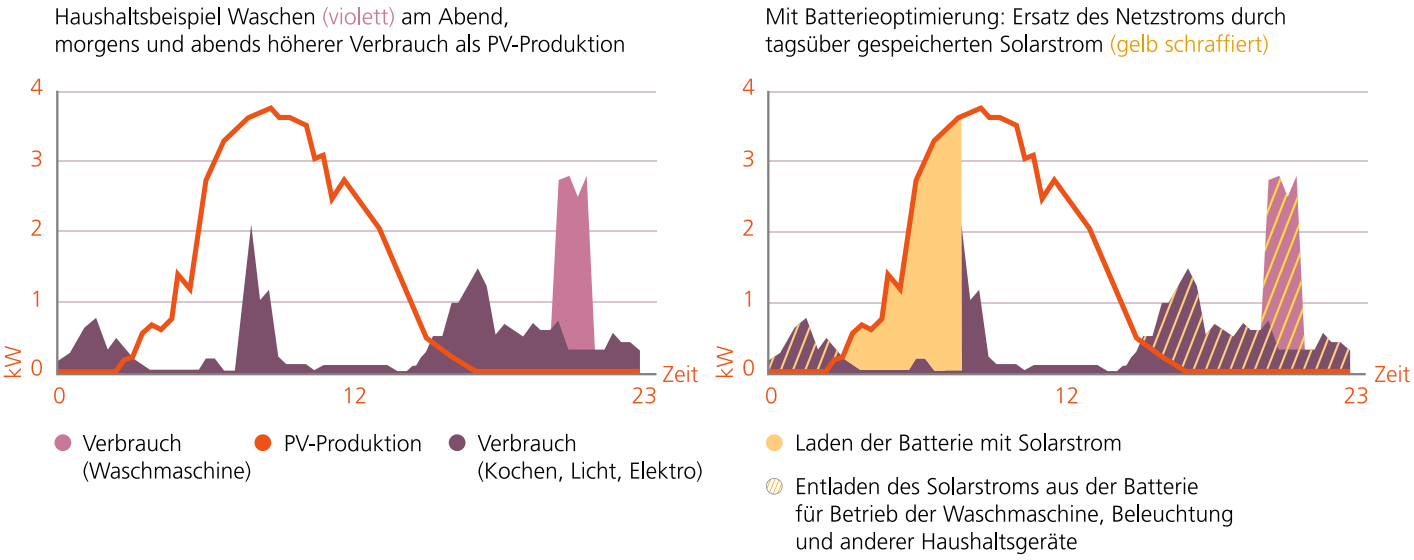

Abbildung 12: Erhöhung des Eigenverbrauchs mittels dem Einsatz einer Batterie. Hinweis: Hier wird ein beispielhafter Batterieladeverlauf gezeigt. In der Praxis können Batterien auch auf netzoptimiertes Laden (d.h. über den Tag verteilt) programmiert werden (Quelle: VESE).

3.3 ANSCHLUSS EINES BATTERIESPEICHERS

Der Eigenverbrauchsanteil des produzierten Stroms kann durch den Gebrauch eines Batteriespeichers signifikant erhöht werden, wie in Abbildung 12 illustriert wird. Die Speicherung des Solarstroms war bisher sehr kostenintensiv. Aufgrund sinkender Batteriepreise, sinkenden Rückliefertarifen und regional steigenden Strompreisen wird diese aber zunehmend wirtschaftlich interessant.

Es sind verschiedene Batterietechnologien auf dem Markt, wobei die Lithium-Ionen-Batterie ca. 80% der Neuinstallationen ausmacht. Ebenfalls verwendet werden Blei-, Natrium-Schwefel-, Nickel-Cadmium- und Redox-Flow-Batterien.

WAS MUSS BEI DEN BATTERIESPEICHERN BEACHTET WERDEN?

Lebensdauer, Anzahl Zyklen, nutzbare Speicherkapazität und Energiedichte

Ein Zyklus entspricht der Entladung der Batterie bis zu einer definierten Entladetiefe (in Prozent der Speicherkapazität) und dem anschliessenden Wiederaufladen bis zu einer definierten Ladespannung.

Die Lebensdauer einer Batterie kann zum einen kalendarisch in Anzahl Jahren angegeben werden oder aber in Anzahl Zyklen. Die kalendarische Lebensdauer eines Batteriespeichers bezeichnet die Haltbarkeit der Batterie und ist eine theoretische Angabe. Wird ein Batteriespeicher weder entladen noch geladen, besitzt er nach Ablauf der kalendarischen Lebenszeit noch 80% der ursprünglichen Nennleistung. Die kalendarische Lebensdauer hängt von Temperatur und Ladezustand ab und liegt für Lithiumspeicher bei 10 bis 20 Jahren, für Bleibatterien bei 5 bis 10 Jahren.

Investitions- und Speicherkosten

Technologie	Kalendarische Lebensdauer # Jahre	Lebensdauer in # Zyklen	Investitionskosten (nur Batterie) CHF/kWh	Speicherkosten CHF/kWh[4]
Blei	5–10	500–2000	200–400	0,17–1,30
Lithium-Ionen	10–20	4000–6000	800–1600	0,17–0,50

Sicherheit

Lithiumbatterien sind brennbar, daher unbedingt Sicherheitsempfehlungen beachten! Es ist wichtig, den richtigen Standort für die Batterie zu wählen, der die geeigneten Voraussetzungen (Temperatur, Luftfeuchtigkeit etc.) bieten kann.

Die ideale Betriebstemperatur von Lithiumbatterien liegt bei 20 bis 40 Grad Celsius, bei Bleibatterien bei 10 bis 30 Grad Celsius. Der Batteriespeicher sollte aus Sicherheitsgründen nicht an einem publikumsreichen Ort aufgestellt werden (z.B. im Eingangsbereich des Wohnhauses).

Wichtiger ist die Lebensdauer in Anzahl Zyklen, die von den Herstellern für jede Batterie angegeben wird. Nach Erreichen dieser Anzahl Zyklen hat die Batterie noch 80% ihrer Nennkapazität und kann noch immer benutzt werden. Lithiumbatterien weisen eine geringe Abnutzung auf und können 4000 bis 6000 Zyklen erreichen, gewisse Technologien erreichen über 6000 Zyklen. Bei Bleibatterien hingegen liegt die Anzahl Zyklen bei 500 bis 2000, neueste Modelle erreichen bis zu 4000 Zyklen. Die Zyklenzahl hängt nicht nur von der Technologie, sondern auch von der Batteriequalität und dem Betriebsmodus ab.

Eine Batterie sollte nicht zu 100% entladen werden, da die sogenannte Tiefentladung der Batterie schadet. Daher spricht man von der nutzbaren Speicherkapazität einer Batterie. Bei Lithiumbatterien liegt diese bei 80 bis 90%, Bleibatterien hingegen sind empfindlicher und sollten nur zu ca. 50% entladen werden.

Die Energiedichte einer Batterie besagt, wieviel Energie pro Masse gespeichert werden kann. Sie beträgt bei Lithiumspeichern je nach Technologie 80 bis 250 Wh/kg und bei Bleibatterien 30 bis 50 Wh/kg. Je höher diese Zahl ist, desto geeigneter ist die Batterie für das Elektroauto. Bei stationären Anwendungen ist hingegen eine hohe Energiedichte weniger entscheidend. Eine Übersicht zu den Sicherheitsnormen für Lithiumspeicher und wichtige Fragen für einen Kauf finden sich auf: www.vese.ch/batteriespeicher.

4 Berechnet sich aus: Preis pro gespeicherte kWh = Investitionskosten / (Nutzbare Batteriespeicherkapazität × Gesamte Anzahl Zyklen × Ladeeffizienz)

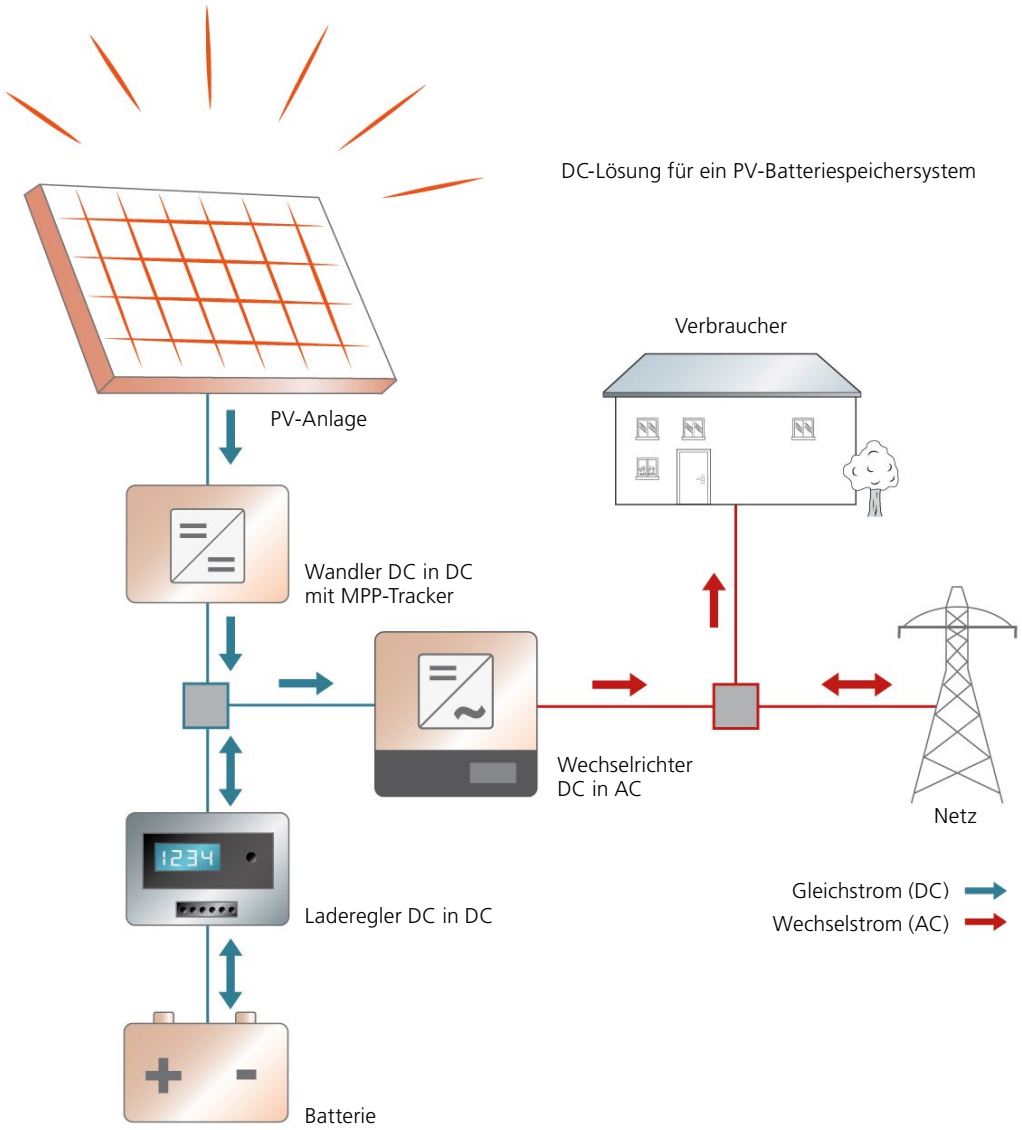

Abbildung 13: DC-gekoppelter Batteriespeicher (Quelle: VESE).

DC- vs. AC-Kopplung

Bei der Auswahl des richtigen Batteriesystems gilt es, neben der Speichertechnologie zwei weitere Freiheitsgrade in der Systemtopologie zu beachten. Der erste betrifft den Verknüpfungspunkt des Speichers mit dem Stromnetz des Hauses, der mit Gleichstrom (DC) oder Wechselstrom (AC) gekoppelt sein kann. Der zweite Freiheitsgrad bezieht sich bei AC-Kopplung auf den Stromfluss, der ein- oder dreiphasig erfolgen kann. Jedes der Konzepte hat seine Vor- und Nachteile (siehe dazu nachfolgende Tabelle Seite 24).

Wenn bereits eine PV-Anlage vorhanden ist und diese durch eine Batterie ergänzt werden soll, wird üblicherweise die AC-Kopplung bevorzugt. Bei einer Neuanlage hingegen besteht die Tendenz zur DC-Kopplung.

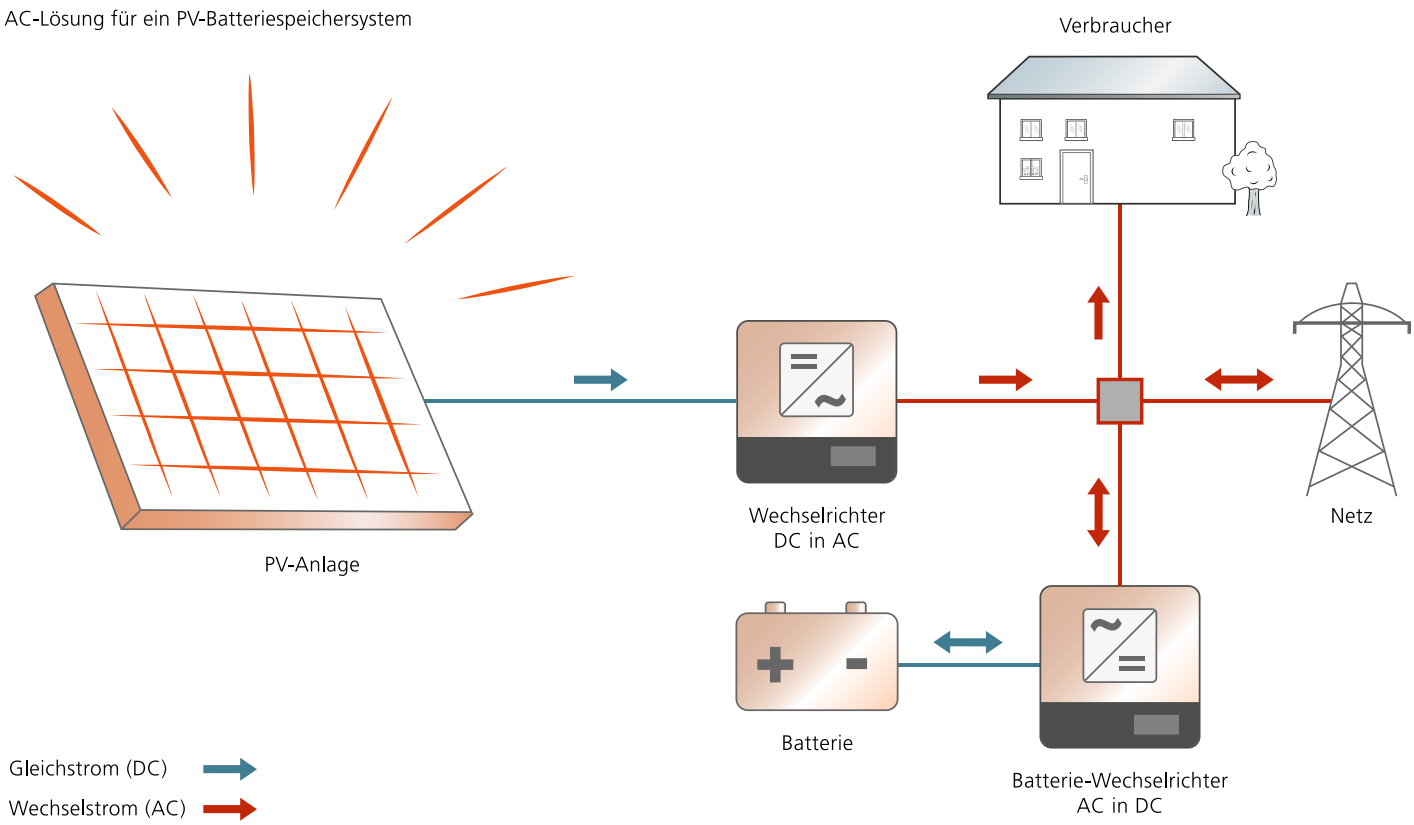

Abbildung 14: AC-gekoppelter Batteriespeicher (Quelle: VESE).

Viele Batteriespeicher speisen nur in eine Phase ein, so wie auch kleine PV-Anlagen. Um den Eigenverbrauch in diesem Fall zu erhöhen, muss das Speichersystem nach dem Summenstrom aller Phasen regeln und einen saldierenden Zähler enthalten.

Abbildung 13 und 14 zeigen je, wie ein DC bzw. AC-gekoppelter Batteriespeicher im Haushalt eingebunden werden kann.

	DC-Kopplung	AC-Kopplung
Vorteile	• Kompakte Lösung aus Wechselrichter, Laderegler und Batterie • Solarstrom benötigt nur Spannungsanpassung vor der Speicherung, somit tendenziell etwas höherer Wirkungsgrad • In vielen Fällen kostengünstiger bei Neuanlagen, nur ein Gerät	• Wechselrichter kann unabhängig von Batterie gewählt werden • Ideal für bereits bestehende PV-Anlagen • Flexibel beim Nachrüsten • Batteriekapazität flexibler • Solar- und Batteriewechselrichter können frei kombiniert werden (auch von verschiedenen Herstellern) • Batterie kann auch vom Netz gespeist werden
Nachteile	• Batterie kann in den meisten Fällen nicht vom Netz gespeist werden • Alle Komponenten müssen optimal aufeinander abgestimmt werden (auch PV-Anlage auf Batterie) • Spätere Erweiterung schwierig	• Tendenziell etwas geringerer Wirkungsgrad als DC-Systeme • Tendenziell etwas teurer und aufwändiger, da zwei separate Geräte: Solar- und Batterie-wechselrichter

	Einphasig	Dreiphasig
Vorteile	• Technisch am einfachsten und am kostengünstigsten	• Gleichmässiges Einspeisen auf allen Phasen • Höhere Einspeise- und Ladeleistung als bei einphasigem Betrieb möglich
Nachteile	• Kann zu Asymmetrien im Stromnetz führen • Inselbetrieb nur einphasig möglich (je nach Gerät aber auch Phasenbrücke im Inselbetrieb möglich)[5] Einspeise- und Ladeleistung der Batterie sind begrenzt • Anschluss nicht überall erlaubt (vorher mit dem EW abklären)	• Höherer technischer Aufwand und damit teurer • Im Inselnetzbetrieb unter Umständen nur Versorgung von reinen Drehstromverbrauchern («Dreieckschaltung») möglich. Damit auch einphasige und sterngeschaltete Verbraucher betrieben werden können, braucht es einen Batterie-Wechselrichter in «Vierleitertechnik» • Tendenziell geringerer Wirkungsgrad als einphasige Lösungen (aufgrund höherer Zwischenkreisspannung)

Tabelle 3: Verschiedene Batteriekopplungen mit Vor- und Nachteilen.

5 Ein Inselbetrieb erfordert Änderungen der Hausinstallation.

Inselnetz: Mit «Inselnetz» oder auch «Backupsystem» bezeichnet man die Fähigkeit eines Wechselrichters, auch dann Strom abzugeben, wenn das öffentliche Netz ausgefallen ist (normalerweise schalten Wechselrichter aus Sicherheitsgründen ab, sobald das öffentliche Netz ausgefallen ist). Für den PV-Eigentümer bedeutet dies, dass er auch im Falle eines Ausfalls des öffentlichen Stromnetzes («Stromausfall») Solarstrom zur Verfügung hat. Technisch gesehen wird das Haus in diesem Falle durch einen Leistungsschalter vom öffentlichen Stromnetz abgehängt, daher der Begriff «Insel». Nicht jeder Wechselrichter bzw. jede Batteriesteuerung ist «inselfähig». Eine allfällige Batterie kann DC oder AC gekoppelt werden.

Was ist bei der Auswahl des Batteriespeichers zu beachten?

Es gibt mittlerweile hunderte von Batteriespeichermodellen auf dem Markt, und jeden Monat kommen neue dazu. Dementsprechend schwierig kann sich die Auswahl gestalten und eine Empfehlung kann innert Kürze überholt sein. In den Tabellen 4 und Tabelle 5 sind die in der Schweiz gängigsten Modelle mit ihren Daten (Stand Herbst 2017) aufgelistet und einander gegenübergestellt. Dabei ist zu beachten, dass die Daten Herstellerangaben sind.

Für die Speichergrösse («Anzahl kWh») ist entscheidend, welche Verbraucher an den Speicher angeschlossen werden sollen. Im Idealfall wird eine mehrwöchige Lastgangmessung erstellt, um wiederkehrende Zyklen sowie den Stromverbrauch tagsüber resp. morgens/abends zu erfassen. Solche Lastgangmessungen können vom Installateur erstellt werden, eine Selbsterfassung ist aber auch möglich (z.B. mit Geräten wie «Smappee» (www.smappee.com). Während der Messung sollten die Massnahmen zur Eigenverbrauchsoptimierung (siehe weiter oben im Handbuch, z.B. Abwaschmaschine während Sonnenschein laufen lassen) bereits durchgeführt werden.

Die Batterie sollte so dimensioniert werden, dass sie sich im Laufe des Abends und darauffolgenden Morgens zu einem grossen Teil wieder entladen kann (um für eine erneute Solarstromaufnahme bereit zu sein). Die maximale Grösse bestimmt sich auch aus der Leistung des PV-Feldes: dies sollte, nach Abzug des zeitgleichen Eigenverbrauchs, in der Lage sein, die Batterie an einem sonnenreichen Tag vollständig aufzuladen.

Als Anhaltspunkte, basierend auf Erfahrungswerten, gelten:

- (a) nutzbare Batteriespeicherkapazität = 0,1 bis 0,15% des jährlichen Haushaltsstromverbrauchs
- (b) für Anlagen ab 5 kWp auf EFH: nutzbare Batteriespeicherkapazität = 1,5 × Leistung des PV-Feldes
- der Richtwert ist dann der kleinere Wert aus (a) und (b)

Bei einem Einfamilienhaus mit 4500 kWh Jahresverbrauch und einer PV-Feldgrösse von 5 kWp würde dies z.B. einer Batteriekapazität von ca. 4,5 bis 7 kWh entsprechen.

Hinweis: Diese Auslegungsregeln sind nur als Anhaltspunkte zu verstehen, für eine korrekte Auslegung ist unbedingt ein Solarprofi beizuziehen.

Energiespeichersysteme mit integriertem Wechselrichter

Produkt	Leclanché Powerpack	Varta Element	PIKO BA System Li	sonnenBatterie
Anbieter	Leclanché SA	VARTA Storage GmbH	KOSTAL Solar Electric GmbH	sonnen GmbH
Link	www.leclanche.com	www.varta-storage.com	www.kostal-solar-electric.com	www.sonnenbatterie.de
Technologie	Li (G-NMC)	Li (NMC)	Li (LiFePO4)	Li (LiFePO4)
Energieinhalt	6,7–20,1 kWh	3,3–13,0 kWh	3,6–9,6 kWh	4–16 kWh
Zyklen	Über 5000	4000	6000	> 10'000
Maximale Entladetiefe	80%	90%	90%	100%
Anschaltung	1- oder 3-phasige Varianten, 1 oder 2 MPP-Tracker	3-phasig	3-phasig, 2 MPP-Tracker	3-phasig
Kopplung (DC, AC)	DC	AC	DC	AC
Schnittstellen	CAN	XML, Modbus/TCP	RS-485	Modbus, Ethernet
Erweiterung	Bis 3 Module, innerhalb 1 Jahr	Bis 5 × 13 kWh, keine zeitlichen Limite	Innerhalb 18 Monaten nach Kauf, max. 9,6 kWh	In Schritten von 2 kWh nachträglich erweiterbar, auch als DC-Version erhältlich, Möglichkeit der Teilnahme an der sonnenCommunity, in Kooperation mit Swisscom Energy Solutions
Preis	Abhängig von der Konfiguration			

Tabelle 4: Batterien sowie Speichersysteme mit integriertem Wechselrichter für Haushalt und KMU.

Fronius Solar Battery	SENEC.HOME LI	S10 E / S10 E Blackline	Sunny Boy 3600 / 5000 Smart Energy
Fronius International GmbH	Deutsche Energieversorgung GmbH	E3/DC GmbH	SMA Solar Technology AG
www.fronius.com	www.senec-ies.com	www.e3dc.com	www.sma.de
Li (LiFePO4)	Li (Lithium-Mangan-Cobalt-Oxid)	Li (NMC)	Li-Ionen
4,5 – 12,0 kWh	2,5 – 10,0 kWh	4,6 – 13,8 kWh	2 kWh
8000	12’000 Zyklen während Garantiezeit	Unbegrenzt innerhalb der Garantie (10 Jahre Systemgarantie)	> 4100
80%	100% (der nutzbaren Kapazität)	92% + 8% Eigenreserve 100% + 8% Eigenreserve	100% (der nutzbaren Kapazität)
Zum Anschluss an Fronius Symo Hybrid	1-phasig mit 3-Phasen-kompensation	3-phasig, 2 MPP-Tracker	1-phasig, 2 MPP-Tracker
DC	AC, 3-phasig laden, 1-phasig entladen	AC oder DC	DC
Modbus RTU	LAN, RS-485	RS-232, USB, Ethernet, CAN	LAN
In 1,5-kWh-Schritten bis max. 12 kWh, bis 30 Monate nach Modul-lieferung möglich	Um zwei Module innerhalb 1 Jahr; in Zukunft Kaskade bis 6 Module möglich	Bis 6 Module (Parallelbetrieb mehrerer Systeme möglich)	Nicht möglich

Batterien (ohne Wechselrichter)

Produkt	BYD B-Box	MyReserve Matrix	LG RESU 3,3 – 10
Anbieter	FENECON GmbH	SOLARWATT GmbH	LG Chem
Link	www.fenecon.de	www.solarwatt.de	www.lgesspartner.com
Technologie	Li (LiFePO4)	Li-Ionen	Lithium
Energieinhalt	2,56 – 10,24 kWh (auch Version Commercial mit 40 kWh)	2,2 kWh/ 4,4 kWh/ 6,6 kWh/ 8,8 kWh/ 11 kWh	3,3 – 9,8 kWh
Zyklen	> 6000	Unbegrenzt im Garantie-zeitraum	Nicht spezifiziert[6]
Maximale Entladetiefe	80%	100% (der nutzbaren Kapazität)	90%
Anschaltung	Abhängig von Wechselrichter	Zwischen PV-Module und kompatiblem Wechselrichter	Abhängig von Wechselrichter
Kopplung (DC, AC)	DC	DC, simuliert PV-Erzeu-gungskurve	DC
Schnittstellen	RS-485, CAN	CAN	CAN
Erweiterung	Bis 10,24 kWh pro B-Box, bis 8 B-Boxen parallel möglich	Erweiterbar auf bis zu 1 1 kWh je MyReserve Command. Im Parallelbetrieb erweiterbar auf bis zu 22 kWh.	Max. 2 beliebige Batterien (mit RESU Plus als Erweite-rungskit)
Preis	Die Preise liegen je nach Typ zwischen CHF 500.– und 1000.– pro kWh (ohne Installationskosten).		

Tabelle 5: Batterien sowie Speichersysteme ohne integrierten Wechselrichter für Haushalt und KMU.

6 LG Chem gibt keine Zyklen mehr an, sondern Energiedurchsatz (in Garantiebedingungen aufgeführt).

3.4 STEUERGERÄTE ZUR EIGENVERBRAUCHS-OPTIMIERUNG

Spezielle Geräte zur Eigenverbrauchsoptimierung werden von diversen Herstellern angeboten. Sie unterscheiden sich bezüglich Kommunikationsstandards, der Flexibilität der Programmierung sowie der Berücksichtigung von Wetterdaten oder Stromtarifen bei der Optimierung. Der Eigenverbrauchsmanager von Smart Energy Control lässt einem z.B. die Wahl, ob die Geräte kostenoptimiert und damit ggf. auch nachts bei Niedertarif oder voll eigenverbrauchsoptimiert laufen sollen. Wenn Wetterprognosedaten einfliessen, kann z.B. das Rückspeisemaximum reduziert werden, indem bei sonniger Prognose eine Batterie/ein Elektrofahrzeug erst in den Mittagsstunden lädt, während bei nahendem Regen schon von morgens an geladen wird.

Vorteil: Energieverbrauch und -produktion werden illustrativ aufbereitet, umfassende Programmierungsmöglichkeiten für einen gezielt optimierten Geräteeinsatz.

Nachteil: Inklusive Programmierung verursachen alle Varianten Kosten über 1000 Franken, die sich über den erhöhten Eigenverbrauch nicht zwingend amortisieren.

In Tabelle 6 sind die in der Schweiz gängigsten Systeme mit ihren Daten (Stand: Herbst 2017) aufgelistet und gegenübergestellt. Dabei ist zu beachten, dass die Daten Herstellerangaben sind.

3.5 EINBINDUNG IN «SMART HOME»

Smart-Home-Systeme gehen über die Solarstrom-Eigenverbrauchsoptimierung hinaus. Über Funkkommunikation oder Powerline kann von Heizung über Multimedia bis zum Schliesssystem die gesamte Haustechnik vernetzt werden.

Die PV-Einbindung ist eine kleine Ergänzung, die jedoch noch nicht in allen Systemen umgesetzt ist. Solche Smart-Home-Ansätze geben z.B. der Wärmepumpe nicht nur ein Freigabesignal, wenn Solarstrom vorhanden ist. Sie übernehmen die Komfortsteuerung umfassender, schalten auch in Abhängigkeit von Warmwasser- oder Raumtemperatur und berücksichtigen Wetterprognosen und Stromtarife.

In Tabelle 7 sind die in der Schweiz gängigsten Systeme mit ihren Daten (Stand: Herbst 2017) aufgelistet und gegenübergestellt. Dabei ist zu beachten, dass die Daten Herstellerangaben sind.

Steuergeräte zur Eigenverbrauchsoptimierung

Produkt	Solar-Log 300 / 1200 und 2000	Powerdog S/M/L	Sunny Home Manager 2.0
Anbieter	Solare Datensysteme GmbH	Ecodata GmbH	SMA Solar Technology AG
Link	www.solar-log.ch	www.power-dog.eu	www.sma.de
Optimierungsbereich	Haushalt / Wärme / Auto	Haushalt / Wärme / Auto	Haushalt / Wärme /Auto
interne Relais	1 (nur bei 1200 / 2000)	1 (S/M/L/LPR)	0
externe Aktoren	Relais, Funksteckdosen (Belkin und Gude), Relais-Box (8 Relais, gut für SG Ready), Relaisstation, Intelligente Verbraucher Warmwasser: EGO Smart Heater, my-PV Heizstäbe. Wärmepumpen: Stiebel Eltron, CTA, iDM und Hoval via Duplex-Protokoll, andere via SG Ready. Batteriespeicher: Varta, Fronius und Sonnen (weitere geplant). Ladestationen: KEBA (weitere geplant)	Sehr vielfältig, frei programmierbar, u.a. Digital-, Analog-, Impulsausgänge, Relaisstation, Funksteckdosen, WLAN-Steckdosen, div. Ladestationen, stufenlose Heizstäbe mit EMV Zulassung, MyPV, Solarinvert PowerUnit. Batteriespeicher: SMA, Varta, Fronius, Studer, LG, Mercedes u.a. Prioritätensteuerung (z.B. Auto-Speicher-Warmwasser)	Edimax WLAN-Steckdosen SP-2101W, EEBUS-kompatible Geräte, kompatible Wärmepumpen von Stiebel Eltron, Elektroautoladestationen von Mennekes, SEMP-kompatible Geräte
Kommunikation	LAN, RS-485/RS-422, USB, S0, PM+[7], CAN (nur bei 2000)	USB, 1-Wire, RS-485, Can Bus Modul steckbar, M-Bus, Digital- und Analogeingänge, LAN	LAN
Anzeige	Am Gerät, mobile App, Webportal	Am Gerät, mobile App, Webportal, Fernwartung	Mobile App, Webportal
Programmierung	Notebook, Webportal	Display, Notebook	Mobile App, Portal
Wetterprognose	Integriert (Visualisierung, bei iDM Wärmepumpen) geplant für Steuerungen	In Planung	ja
Tarifoptimierung	geplant	ja	ja
Anzahl steuerbare Geräte	10	50	24 Geräte, davon 12 mit aktivem Energiemanagement
Besonderheiten	Inkl. umfassender PV-Überwachung > 100 Wechselrichter Hersteller, Webportal bis 30 kWp kostenlos, Elektromobilität integriert, App Enerest als modulares System mit Fokus auf Smart Energy. PM+ für das Einspeise-Management (Wirk- und Blindleistungsregelung)	Unterstützung fast aller Wechselrichter, flexible Programmierung, grosses Sortiment an Sensoren (u.a. Wasser-/Raumtemperaturen/Luftgüte) und Aktoren, Einbindung stufenloser Heizstab mit Einstellungen Temperaturen, intelligentem Legionellenschutz, Heizzeiten, Frostschutz, Kommunikation mit Wärmepumpen per Netzwerk, Erfassung HT/NT, Verwaltung von verschiedenen E-Autos an einer Ladesäule, virtueller Zähler für Eigenverbrauch in z.B. MFH, Mietshäusern	Prognosebasiertes Energiemanagement zum Einsatz mit SMA-Wechselrichtern und Batteriesystemen. Integrierte 3-Phasen-Messung (bis 63 A direkt > 63 A über Stromwandler), wird direkt am Netzanschlusspunkt montiert.
Geräte-Richtpreis	Solar-Log 300: ab CHF 300.– Solar-Log 1200: ab CHF 500.– Solar-Log 2000: ab CHF 900.–	ab CHF 500.–	keine Angabe

Tabelle 6: Gängige Steuergeräte zur Eigenverbrauchsoptimierung.

7 PM+: Schnittstelle zum Anschluss von Rundsteuerempfängern (Wirk- und Blindleistungsregelung).
8 Plugwise ist die Funksteckdosen-Reihe basierend auf ZigBee, www.plugwise.com. Preise ab CHF 70.–/Steckdose.
Nachteil: kein standardisiertes Protokoll, es gibt keine Drittprodukte, welche alternativ eingesetzt werden könnten.

Elios4You Smart	Energie Manager	Smartfox REG	Smart-me
4-noks by Astrel Group srl	Solarwatt GmbH	DAfi GmbH	smart-me AG
www.4-noks.it	www.solarwatt.de	www.smartfox.at	www.smart-me.com
Haushalt / Wärme	Haushalt / Wärme	Haushalt / Wärme / Auto	Haushalt / Wärme / Auto
1	0	4	1 (Plug und 1-Phasen-Zähler), 3 (3-Phasen Zähler)
ZigBee Funksteckdosen und -schalter, PowerReducer (für Elektroboiler), lineare Power-modulation 0–3 kW	Plugwise-Schalter[8], SG-Ready Wärmepumpen (via Zusatzmodul) ZWave über Fibaro HomeCenter	Smartfox carcharger Smartfox Booster 9 kW Leistungssteller 3,5 und 6 kW Smartfox Meter IDM Wärmepumpen Analog- und Digitalausgang	Potentialfreie Ausgänge, SG-Ready Schnittstelle
Wifi, ZigBee	LAN, RS-485, 2xS0, CAN, USB, RS-232	LAN	WLAN, S0 (S0 nicht bei Plug)
Mobile App, Webportal	Mobile App, Webportal	am Gerät, Mobile App, Webportal	Mobile App, Webportal
Mobile App	USB/Notebook, Webportal	Notebook	Webportal, Mobile App
nein	ja	nein	geplant
ja	geplant	nein	ja
4x via Funk 1x 0-10V Power Reducer 1x int. Relaisausgang	6x je Extension, zzgl. Plugwise und ZWave	4 Digital, 1 Analog, 2 Ethernet Geräte (Auto, Pumpe)	Unbegrenzt (beliebige smart-me Geräte können untereinander kombiniert werden)
Keine Wechselrichterkommuni-kation, Messung via Strom-wandler für einphasige (max 6 kWp) oder dreiphasige (max 100 kWp) PV-Anlagen, Messung von produzierter und eingespeister Energie.	Hutschienenmontage, direkte Kommunikation mit Wechsel-richtern von SMA, Kostal, Steca, Fronius, SolarEdge, Kaco, andere per S0, Speicher: SOLARWATT MyReserve, Verbraucher: EGO SmartHeater, Mennekes Ladebox, MyStrom.	Energie-Monitoring; Elektroautos laden mit Überschuss PV, direkter Stromwandleranschluss (3-phasig, 80 A-Wandler im Lieferumfang).	Integrierte Strommessung, automatische Energiekostenab-rechnung mit smart-me Billing, Einbindung anderer IP-fähiger Geräte (z.B. Wechselrichter) mit smart-me All IP, offene API Schnittstelle.
Einphasig: ab CHF 480.– Dreiphasig: ab CHF 610.–	ab CHF 500.–	ab CHF 800.–	Plug: ab CHF 110.–, 1-Phasen-zähler: ab CHF 195.–, 3-Phasen-zähler: ab CHF 298.–

Smart Home Systeme

Produkt	Miniserver / Miniserver GO	Eigenverbrauchsmanager
Anbieter	Loxone Electronics GmbH	Smart Energy Control GmbH
Link	www.loxone.com	www.smart-energy-control.ch
Optimierungsbereich	Haushalt / Wärme / Auto	Haushalt / Wärme / Auto
interne Relais	8 (Null bei Miniserver Go)	Industrie-PC mit zahlreichen Schnittstellen (USB, Ethernet, u.a.)
externe Aktoren	Funksteckdosen oder Relais in Elektroverteil-schrank	Relais und Energiezähler in Elektroverteilschrank oder zur dezentralen Installation. Anzahl unbe-schränkt, System beliebig erweiterbar (Baukasten). Funk-Temperaturfühler, Taster usw. zur dezentra-len Bedienung
Kommunikation	EnOcean, Modbus, LAN, KNX, Loxone-Air, Loxone-Tree (Miniserver GO nur LAN und AirBase, mit Extension auch EnOcean und Modbus)	EnOcean, Modbus, MBus, LAN, WLAN, KNX u.a
Anzeige	Mobile App, Webseite	Touch-Panel, Mobile App, Remote Desktop
Programmierung	Notebook (LAN), Mobile App, Webseite	Vollständig konfiguriertes und getestetes System, auf Kundenbedürfnisse abgestimmt.
Wetterprognose	ja	ja, inkl. selbstlernender Strahlungsprognose für die PV-Anlage.
Tarifoptimierung	ja	ja, integrierte Strombörse zum automatischen Betrieb der Geräte bei Produktion, tiefen Tarifen und hohem Bedarf.
Besonderheiten	Umfassendes Smart Home System, besonders geeignet für Neubauten, Loxone Go auch für Bestandsbauten, mehr als 100 Softwarebausteine, neu mit «Autokonfiguration», Brandfrühwarnung durch vernetzte Temperatursensoren.	Aktives Thermomanagement des gesamten Gebäudes, Einbindung von Wärmepumpen aller Hersteller, selbstlernende Strahlungsprognose basierend auf Daten der PV-Anlage, intelligente Steuerung von leistungsgeregelten Wärmepum-pen (via Modbus), Reduktion der Bezugsspitzen (Lastmanagement), Einbindung von Batteriesyste-men, variable Ansteuerung von E-Mobil-Ladesta-tionen, auch für Mehrfamilienhäuser und grössere Arealüberbauungen geeignet. Geplant: Abrech-nungssystem für MFH.
Geräte-Richtpreis	Miniserver CHF 598.–, Version GO CHF 413.–, Funksteckdosen CHF 84.–/ Stück	Monitoring ab CHF 1000.–, Komplettsystem ab CHF 2800.– inkl. Beratung, Engineering, Konfigu-ration, Tests und Remote-Optimierung. Verschie-dene Starter-Sets, Hardware und Software beliebig erweiterbar.

Tabelle 7: Übersicht Smart-Home-Systeme zur Eigenverbrauchsoptimierung.

digitalSTROM	FHEM	Gridsense
digitalSTROM AG	diverse, Open Source	InnoSense AG
www.digitalstrom.com	www.fhem.de	www.gridsense.ch
Haushalt, Wärme	Haushalt / Wärme / Auto	Haushalt / Wärme / Auto
0	verschieden	0
Relais für Elektro-Verteilerschrank, Installations-Relais, Zwischenstecker, beliebig erweiterbar	ca. 200 verschiedene Protokolle / Gerätetypen	Retrofit-Einheit oder GridSense Inside (direkt eingebaut in Geräte)
Bestehendes 230V Netz	EnOcean, ZigBee, KNX, WLAN, Bluetooth, LAN, Powerline, ZWave, HomeEasy, 1Wire, Firmata etc.	Powerline
Desktop, Mobile App, Einbau-Bedienoberflächen (Thanos, Hubware SVEN)	Webseite, mobile App, div. Frontends	Mobile App
Notebook, Cloud, Mobile App	Perl-Skripte, graphisch	Selbstlernender Algorithmus, keine Programmierung notwendig
ja	ja	ja (inkl. Stromtarife)
ja	ja	ja, 24 h Vorhersage dynamisch
PV-Implementierung durch verschiedene Anbieter, z.B. www.netsolar.ch.	Perl-basierendes Open-Source-System mit breiter Hardware- und Betriebssystemunterstützung (inkl. Einplatinencomputer), siehe auch www.fhem.de/heimautomatisierung-mit-fhem.pdf und www.haus-automatisierung.com/open-source-loesungen/fhem.	System funktioniert ohne Mastereinheit, pro zu steuerndem Gerät ein «Retrofit» oder «GridSense Inside» notwendig.
Server: CHF 494.–, Meter: CHF 240.–, Relais ab CHF 94.–, zuzüglich ext. PV-Implementierung	Software gratis, kommerzieller Anbieter: www.dhs-computertechnik.de	Retrofit-Einheit: CHF 340.– Verkaufsstart: Q2/18

HANDLUNGSLEITFADEN

4 FÜNF SCHRITTE ZU HÖHEREM EIGENVERBRAUCH

SCHRITT 1: WÄRMEERZEUGUNG MIT SOLARSTROM

Im Haus ist bereits eine Wärmepumpe oder ein Wärmepumpenboiler vorhanden: Sorgen Sie dafür, dass die Wärmepumpe via Relais bei Solarstromüberschuss eingeschaltet wird. Eine neue Wärmepumpe oder ein Wärmepumpenboiler ist geplant: Achten Sie auf das Label «SG Ready», denn solche Anlagen können einfach eingebunden werden.

SCHRITT 2: HAUSHALTSGERÄTE MIT SOLARSTROM BETREIBEN

Die Geräte sollen manuell gesteuert werden: Sorgen Sie dafür, dass die Geräte dann eingeschaltet sind, wenn die Sonne scheint. Hilfreich dafür ist eine Anzeigelösung, welche die Stromproduktion und den aktuellen Verbrauch angibt (z.B. Elios4You oder «Smappee»). Die Kosten dafür betragen ca. CHF 300.–.

Die Geräte sollen automatisch gesteuert werden: Installieren Sie eine Eigenverbrauchssteuerung, welche die Geräte gemäss Wetterprognose und produziertem Solarstrom ansteuert. Achten Sie bei neuen Haushaltsgeräten auf eine Ansteuermöglichkeit durch Wechselrichter oder Eigenverbrauchsmanager sowie darauf, dass die Haushaltsgeräte nach dem Unterbruch das vorgängig eingestellte Programm fortsetzen.

SCHRITT 3: BATTERIESPEICHER MIT SOLARSTROM LADEN

Prüfen Sie den Einsatz eines Batteriespeichers, wenn die installierte PV-Leistung mehr als 1 kWp pro 1000 kWh Jahresverbrauch beträgt. Achten Sie darauf, dass eine Eigenverbrauchsoptimierung integriert ist. Lassen Sie von einem Solarprofi ausrechnen, ob der Speicher wirtschaftlich betrieben werden kann und beachten Sie die Informationen zu Lebensdauer und Sicherheit. Falls eine Backuplösung gewünscht ist, achten Sie darauf, ob Speicher und Wechselrichter bei Stromausfall ein Inselnetz aufbauen können.

SCHRITT 4: ELEKTROFAHRZEUG MIT SOLARSTROM LADEN

Bei bereits vorhandenen Elektrofahrzeugen: Wenn keine automatische Steuerung möglich ist, laden Sie das Fahrzeug dann, wenn möglichst viel Solarstrom produziert wird (siehe auch Schritt 2 für mögliche Anzeigegeräte der aktuellen Stromproduktion).

Bei neuen Elektrofahrzeugen: Achten Sie darauf, dass das Fahrzeug mit CHAdeMO 1.0 Ladevorrichtung ausgestattet ist. Wählen Sie eine Ladestation, die mit der Eigenverbrauchssteuerung kommunizieren kann.

SCHRITT 5: ANLAGENLEISTUNG ANPASSEN

Falls Sie noch keine PV-Anlage haben: Dimensionieren Sie die Anlageleistung entsprechend dem Stromverbrauch und den oben genannten Massnahmen, um einen möglichst hohen Eigenverbrauchsanteil zu erreichen. Berücksichtigen Sie zukünftige grosse Stromverbraucher (z.B. Wärmeerzeugung oder Elektroauto) und allfällige Speicherung mit Batterien. Prüfen Sie eine Ost-West-Ausrichtung der Anlage: diese hat zwar einen etwas geringeren Ertrag als eine Südanlage, bringt dafür aber morgens und abends höhere Erträge.

WIE WEITER?

- Eine Anleitung für die erfolgreiche Umsetzung finden Sie unter www.energieschweiz.ch/eigenverbrauch und unter www.energieschweiz.ch/meine-solaranlage
- Weitere Unterlagen finden Sie auf den Webseiten des VESE (www.vese.ch) sowie von Swissolar (www.swissolar.ch)
- Kontaktieren Sie einen Solarprofi: www.solarprofis.ch
- Rufen Sie die EnergieSchweiz-Hotline an: 0848 444 444
- Werden Sie Mitglied bei VESE – dem Verband unabhängiger Energieerzeuger, um Erfahrungen auszutauschen und von Dienstleistungen für PV-Betreiber zu profitieren. www.vese.ch

Die Inhalte dieser Broschüre wurden durch den VESE erstellt.
Stand der Angaben: Herbst 2017

Sämtliche Angaben wurden nach bestem Wissen recherchiert, eine Gewähr oder Haftung für die Korrektheit oder Vollständigkeit der gemachten Informationen, Werte und Aussagen kann aber nicht übernommen werden, zumal sich diese schnell ändern können.

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

Vertrieb: www.bundespublikationen.admin.ch
Artikelnummer 805.529.D

04.2018 1500 860418368