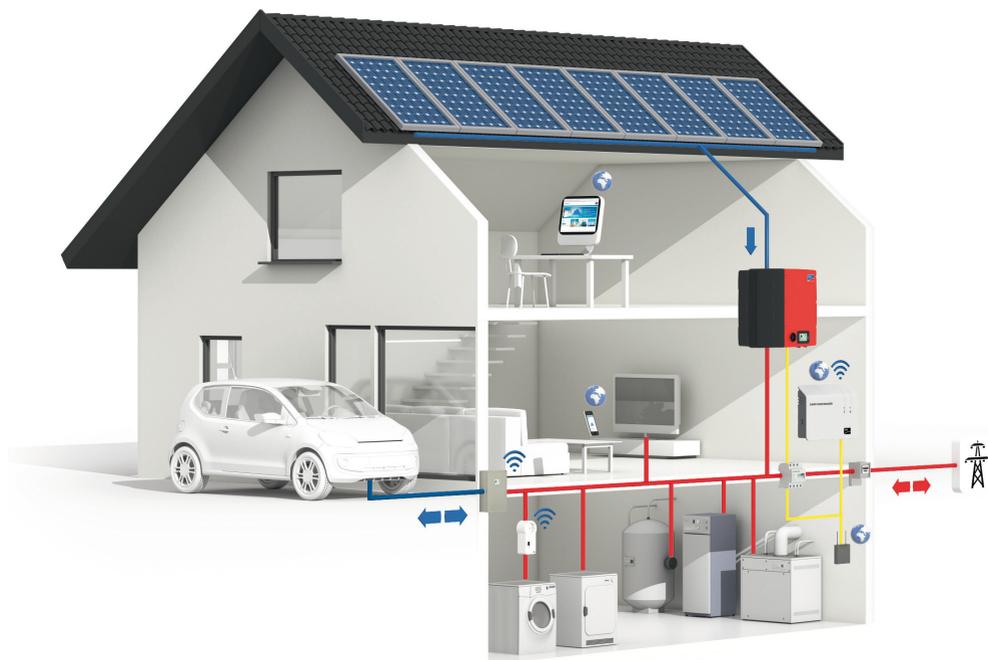


HANDBUCH SOLARSTROM-EIGENVERBRAUCH optimieren



SOLARSTROM VOR ORT NUTZEN & STROMRECHNUNG REDUZIEREN



INHALTSVERZEICHNIS

Worum geht es?

1	Was bedeutet Eigenverbrauch?	4
1.1	Was ist der Unterschied zwischen Autarkie und Eigenverbrauch?	4
1.2	Lohnt sich Eigenverbrauch?	5
1.3	Solarstrom im „Smart Home“	6

Für den Verbraucher

2	Wie kann der Eigenverbrauch gesteigert werden?	7
2.1	Optimierung Wärme	8
2.2	Optimierung Haushaltsstrom	9
2.3	Optimierung Elektromobilität	10
2.4	Optimierung durch Batteriespeicher	11
2.5	Erreichbare Eigenverbrauchsanteile	12

Für den Installateur

3	Konzepte und Steuerungen, Leistungsübersicht	13
3.1	Solar-Wechselrichter gibt Schaltsignale	13
3.2	Ladestation / Wärmepumpe / Boiler läuft gemäss Stromzähler-Information	17
3.3	Steuergeräte zur Eigenverbrauchsoptimierung	19
3.4	Einbindung in „Smart Home“	22

Handlungsleitfaden

4	Fünf Schritte zu höherem Eigenverbrauch	24
4.1	Schritt 1: Wärmeerzeugung mit Solarstrom	24
4.2	Schritt 2: Haushaltsgeräte mit Solarstrom betreiben	24
4.3	Schritt 3: Elektrofahrzeug mit Solarstrom laden	25
4.4	Schritt 4: Batteriespeicher	25
4.5	Schritt 5: Solarfeldgrösse	25

1 WAS BEDEUTET EIGENVERBRAUCH?

Der Eigenverbrauch von lokal produziertem Strom ist schweizweit zulässig. Eigenverbrauch bedeutet, den produzierten Solarstrom zeitgleich am gleichen Ort wieder zu verbrauchen (z.B. die Waschmaschine bei Sonnenschein laufen zu lassen). Siehe Abbildung 1.

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 wieder durch mich zeitgleich verbraucht werden.

Dazu ein Beispiel:

Wenn ein Haushalt mit 4'000 kWh Jahresverbrauch mit einer Solarstromanlage 8'000 kWh produziert, und im Jahresmittel 1200 kWh zeitgleich verbraucht, entspricht dies einem Autarkiegrad von 30 % und einem Eigenverbrauchsanteil von 15%.

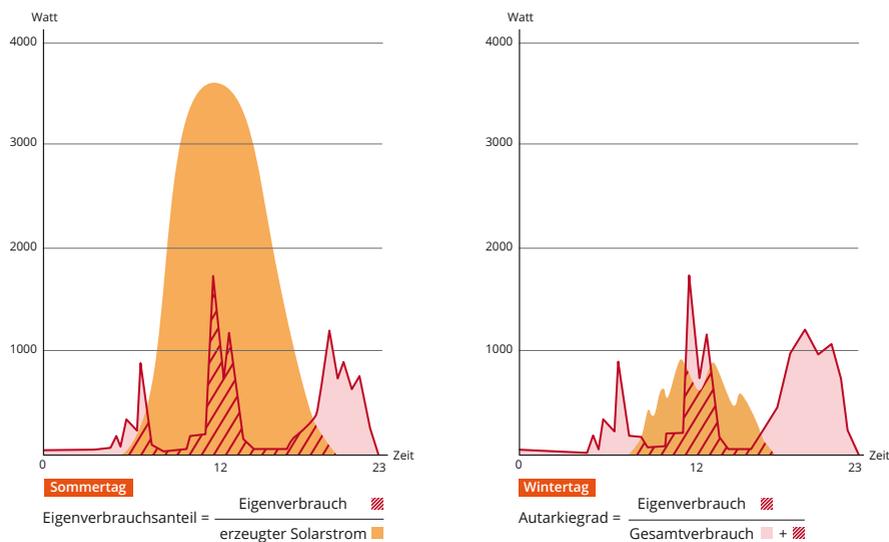


Abbildung 1: Eigenverbrauchsanteil versus Autarkie: Sommertag: Eigenverbrauch 15 %, Autarkie 70 %; Wintertag: Eigenverbrauch 60 %, Autarkie 20 %

Eine kleinere Solaranlage im gleichen Haushalt (3000 kWh/Jahr Produktion, 900 kWh zeitgleich verbraucht) kommt auf einen Autarkiegrad von 22 % und einem Eigenverbrauchsanteil von 30 %. Einen Eigenverbrauchsrechner gibt es unter folgender URL: www.eigenverbrauchsrechner.ch

1.2 Lohnt sich Eigenverbrauch?

Die Kosten für Solarstrom liegen mit 17 bis 20 Rp/kWh unter dem Haushalts-Stromtarif (ca. 20 - 25 Rp/kWh). Ohne kostendeckende Einspeisevergütung erhält man für die Einspeisung ins öffentliche Stromnetz 6 - 10 Rp/kWh. Eigenverbrauchsoptimierung heisst, die gemäss dieser Rechnung unwirtschaftliche Rückspeisung zu minimieren. Wenn Solarstrom zeitgleich verbraucht wird, so reduziert sich die Stromrechnung um bis zu 25 Rp/kWh. Ab einem Eigenverbrauchsanteil von 35% wird die Solarstromversorgung erfahrungsgemäss günstiger sein als der Netzbezug. Siehe dazu auch Abbildung 2.

Weitere Infos zur Wirtschaftlichkeit und ein Solar-Renditerechner unter folgender URL: www.energieschweiz.ch/solarrechner

Beispiel Kostenrechnung	inkl. MWSt		Stromtarif						
				Hochtarif	Niedertarif				
PV-Anlage	4 kWp		Energie	Rp/kWh	11.8	8.2			
PV-Anlagekosten	13'500 CHF		Netznutzung	Rp/kWh	13	6.8			
einmalige Investitionsvergütung	-3'400 CHF		Abgaben	Rp/kWh	1.8	1.8			
Zwischentotal Investition	10'100 CHF		KEV	Rp/kWh	1.19	1.19			
			Total	Rp/kWh	27.8	18.0			
Lebensdauer	25 Jahre		Grundgebühr	10 CHF/Monat/Zähler					
Zins	0%		Verbrauchsanteil	45%	55%				
Stromproduktion	3'800 kWh/Jahr		Rechnung Strombezug	1016 CHF/Jahr					
Haushalts-Verbrauch	4'000 kWh/Jahr		Solarstrom-Aufteilung	70%	30%				
			Rückspeisetarif Rp/kWh	8.0	8.0				
Jährliche Kapitalkosten	ohne EIV	mit EIV							
	540	404 CHF/Jahr							
Eigenverbrauchs-Anteil			10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%
Einsparung auf Bezug	CHF/Jahr	94	189	283	378	472	567	661	
Vergütung Rückspeisung	CHF/Jahr	274	243	213	182	152	122	91	
Bruttogewinn	CHF/Jahr	-36	28	92	156	220	284	348	
Betrieb / Unterhalt	CHF/Jahr	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-150	
Nettogewinn/Verlust	CHF/Jahr	-186	-122	-58	6	70	134	198	
relativ zu den Strombezugskosten		18%	12%	6%	-1%	-7%	-13%	-20%	

Abbildung 2: Beispiel Kostenrechnung Eigenverbrauch

1.3 Solarstrom im „Smart Home“

Smart Home dient als Oberbegriff für technische Verfahren und Systeme in Wohnräumen und -häusern, in deren Mittelpunkt eine Erhöhung von Wohn- und Lebensqualität, die Sicherheit und eine effiziente Energienutzung auf Basis vernetzter und fernsteuerbarer Geräte und Installationen sowie automatisierbarer Abläufe steht.

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.

Für eine umfassende Übersicht zum Smart Home siehe:
www.dcti.de/publikationen/dcti-green-guides.html -> „SmartHome 2015“

2 WIE KANN DER EIGENVERBRAUCH GESTEIGERT WERDEN?

Ohne Optimierung und wenn der Jahresverbrauch etwa der jährlichen Solarstromproduktion entspricht, wird der Haushalt ohne Energiespeicher ca. 15 - 25 % vom Solarstrom zeitgleich verbrauchen. Durch eine Optimierung ist ein Eigenverbrauchsanteil von ca. 30 - 70 % erreichbar.

Dient der Strom auch der Wärmeerzeugung und/oder für Mobilitätszwecke (z.B. Laden eines E-Fahrzeugs), liegt in der Abstimmung dieser Grossverbraucher auf die Solarstromproduktion das grösste Potential zur Steigerung des Eigenverbrauchs. So können eine Wärmepumpe mit Heizungsunterstützung oder die Elektromobilität ca. die gleiche jährliche Strommenge wie der Haushaltsstromverbrauch benötigen.

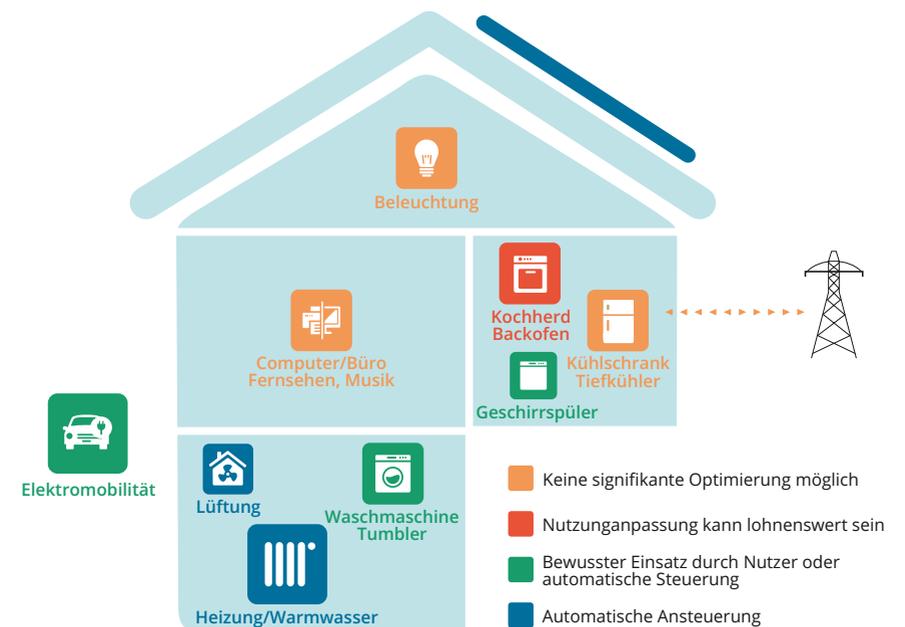


Abbildung 3: Optimierungsmöglichkeiten im Einfamilienhausbereich. Die grün und blau umrandeten Bereiche eignen sich gut für die Eigenverbrauchsoptimierung (Waschmaschine, Trockner und Geschirrspüler beanspruchen bis zu 30 % vom Haushaltsstrombedarf)

2.1 Optimierung Wärme

Die Warmwasseraufbereitung beansprucht pro Tag bis zu 8 kWh. Eine Optimierung erfolgt dadurch, dass der elektrische Wärmeerzeuger das Wasser nicht nachts sondern tagsüber mit Solarstrom aufheizt. Einfache elektrische Heizstäbe haben den Vorteil, Solarstrom variabel von 0.5 bis über 5 kW 1:1 in Wärme umwandeln zu können. Daneben gibt es in Stufen schaltbare Heizstäbe.

Energieeffizienter sind Wärmepumpen, die eine kWh Strom in rund 3 kWh Wärme umwandeln. 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 (z.B. www.heliotherm.com/de/stufenlose-modulation.html).

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.

Zusatz-Vorteil: Luft-Wärmepumpen benötigen weniger Strom, je höher die Außenlufttemperatur ist. Laufen Wärmepumpen tagsüber, arbeiten sie deutlich effizienter als wenn sie nachts laufen.

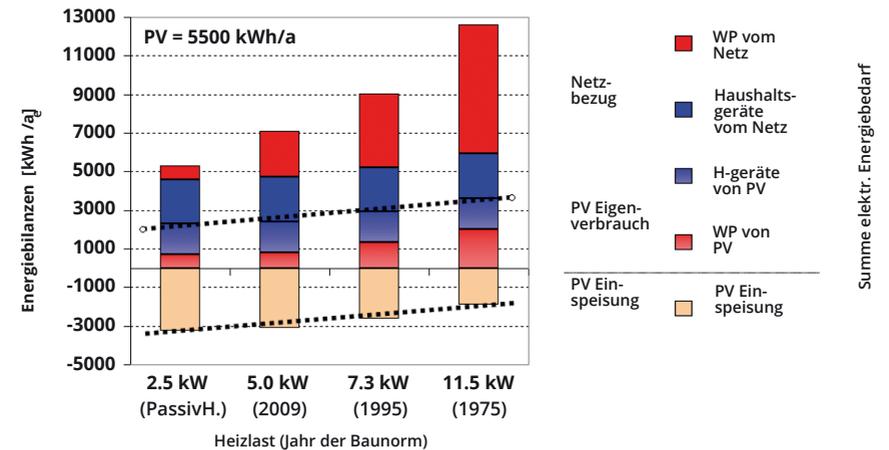


Abbildung 4: Eigenverbrauchsanteile im Wärmepumpenbetrieb bei einer PV-Anlage mit 5'500 kWh/a Ertrag. 40 bis 60 % Eigenverbrauch sind möglich, aber es bleibt ein grosser Strombezug im Winter. Quelle: www.zsw-bw.de/uploads/media/OTTI_Dezentrale-PV_Binder-Kelm_2012.pdf

2.2 Optimierung Haushaltsstrom

Die Optimierung kann grundsätzlich auf zwei Arten erfolgen: „von Hand“ (bewusster Einsatz durch Nutzer) oder „automatisch“:

- **von Hand:**
Angepasstes Nutzerverhalten, z.B.: Waschmaschine bei Sonnenschein von Hand einschalten (Waschmaschine und Geschirrspüler machen bis zu 30 % des Haushaltstrombedarfs aus)
- **automatisch:**
Ein Steuergerät verschiebt das Einschalten auf Zeiten mit viel Solarstrom, z.B.: Waschmaschine wird automatisch bei Sonnenschein eingeschaltet.

Dazu ein Beispiel:

Wird die Waschmaschine anstatt abends konsequent während der Sonnenstunden betrieben, so erhöht sich der Eigenverbrauch von z.B. 15 auf 25 % (s. Abbildung 5).

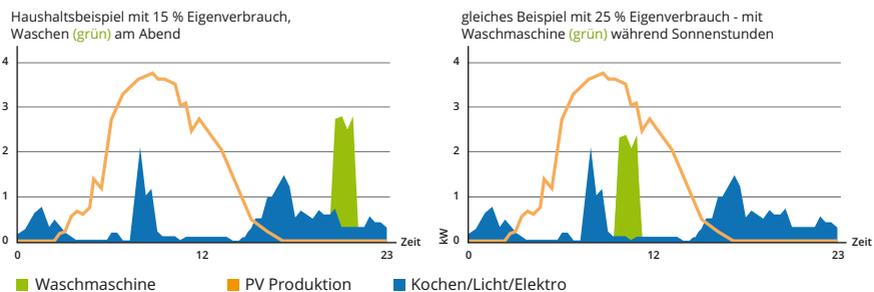


Abbildung 5: Erhöhung des Eigenverbrauchs durch Waschen während Zeiten mit viel Solarstrom

Kühlen mit der Sonne?

Sinnvoll ist es, auch Klimaanlage und Lüftung mit Solarstrom abzudecken.

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 und die Geräte dafür 1-2° kälter zu stellen, sodass dem Kühlgut über Nacht eine Kälte-Reserve zur Verfügung steht.

Beispielsweise hat Solar-Log eine Programm-Funktion für Tiefkühler mit eigener Temperaturüberwachung. Weil die Kühlgut-Qualität bei Temperaturschwankungen leiden kann, ist hier der Einzelfall genau zu prüfen.

Gewerblich wird Stromangebots- bzw. preis-optimiertes Kühlen angewandt: In den grossen Volumen entspricht eine Kälte-Reserve von einem halben Grad bereits einer grossen Energiemenge, die gut isoliert gespeichert werden kann. Kühlt ein Bauernbetrieb z.B. die Milch nicht direkt, sondern im Eiswasserkühlverfahren, kann Eis auf Reserve mit Solarstrom produziert werden.

2.3 Optimierung Elektromobilität

Elektrofahrzeuge sind mit Batterie-Kapazitäten von 10 bis 80 kWh ausgestattet. Sie können auch als Ersatz oder Ergänzung für einen stationären Batteriespeicher zum Einsatz kommen: Insbesondere dann, wenn das Auto tagsüber oft zu Hause steht.

Eine Entladung der Autobatterie zur Haushalts-Versorgung ist noch nicht Stand der Technik, doch verschiedene Hersteller arbeiten in diese Richtung. (Nissan, BYD, Power Box von Mitsubishi: www.bem-ev.de/bidirektionales-laden-im-praxistest/)

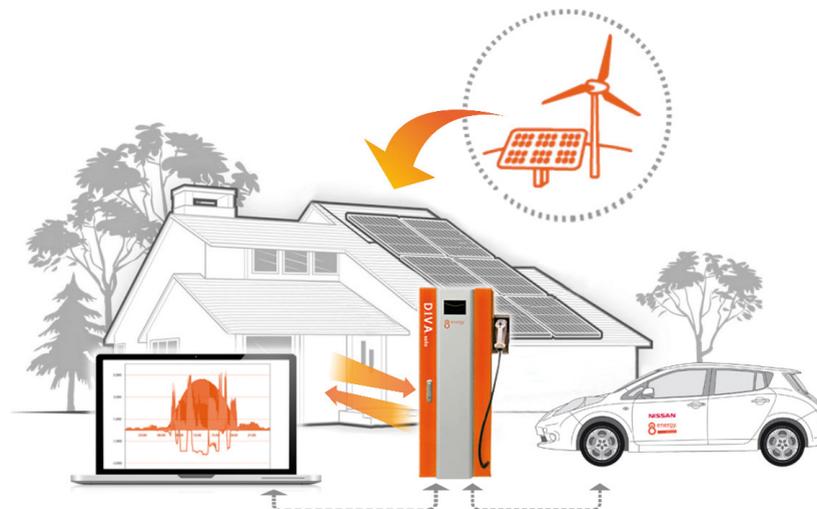


Abbildung 6: Bidirektionale Lade/Speicherstation von e8energy: Quelle: www.e8energy.de

2.4 Optimierung durch Batteriespeicher

Batteriespeicher können produzierten Solarstrom für einen späteren Verbrauch speichern. Je nach Grösse steigern sie den Eigenverbrauchsanteil eines Haushalts auf ca. 50 bis 80 %, siehe Abbildung 7.

Dazu ein Beispiel (Haushalt mit 4 kWp PV und 4000 kWh Verbrauch):

Der Speicher-Wechselrichter "Sunny Boy 3600 Smart Energy" von SMA hat eine integrierte 2 kWh-Batterie. Diese speichert überschüssigen Solarstrom und stellt ihn bei Bedarf (z.B. abends) wieder zur Verfügung.

Damit kann sich der Eigenverbrauch von z.B. 30 % auf 45 % erhöhen.

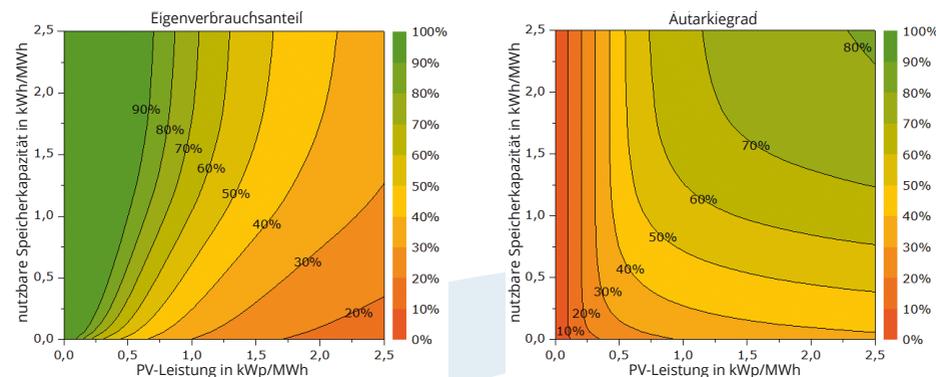


Abbildung 7: Eigenverbrauch in Abhängigkeit von Batterie- und PV-Anlagegrösse, siehe auch www.volker-quaschning.de/artikel/2013-06-Dimensionierung-PV-Speicher/index.php

3 KONZEPTE UND STEUERUNGEN, LEISTUNGSÜBERSICHT

Die nachstehenden Angaben richten sich in erster Linie an Planer und Installateure, die eine Anlage konzipieren. Wer lediglich sein Verständnis des Eigenverbrauchs erhöhen will, kann Kapitel 3 überspringen und direkt zu Kapitel 4 «Fünf Schritte zu höherem Eigenverbrauch» übergehen. Folgende grundsätzliche Steuerungskonzepte sind in der Praxis im Einsatz:

1. Solar-Wechselrichter gibt Schaltsignale
2. Wärmepumpe / Ladestation läuft gemäss Stromzähler-Information
3. Separates Steuergerät gibt Schaltsignale
4. Einbindung in "Smart Home"

Geräte für diese Steuerungskonzepte sind in den folgenden Kapiteln beschrieben.

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. Auch können die Tabellen keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben, zur Zeit kommen monatlich neue Geräte auf den Markt.

3.1 Solar-Wechselrichter gibt Schaltsignale

Einige neue Solar-Wechselrichter-Serien haben einen Relaisausgang, mit dem eine Wärmepumpe oder ein Haushaltsgerät freigegeben werden kann.

Es kann entweder eine Einschalt- und Ausschaltleistung festgelegt werden (z.B. bei Solarleistung 2000 W ein / 1500 W aus); oder wenn die Einschaltleistung für x Minuten überschritten wird, wird das Freigabesignal für y Minuten aufrecht erhalten (z.B. 2 Minuten über 2000 W abwarten, dann 60 min Freigabe).

Speichersysteme mit 10 kWh Speicherkapazität erhöhen den Eigenverbrauch auf bis zu 80 %, sind jedoch bei aktuellen Preisen (Speicherkosten über 25 Rp/kWh) meist nicht wirtschaftlich.

Eine Marktübersicht zu gängigen Batteriespeichern findet sich hier: www.pv-magazine.de/marktuebersichten/batteriespeicher/

2.5 Erreichbare Eigenverbrauchsanteile

Je nach optimierter Gerätegruppe sind die erreichbaren Eigenverbrauchsanteile unterschiedlich. Abbildung 8 zeigt in der Praxis erreichbare Anteile.

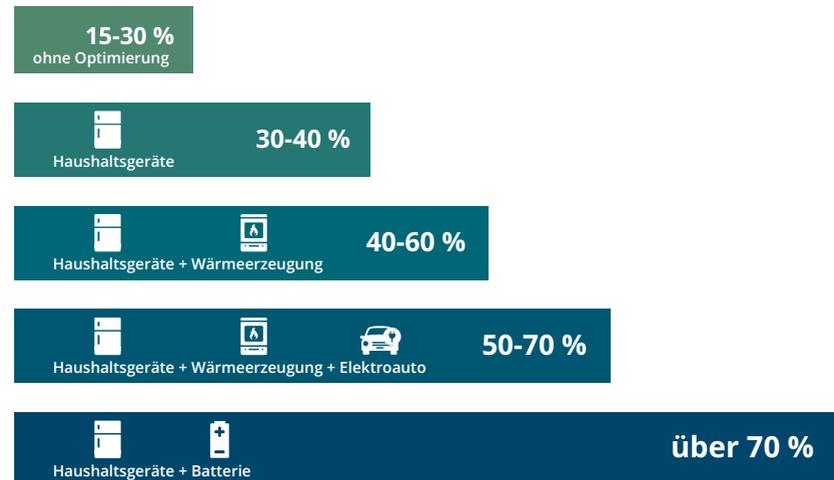


Abbildung 8: Richtwerte für erreichbaren Eigenverbrauchsanteil in Abhängigkeit der optimierten Gerätegruppen

Produkt	Piko 3.0 bis Piko 20	Symo / Galvo / Primo		Sunny Boy / Tripower	Blueplanet / Powa
Anbieter	Kostal	Fronius		SMA	Kaco
Link	www.kostal-solar-electric.com	www.fronius.com		www.sma.de	www.kaco-newenergy.com
Optimierungsbereich	 Haushalt / Wärme	 Haushalt / Wärme		 Haushalt / Wärme	 Haushalt / Wärme
interne Relais	1	1		1	1
Datenkommunikation ¹	2 x LAN, RS-485, S0, Piko-Sensor, optional GSM	S0, optional: LAN, Modbus, RS-485, WLAN		RS-485, Bluetooth	Ethernet, USB, RS-485, optional: S0
Einschaltlogik	Einschaltleistung, stabiles Überschreiten	Einschaltleistung, stabiles Überschreiten		Einschaltleistung, stabiles Überschreiten	Einschaltleistung, stabiles Überschreiten
Ausschaltlogik	Ausschaltleistung, Laufzeit	Ausschaltleistung, Laufzeit		Laufzeit	Ausschaltleistung, Laufzeit
Bemerkungen	Zusammen mit einem Piko BA Sensor ist Schalten gemäss Rückspeiseleistung statt WR-Leistung möglich	mit ext. Stromzähler (S0-Bus) Berücksichtigung der Rückspeiseleistung. 12V-Digitalkontakt, direkter Datenaustausch mit Loxone Miniserver, erweiterbar mit Fronius Smart Meter		int. Relais („Multifunktionsrelais“) u.a. auch als Störmel-derelais konfigurierbar	Eigenverbrauchssteuerung („Priwatt“), in allen Geräten bis 50 kW, Relaiskontakt entweder als „Priwatt“ oder als Störmeldekontakt konfigurierbar
					

Tabelle 1: Wechselrichter mit integriertem Eigenverbrauchsmanager



¹ Nur Datenkommunikation (Auslesen und Parametrieren des Wechselrichters), keine Ansteuerung von ext. Geräten möglich, diese sind nur via „internes Relais“ ansteuerbar

Beispiel: (Kostal-)Wechselrichter und (alpha innotec-) Wärmepumpe:
 Beim Kostal-Wechselrichter kann zwischen zwei Logik-Varianten ausgewählt werden. Doch nicht jede Wärmepumpe hat eine Steuerung, die mit einem PV-Freigabesignal umgehen kann. alpha innotec Wärmepumpen sind seit 2013 "pv ready"² - d.h. sie können auf ein Freigabesignal eines Wechselrichters oder einer Smart Home Steuerung reagieren (www.ait-schweiz.ch). Das Freigabesignal „forciert“ die Wärmepumpe; d.h. eine Wärme-Reserve wird aufgebaut. Nötigenfalls läuft die Wärmepumpe auch nachts, sie ist nicht gesperrt.

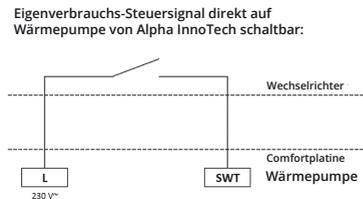


Abbildung 9 (links): Wärmepumpe an Kontakt von Wechselrichter (Quelle: ait)
 Abbildung 10 (rechts): Vorgesetzte Schaltvorrichtung (Quelle: Kostal)

Hat ein Verbraucher keinen Steuerungseingang, kann ein Schaltkontakt die Stromversorgung unterbrechen. Waschmaschinen und Geschirrspüler setzen ihr Programm nach einem Stromunterbruch fort; dies ist im Hinblick auf Mittags-Sperrzeiten so vorgesehen. Das Programm muss jedoch 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 Verkabelung 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.

² Regelung Luxtronik 2.0 mit Softwareversion x.64 oder höher nötig, Comfortplatine

3.2 Ladestation / Wärmepumpe / Boiler läuft gemäss Stromzähler-Information

Die meisten Elektrofahrzeuge beziehen beim Laden unreguliert eine fixe Leistung von mehreren Kilowatt. AlpiQ lanciert mit GridSense Ladestationen, welche die Netzbelastung schonen sollen.

Eine Solarstrom-Eigenverbrauchs-Optimierungsfunktion ist jedoch (noch) nicht implementiert. Daneben gibt es noch weitere Systeme, die von aussen Signale geben: z.B. „my sun“ der BKW steuern den Boiler basierend auf der Einstrahlungsprognose, Swisscom Energy Solutions AG basierend auf Netzzustand (Stichwort „Regelenergieoptimierung“).

Systeme, bei denen ein Dienstleister von aussen steuert, mögen netztechnisch Vorteile bringen, entsprechen jedoch nicht unbedingt dem lokalen Eigenverbrauchs-Optimum.

Die SmartPVCharge Ladestationen von Schletter sind hingegen so programmiert, dass sie je nach lokaler Solarstrom-Verfügbarkeit das Elektrofahrzeug mit variabler Leistung laden. Zusätzlich kann auch ein Heizstab variabel angesteuert werden.

www.schletter.de/DE/elektromobilitaet/smartpvcharge.html

Wärmepumpen-Beispiel Viessmann

Die Wärmepumpensteuerung Vitronic 200, Typ WO1C wertet selbst Zählerinformation aus und gibt sich selbst frei, wenn 30% mehr Strom zurückfließt als die Wärmepumpe beansprucht: www.viessmann.ch/content/dam/internet-global/pdf_documents/toptechnik/tt-effizienter_eigenverbrauch_von_solarstrom.pdf.

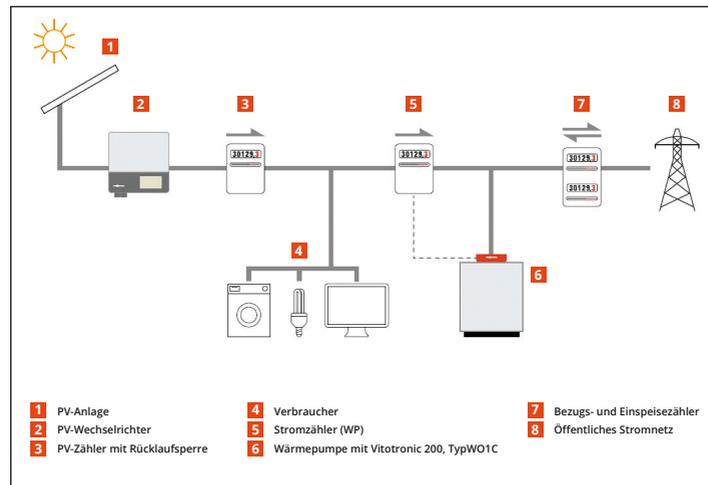


Abbildung 11: Wärmepumpen-Steuerung unter Einbezug Solarstrom von Viessmann

Vorteil: Günstig, wenn Komplettlösung von einem Hersteller erwünscht.

Nachteil: Produkt- bzw. herstellerbezogene Lösung. Kombination verschiedener Gerätemarken erschwert.

Beispiel: Home Connect, SMA Sunny Home Manager und Miele@Home Geräte

Bosch und Siemens haben „Home Connect“ lanciert; damit kann ein Haushaltsgerät via Smartphone von unterwegs aus gestartet werden. Eine automatisierte Freigabe aufgrund Solarstromverfügbarkeit, ist in Planung. Bei Miele ist eine Smart-Start Funktion für Geschirrspüler, Waschmaschinen und Trockner der „Miele@Home“-Reihe schon verfügbar. Der Sunny Home Manager empfängt Wetterprognosen und kann aufgrund von Erfahrungsdaten Verbraucher in das zu erwartende Produktionsprofil eintakten. Er kann über ein Gateway Miele@Home Geräte direkt ansteuern.

3.3 Steuergeräte zur Eigenverbrauchsoptimierung

Spezielle Geräte zur Eigenverbrauchsoptimierung werden von diversen Herstellern angeboten.

Unterschiedlich sind neben Kommunikationsstandards³ die Flexibilität der Programmierung (z.B. Vorteil von PowerDog: frei auf Geräte-Display) und ob Wetterdaten oder Stromtarife in die Optimierung mit einfließen. Bei Zogg-Energy-Control (s. Tabelle 3) kann man beispielsweise wählen, ob man die Geräte kostenoptimiert und damit ggf. auch nachts bei Niedertarif laufen lassen will, oder voll eigenverbrauchsoptimiert. Wenn Wetterprognose-Daten einfließen, kann z.B. das Rückspeise-Maximum reduziert werden, indem bei sonniger Prognose eine Batterie / ein Elektrofahrzeug erst in den Mittagsstunden lädt („Peak-Shaving“), während bei nahendem Regen schon von morgens an geladen wird.

Vorteil: Energieverbrauch und -produktion wird illustrativ aufbereitet, umfassende Programmiermöglichkeiten für gezielt-optimierten Geräteeinsatz.

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

³ Initiativen für einheitliche Kommunikationsstandards sind u.a.: www.eebus.org, www.smarteco-system.com

Produkt	Solar-Log 300 / 1200 und 2000	Powerdog S/M/L		Sunny Home Manager	Elios4You Smart	Energie Manager ⁴
Anbieter	Solare Daten-systeme GmbH / BKW	Ecodata GmbH		SMA Solar Technology AG	4-noks s.r.l.	Solarwatt GmbH
Link	www.solar-log.ch	www.power-dog.eu		www.sma.de	www.4-noks.it	www.solarwatt.de
Optimierungsbereich	 Haushalt / Wärme	 Haushalt / Wärme / E-Mobil		 Haushalt / Wärme / E-Mobil	 Haushalt / Wärme	 Haushalt / Wärme
interne Relais	1 (nur bei 1200 / 2000)	1 (nur bei M / L), Optokoppler, analog		0	0	via Zusatzmodule
externe Aktoren	Funksteckdosen (Belkin und Gude), Relais-Box, EGO Smart Heater, Wärmepumpen IDM, Batteriespeicher Kyocera und Varta	frei programmierbar, breites Spektrum ext. Aktoren, u.a. Digital-, Analog-, Impulsausgänge, Funksteckdosen		SMA- Funksteckdosen, Plugwise-Schalter ⁵ , SG-Ready Wärmepumpen, Haushaltsgeräte (Miele, BSH), Auto-Ladestationen (Schletter, Mennekes), div. Batteriespeicher	ZigBee Funksteckdosen und -schalter, PWM-PowerReducer für Elektroboiler	Plugwise-Schalter ⁴ , SG-Ready Wärmepumpen (via Zusatzmodul)
Kommunikation	Wifi, LAN, RS485/RS422, GPRS, USB, S0, PM+	LAN, Can (in Vorbereitung), RS-485, RS-422, USB, 1-Wire, S0, über Zusatzmodule: ZigBee, WLAN, Bluetooth		Bluetooth, Ethernet, Speedwire, S0	Wifi, ZigBee	Ethernet, RS-485, S0, CAN, USB
Anzeige	Mobile App, am Gerät, Webportal	am Gerät, Mobile App, Webportal		Mobile App, Webportal	Mobile App	Mobile App, Webportal
Programmierung	Notebook, Webportal	Display, Notebook		Mobile App, Portal	Mobile App	USB/Notebook, Webportal
Wetterprognose	geplant	nein		ja	nein	ja
Tarifoptimierung	geplant	ja		nein	ja	geplant
Anzahl steuerbare Geräte	10	50		10 SMA-Funksteckdosen, 32 Verbraucher via Ethernet	4	
Besonderheiten	inkl. umfassender PV-Überwachung fast aller Wechselrichter, Webportal (über 30 kW kostenpflichtig), für 2016 Integration Elektromobilität geplant	Unterstützung fast aller Wechselrichter, flexible Programmierung, grosses Sortiment an Sensoren (u.a. Wasser- und Raumtemperaturen) und Aktoren		Zum Einsatz mit SMA Wechselrichter. Via EEBus-Gateway können Geräte mit anderen Protokollen eingebunden werden.	keine Wechselrichterkommunikation, Messung via Strommessklemmen	Hutschienenmontage, basierend auf Linux, VPN-Tunnel, direkte Kommunikation mit Wechselrichtern von SMA, Kostal, Steca
Geräte-Richtpreis	Solar-Log 300 ab 420 CHF Solar-Log 1200 ab 700 CHF Solar-Log 2000 ab 1100 CHF	ab CHF 500		ab CHF 330	ab 300 CHF	ab CHF 500
						

Tabelle 2: Gegenüberstellung gängiger Steuergeräte zur Eigenverbrauchsoptimierung

⁴ Das Produkt von www.kiwigrid.com wird von verschiedenen PV-Lieferanten angepasst und eingesetzt; vergleiche auch sunTrol von Solarworld

⁵ mit Zusatzgerät Plugwise Stretch, Plugwise ist eine Funksteckdosen-Reihe basierend auf ZigBee, www.pluginwise.com. Preise ab CHF 70 / Steckdose. Nachteil: kein standardisiertes Protokoll, es gibt keine Drittprodukte, welche alternativ eingesetzt werden könnten

3.4 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, weil Überschuss-Strom vorhanden ist. Sie übernehmen die Komfortsteuerung umfassender, schalten auch in Abhängigkeit von Warmwasser- oder Raumtemperatur und berücksichtigen Wetterprognosen und Stromtarife.

Produkt	Miniserver / Miniserver GO	Eigenverbrauchsmanager		Digitalstrom	Fhem
Anbieter	Loxone	Zogg-Energy-Control		Digitalstrom	diverse, Open Source
Link	www.loxone.com	www.zogg-energy-control.ch		www.digitalstrom.org	www.fhem.de
Optimierungsbereich	 Haushalt / Wärme / E-Mobil	 Haushalt / Wärme / E-Mobil		 Haushalt / Wärme	 Haushalt / Wärme / E-Mobil
interne Relais	8 (Null bei Miniserver Go)	0		0	verschieden
externe Aktoren	Funksteckdosen oder Relais in Elektroverteilerschrank	Eltako-Relais in Elektroverteilerschrank		breites System diverser Schaltgeräte und Steckdosen	ca. 200 verschiedene Protokolle / Gerätetypen
Kommunikation	EnOcean, Modbus, LAN, KNX (Miniserver GO nur LAN und AirBase)	EnOcean, Modbus u.a.		Powerline	EnOcean, ZigBee, KNX, WLAN, Bluetooth, LAN, Powerline, ZWave, HomeEasy, 1Wire, Firmata etc.
Anzeige	Mobile App, Webseite	Webseite		Mobile App	Webseite, Mobile App, div. Frontends
Programmierung	Notebook (LAN), Mobile App, Webseite	Notebook (USB), Mobile App		Notebook (USB), Mobile App	Perl-Skripte, graphisch
Wetterprognose	ja	ja		ja	ja
Tarifoptimierung	ja	ja		ja	ja
Besonderheiten	umfassendes Smart Home System, besonders geeignet für Neubauten, Loxone Go auch für Bestandsbauten	berücksichtigt Charakteristika von Heizsystem und Gebäudehülle, mit spez. Wärmepumpensteuerung, „neues Produkt mit noch geringer Verbreitung“		PV-Implementierung durch verschiedene Anbieter, z.B. www.netsolar.ch oder www.smartvolt.ch	Perl-basierendes Open Source-System mit breiter Hardware- und Betriebssystemunterstützung (inkl. Einplatinencomputer), siehe auch www.fhem.de/Heimautomatisierung-mit-fhem.pdf
Geräte-Richtpreis	Miniserver ab 529 CHF, Version GO ab 399 CHF, Funksteckdosen CHF 80/ Stück	Nur komplett mit individueller Programmierung erhältlich, Richtpreis 2500 - 3500 CHF je nach Grösse		ab CHF 399, zuzüglich ext. PV-Implementierung	Software gratis, kommerzieller Anbieter: http://www.dhs-computertechnik.de
					

Tabelle 3: Übersicht Smart Home Systeme zur Eigenverbrauchsoptimierung

4 FÜNF SCHRITTE ZU HÖHEREM EIGENVERBRAUCH

■ Schritt 1: Wärmeerzeugung mit Solarstrom

Gibt es im Haus bereits eine Wärmepumpe:

Wärmepumpe via Relais (ev. EVU-Sperr-Relais) bei Solarstromüberschuss einschalten.

Ist neue Wärmepumpe geplant:

Auf Label „SG Ready“ achten, diese können einfach eingebunden werden. Eine Liste der SG Ready-Pumpen findet sich hier: www.waermepumpe.de/waermepumpe/qualitaetssicherung/sg-ready-label.html

■ ■ Schritt 2: Haushaltsgeräte mit Solarstrom betreiben

Geräte sollen manuell gesteuert werden:

Geräte dann einschalten, wenn die Sonne scheint. Hilfreich ist eine Anzeigelösung, welche die Stromproduktion und den aktuellen Verbrauch anzeigt. Z.B. Elios4You oder „Smappee“ (www.smappee.com), Kosten jeweils ca. 150 bis 300 CHF.

Geräte sollen automatisch gesteuert werden:

Installation einer Eigenverbrauchs-Steuerung, welche die Geräte gemäss Wetterprognose und produziertem Solarstrom ansteuert, diese Geräte sind in Kapitel 3.3 beschrieben. Bei neuen Haushaltsgeräten auf Smart-Start-Funktion achten. Es ist auch darauf zu achten, dass die Haushaltsgeräte nach Unterbruch das vorgängig eingestellte Programm fortsetzen.

■ ■ ■ Schritt 3: Elektrofahrzeug mit Solarstrom laden

Bei neuen Elektrofahrzeugen:

Darauf achten, dass das Fahrzeug mit „CHAdEMO“ Ladevorrichtung ausgestattet ist. Wählen Sie eine Ladestation, die mit der Eigenverbrauchs-Steuerung kommunizieren kann.

Vorhandenes Elektrofahrzeug:

Wenn keine automatische Steuerung möglich, Fahrzeug zu Zeiten mit möglichst viel Solarstrom laden (siehe auch Schritt 2 für mögliche Anzeigeräte der aktuellen Stromproduktion).

■ ■ ■ ■ Schritt 4: Batteriespeicher

Bei mehr als 6 m² PV-Fläche pro 1000 kWh Jahresverbrauch Einsatz eines Batteriespeichers prüfen. Darauf achten, dass der Speicher bei Stromausfall ein Inselnetz aufbauen kann und dass er eine Eigenverbrauchsoptimierung integriert hat. Durch einen Solarprofi ausrechnen lassen, ob der Speicher wirtschaftlich betrieben werden kann.

■ ■ ■ ■ ■ Schritt 5: Solarfeldgrösse

Für wirtschaftlich optimierten Eigenverbrauchsanteil die Solarfeldgrösse entsprechend dem Stromverbrauch dimensionieren (siehe auch Abbildung 7). Zukünftige, grosse Stromverbraucher (z.B. Wärmeerzeugung oder Elektroauto) und allfällige Speicherung mit Batterien berücksichtigen.



IMPRESSUM

Herausgeber:

Verband unabhängiger Energieerzeuger VESE – eine Fachgruppe der SSES

Aarberggasse 21, 3011 Bern

info@vese.ch, www.vese.ch

Tel. 031 371 80 00

Redaktion: VESE, Dipl.-Ing. Walter Sachs, Dipl.-Ing. Heini Lüthi-Studer

Lektorat: Medienwerkstatt Guntram Rehsche

Layout: design2concept Anja Gröninger

Druck: Fröhlich Info AG, Zollikon, CO₂ neutral mit NaturemadeStar und FSC-Papier

Stand der Angaben: Oktober 2015

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. Wir empfehlen deshalb, vor Planung, Kauf oder Installation einer Anlage die Handbücher und Verkaufsunterlagen der entsprechenden Hersteller zu konsultieren

Bild Titelseite: SMA Solar Technologies AG

Herausgeber:



www.vese.ch

Im Auftrag von:

Bundesamt für Energie BFE



www.energieschweiz.ch

In Kooperation mit:



www.sses.ch

WIE WEITER?

- **Kontaktieren Sie einen Solarprofi: www.solarprofis.ch**
- **Rufen Sie die Energie-Schweiz-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/mitglied-werden**

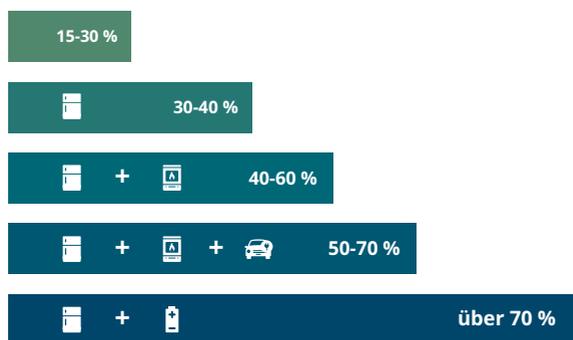


Über dieses Handbuch

In der Schweiz ist der zeit- und ortsgleiche Verbrauch von Solarstrom möglich. Was bedeutet das in der Praxis?

Und: Wie kann der Eigenverbrauch gesteigert und damit die finanzielle Amortisation der PV-Anlage beschleunigt werden?

Auf diese und weitere Fragen geht das Handbuch ein und bietet sowohl dem Installateur als auch dem interessierten Praktiker einen umfassenden Blick auf aktuelle Geräte und Möglichkeiten.



Erreichbare Eigenverbrauchsanteile

Über den VESE

VESE ist der Verband der unabhängigen Energieerzeuger.

Mitglieder sind Solargenossenschaften, Unternehmen und private Anlageeigentümer.

VESE ist eine unabhängige Fachgruppe der SSES, der Schweizerischen Vereinigung für Sonnenenergie