

Nachrüstung von PV-Anlagen mit Stromspeichern: Technik, Möglichkeiten, Wirtschaftlichkeit

Horst Bienas
2019-09-28

Überblick



- Ökonomische und technische Grundlagen
- Technische Notwendigkeit bei Speichern: Eigenverbrauchsmessung
- Technische Optionen / Systemübersicht
- Speicher Installation Grundlagen
- Beispiel der Eigenverbrauchs Optimierung
- Stromkosten und Steuerliche Betrachtungen
- Marktübersicht Technische Produkte
 - AC Systeme
 - DC Systeme
 - Nachrüstungen
- Speichergröße

(Ökonomische) Grundlagen

- Stromspeicher (Nachrüstungen) „lohnen wirtschaftlich“ bei geringen Einspeisevergütungen (Einspeisevergütung geringer als Strompreis)
- „Stromspeicher“ sollen den Energiebedarf während der „Nacht“ überbrücken, sie erhöhen die Eigenverbrauchsquote (Autarkie) (Vermeiden Energieeinkauf)

-> Extreme „Nachtverbraucher“ können aufgrund der hohen Speicherkosten nicht wirtschaftlich versorgt werden (z.B. E-Auto, große Kühlanlagen, elektrische Heizungen, ...)

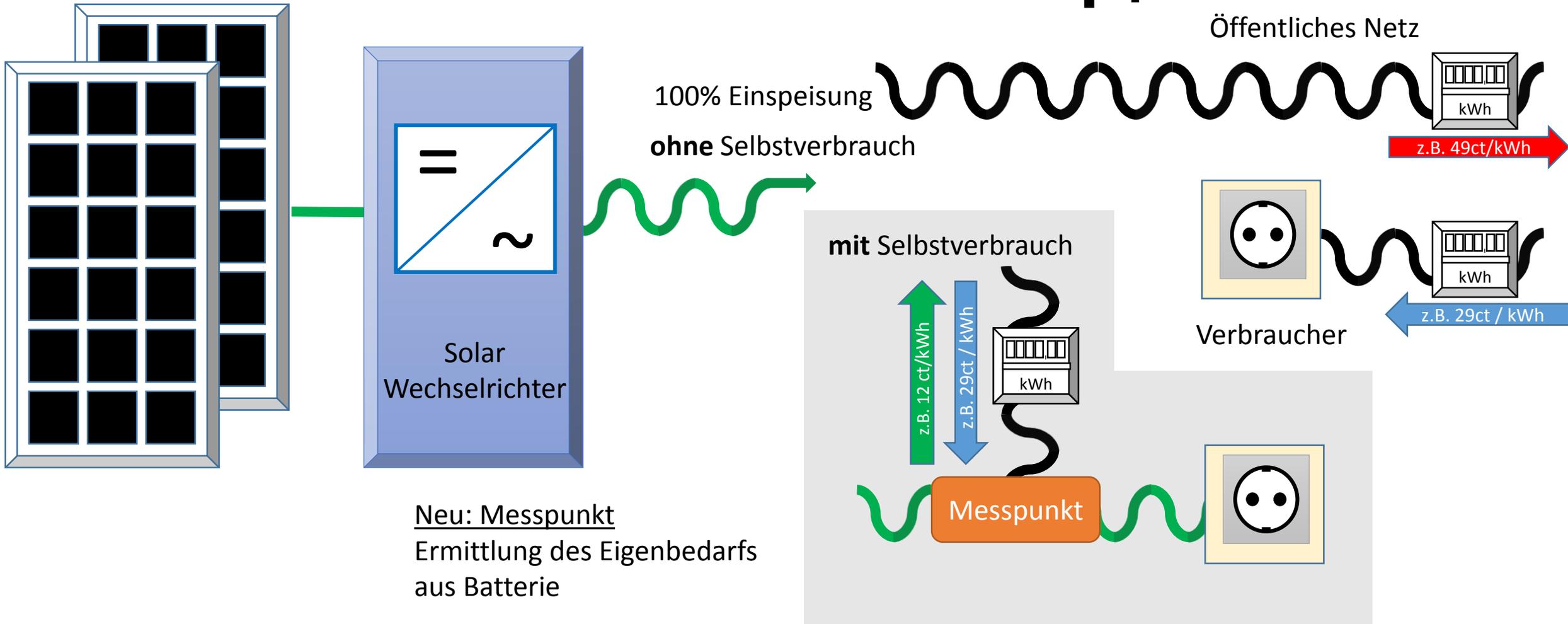
-> Aufgrund der hohen Speicherkosten (1000-1500€ / kWh) muss ein Optimum zwischen PV-Anlage, der Speichergröße und dem Energiebedarf gefunden werden.
Kaufbare Systemgrößen berücksichtigen

Erschwerte Situationen:

- Komplexe Besitzverhältnisse des Erzeugers / Verbrauchers
- Bauliche Situationen (entfernte Nebengebäude)
- Aufbauort des Batteriespeichers

„Standard“ Einspeisung

ohne bzw. mit Selbstverbrauch



Neu: Messpunkt
Ermittlung des Eigenbedarfs
aus Batterie

Eigenverbrauchs Messung erforderlich

- Eine PV Anlage speist jederzeit die max. verfügbare Energie in das Haus bzw. den „Überschuss“ in das Stromnetz ein.
 - Eine Batterie soll „Überschüsse“ speichern mit dem Ziel, diese Energie später (in der Nacht) dem Haus zu Verfügung zu stellen.
 - Zur Ermittlung des „Überschusses“ muss der momentane Energiebedarf des Hauses ermittelt werden.
 - Weiterhin soll beim Entladen ebenfalls nur der momentane Energiebedarf des Hauses bereitgestellt werden. Ziel einer Batterie ist, die Energie Einkaufskosten zu senken.
 - Da eine Batterie aufgrund der Kosten begrenzten Energieinhalt hat, muss Anwendung auf geringen Energieeinkauf optimiert werden.
- > Damit ist Messung des aktuellen Energieverbrauchs und Steuerung der entsprechenden Bereitstellung an Energie aus der Batterie erforderlich

Technische Systemübersicht

AC gekoppelte Systeme (Alternating Current = Wechselstrom)

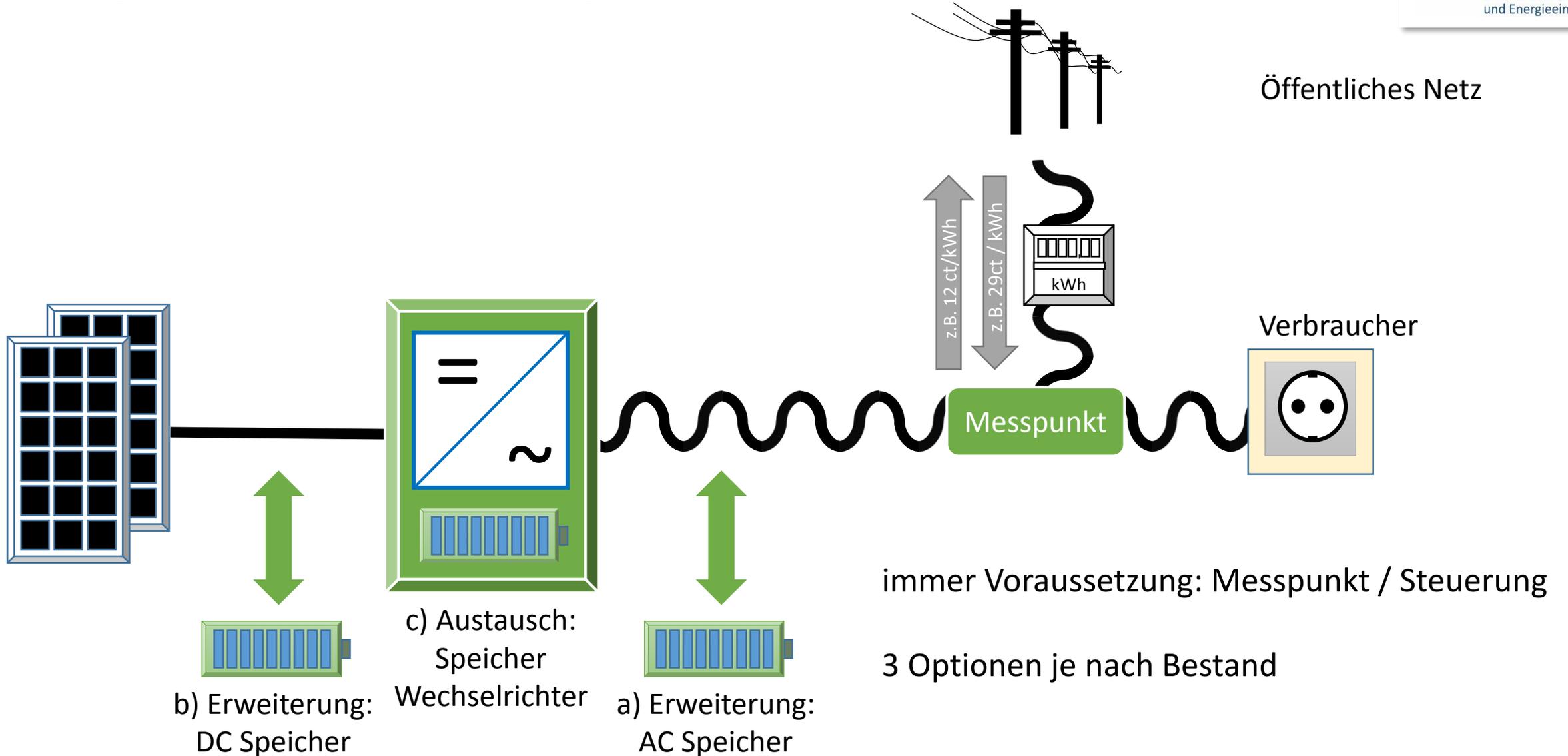
AC Batterie-Wechselrichter lassen sich leicht nachrüsten

DC gekoppelte Systeme (Direct Current = Gleichstrom)

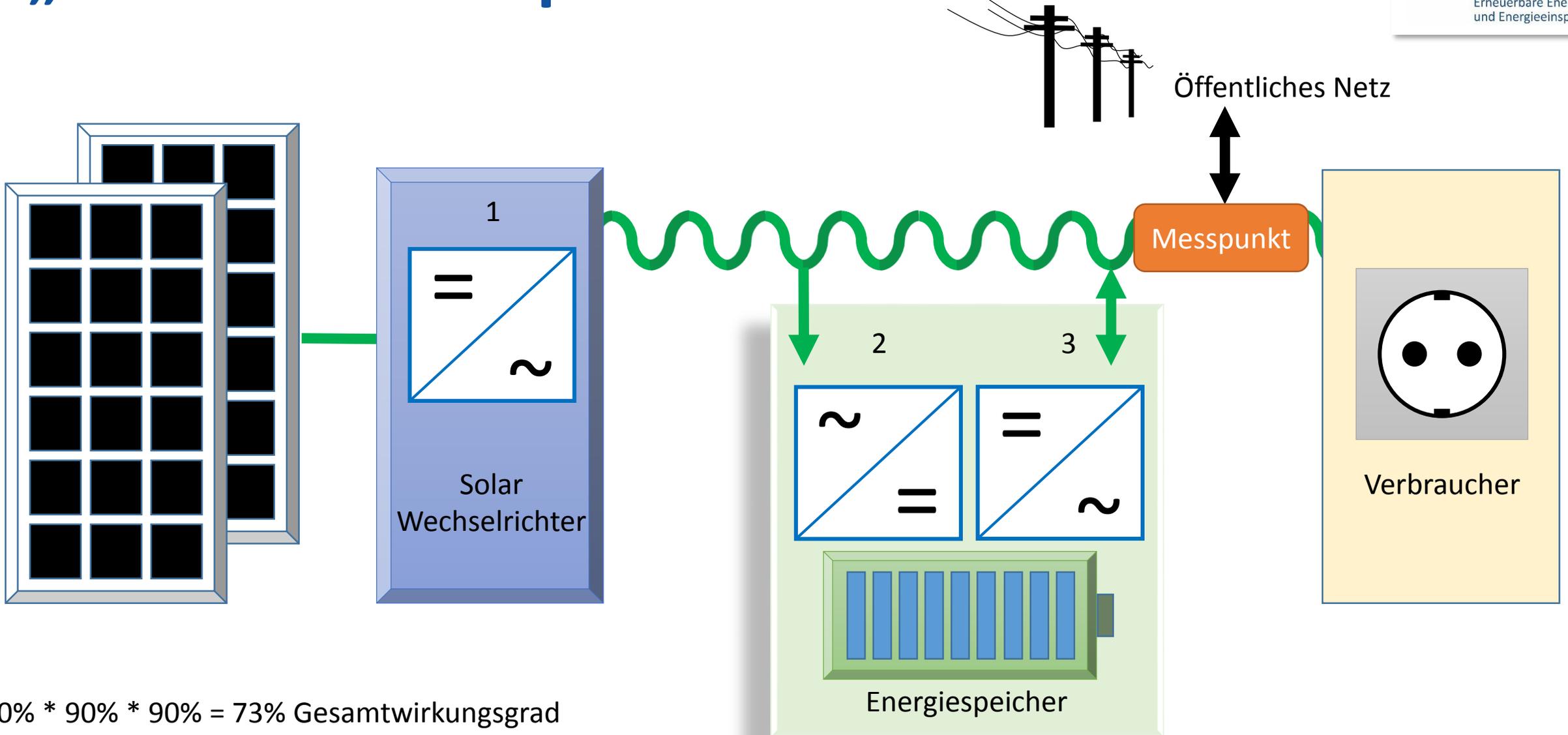
Meist integrierte Lösungen so dass Austausch mehrerer Komponenten erforderlich ist,
DC Batterie-Wechselrichter lassen inzwischen auch nachrüsten

Keine Energieversorgung bei Stromausfall
(optional Notstromversorgung ausgewählter Verbraucher)

„Optionen“ des Speichers

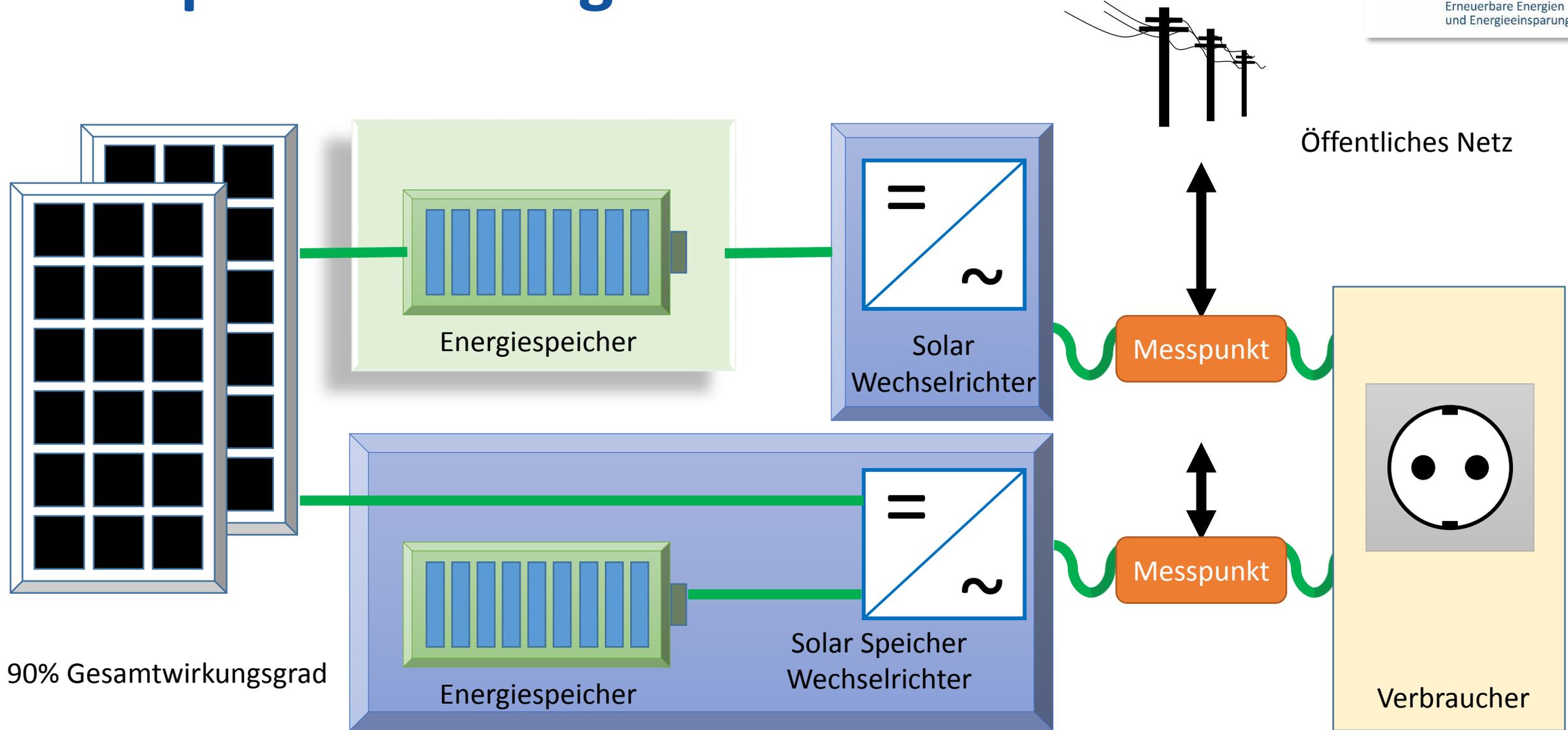


„Standard“ AC Speicher



$90\% * 90\% * 90\% = 73\%$ Gesamtwirkungsgrad
der 3 Wechselrichter

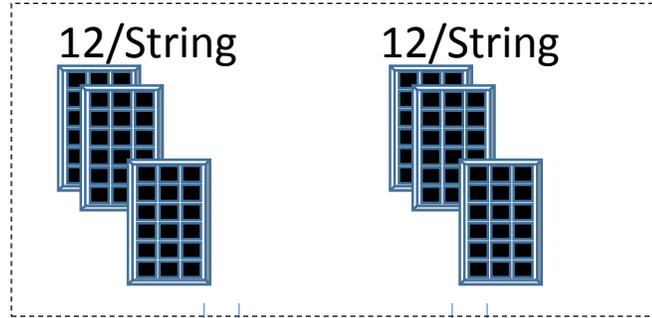
DC Speicherlösungen



PV Installationsschema (Beispiel Bienas)



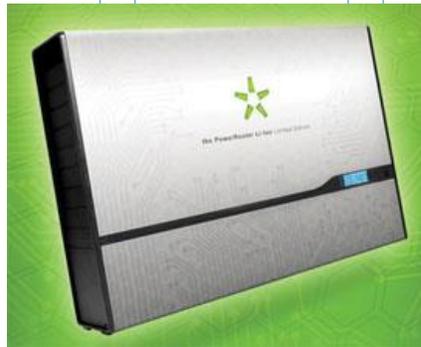
Summe: 1500 W



Sonne:
2000 W



300..600V =



230V ~

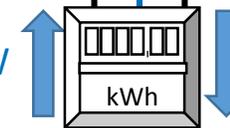
Einspeisung: 1500 W

Vorrang Eigenbedarf,
Einspeisung nur bei
Überschuss / Batterie voll

Speicher:
500 W



Zähler: 0 W

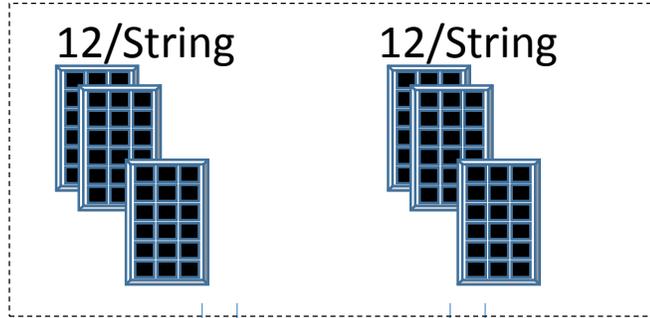


3 Phasen
„Drehstrom“
500W
700W
1200W

PV Installationsschema (Beispiel Bienas)



Summe: 500 W

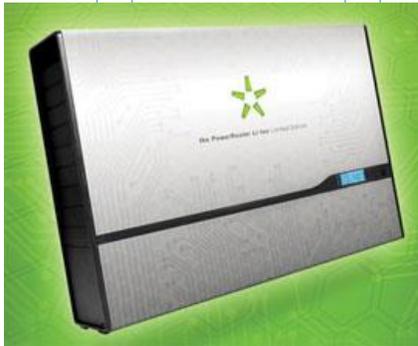


Sonne:
50 W



Beispiel Abend

300..600V =



230V ~

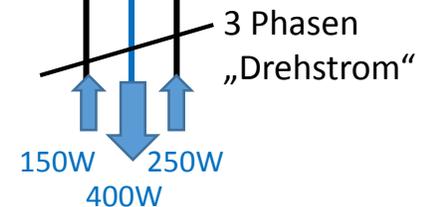
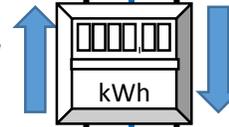
Einspeisung: 500 W

Vorrang Eigenversorgung
keine Einspeisung, kein Zukauf

Speicher:
450 W



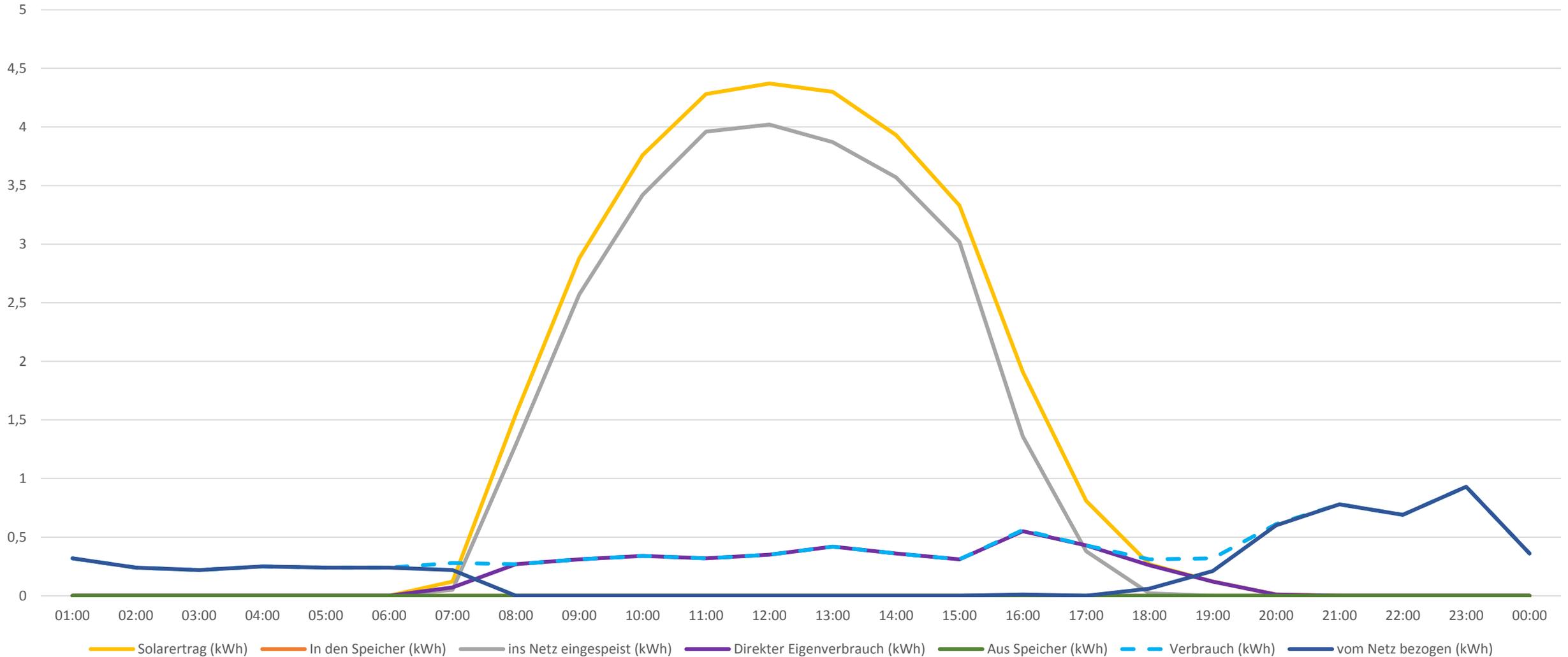
Zähler: 0 W



3 Phasen
„Drehstrom“

PV Ertrag ohne Speicher (Beispiel Bienas)

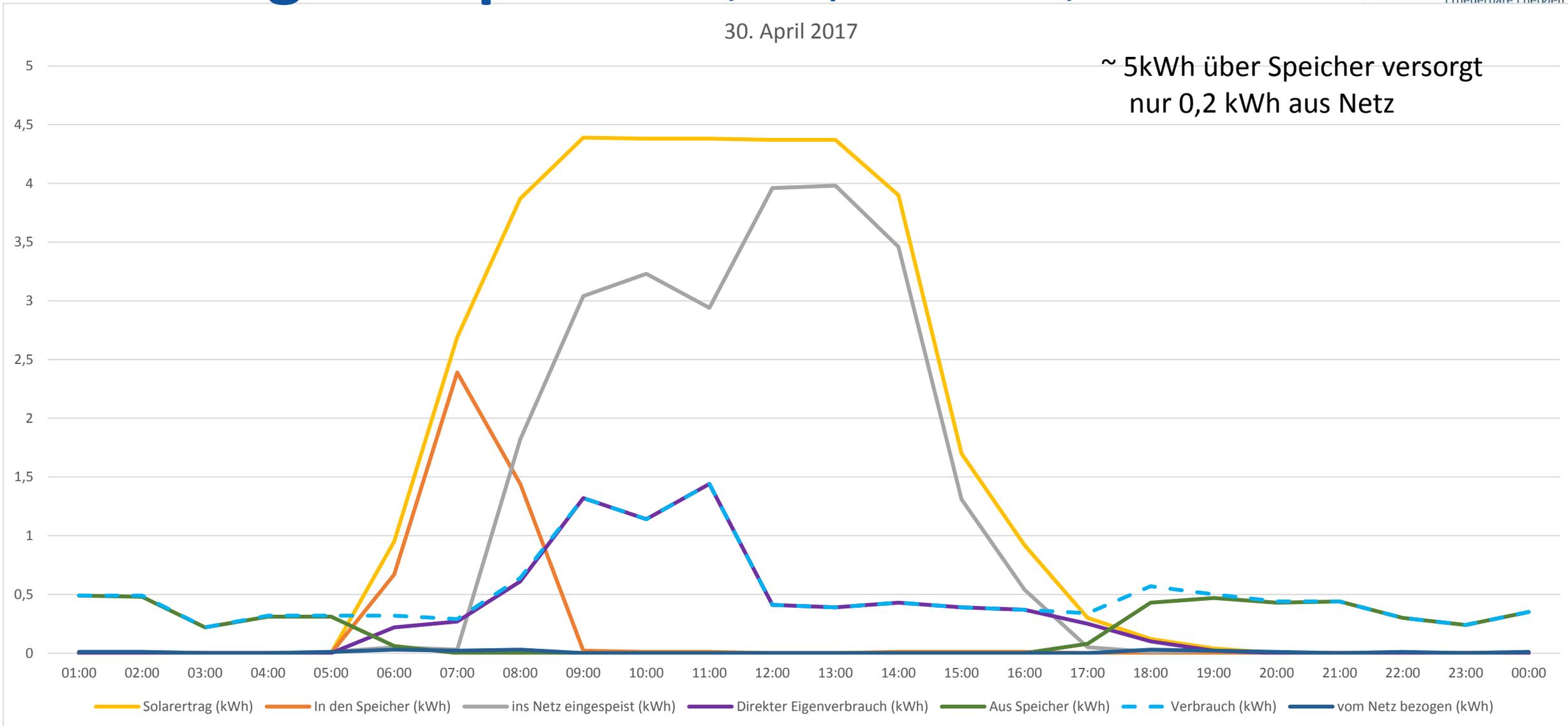
30. August 2015



PV Ertrag mit Speicher (Beispiel Bienas)

30. April 2017

~ 5kWh über Speicher versorgt
nur 0,2 kWh aus Netz



PV Ertrag Bienas (2018)

Gesamtertrag Speicher System 2018:		6285 kWh		
Einspeisung:		3180 kWh	50,60%	der Sonnenenergie
Bezogen Netz:		2242 kWh	43,70%	des Hausbedarfs
Eigenverbrauch direkt:		1851 kWh	36,07%	Recht hoher Anteil
Eigenverbrauch aus Speicher:		1038 kWh	20,23%	~200 * 5,4 kWh Zyklus
Gesamtverbrauch:		5131 kWh		
Eigenversorgung:		56,3%		Direkt und aus Speicher
Eigenverbrauch		46%		Wandler / Speicherverluste

CO₂ Bilanz:

Ø Deutschland Strom: 0,76t /Jahr

Unser Haus: 0,07t Öko (0,34t Strommix)

Abzüglich Vermeidung bei Anderen

(Einspeisung - 0,39t): - 0,32t

reduziert ggü Ø: - 1,08t = - **142%**

Stromkosten Steigerung (Beispiel Bienas)

In den letzten 23 Jahren haben sich (in meinem Beispiel) die reinen Bezugskosten insgesamt um durchschnittlich **jährlich 6,6% erhöht**

Dies wirkt sich positiv auf die Amortisationsrechnung der Eigenversorgung inkl. Energiespeichern aus

	kWh Preis	% Änderung	10 J Schnitt	Duchsschn. Jährl. %
	€ ct	ggü Vorjahr	der Steigerung	Steigerung ab 1997
1997	12,25		4,05%	
1998	12,25	0,00%		0,00%
1999	13,27	8,33%		2,78%
2000	12,65	-4,62%		0,83%
2001	12,65	0,00%		0,67%
2002	13,00	2,73%		1,03%
2003	15,45	18,85%		3,74%
2004	15,8	2,27%		3,63%
2005	16,3	3,16%		3,68%
2006	17,23	5,71%		4,07%
2007	19,5	13,17%	4,41%	5,38%
2008	19,5	0,00%		4,94%
2009	21,45	10,00%		5,78%
2010	22,79	6,25%		6,15%
2011	24,23	6,32%		6,52%
2012	26	7,30%		7,02%
2013	27,25	4,81%		7,21%
2014	27,25	0,00%		6,81%
2015	26,22	-3,78%		6,01%
2016	26,22	0,00%		5,71%
2017	29,99	14,38%		6,90%
2018	28,18	-6,04%		5,91%
2019	30,81	9,33%		6,59%

Steuerliche Betrachtungen

Anlagenkauf:

- Die Anschaffungs- Kosten eines Energiespeichers (einschl. Montage) können **nicht von der MwSt befreit** werden
Der Energiespeicher unterstützt ausschließlich den Eigenbedarf, er dient nicht dem
Gewerbeziel Energieverkauf

Ausnahmen...

Anlagenbetrieb:

- a. Gewerbe Erträge müssen versteuert werden (Einkommenssteuer)
- **Eigenbedarf ist steuerpflichtig** (sowohl private Versorgung als auch „Verkäufe“ in ggf. vorhandenen eigenen anderen Gewerbebetrieb):
 - b. Geldwerter Vorteil (Einkommen Steuer)
Die selbstgenutzte, dem „Gewerbe Stromerzeugung“ entnommene Energiemenge muss (steuerlich angesetzt mit dem Marktpreis z.B. 29 ct/kWh) über die Einkommenssteuer Erklärung mit dem pers. Steuersatz als Geldwerter Vorteil versteuert werden
 - c. Entgangene Umsatzsteuer (Umsatzsteuer)
Die selbstgenutzte, dem möglichen Verkauf entnommene Energiemenge muss (angesetzt mit dem Verkaufspreis z.B. 12 ct/kWh und 19% Umsatzsteuer) über die Umsatz Steuer Erklärung versteuert werden

Marktübersicht Technische Produkte

*Keine vollständige Liste aller Hersteller,
mehr Darstellung der technischen Unterschiede*

- **Batterie Wechselrichter**

SolarEdge, SMA, Kostal (Fronius), e2dc, (AC und DC Lösung)

mit integrierten oder separaten Hochspannungs (ca. 500V) oder Niederspannungsbatterien (ca. 50V)

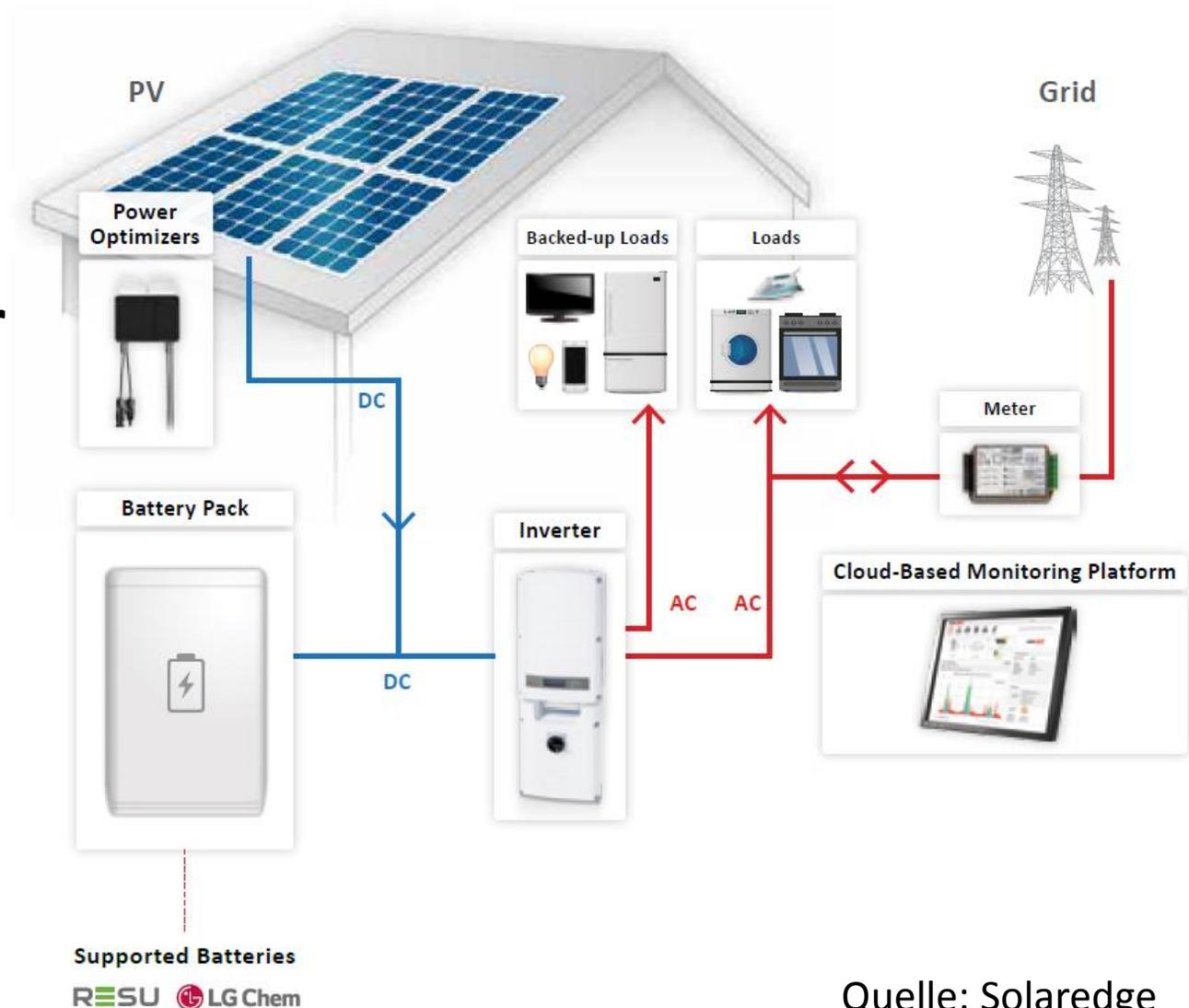
- **Tesla Powerwall / Siemens Junelight** (AC Lösung)

- **Solarwatt My-Reserve** (DC Lösung)

- **Paket Angebote**, z.B. sonnenBatterie mit Community

solaredge – StorEdge (Beispiel)

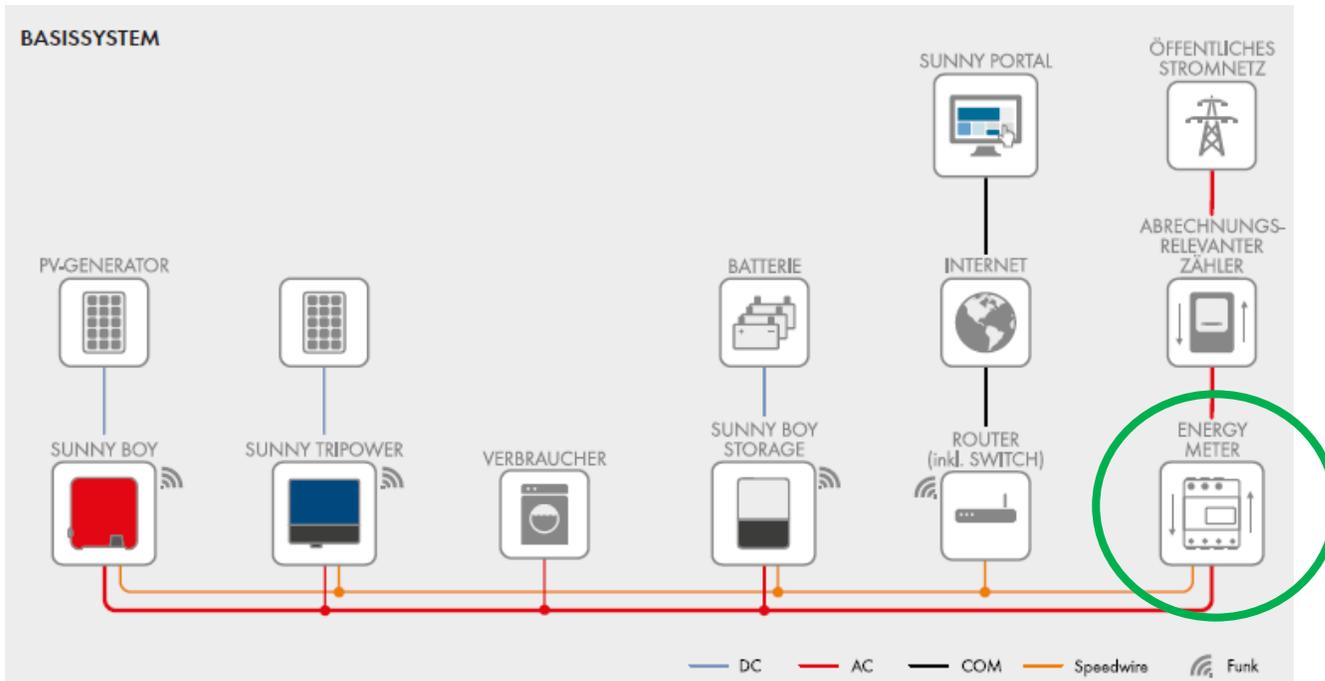
DC basierter Batterie-Wechselrichter
für verschiedene Batterien
namhafter Hersteller,
integrierte Eigenverbrauchsmessung



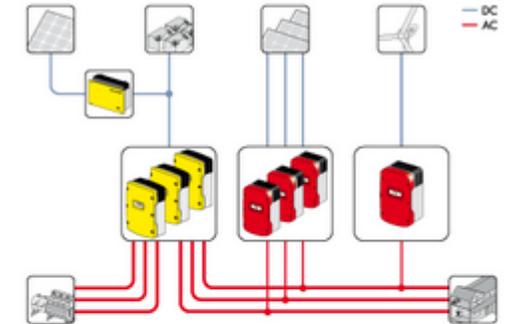
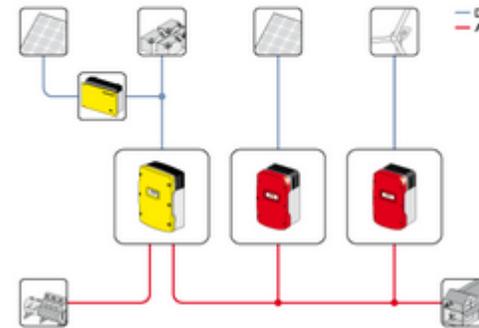
SMA – Sunny Boy oder Sunny Island (Beispiel)

Verschiedene **AC gekoppelte Systeme**
gemeinsame **Eigenverbrauchsmessung**

Sunny Boy mit integrierter / externer Batterie, 1 phasig



Sunny Island mit externer Batterie, 1 – 3 phasig



Sunny Island
als **Erweiterung** möglich

Kostal – Plenticore / Pico MP (Beispiel)

DC und AC gekoppelte Systeme

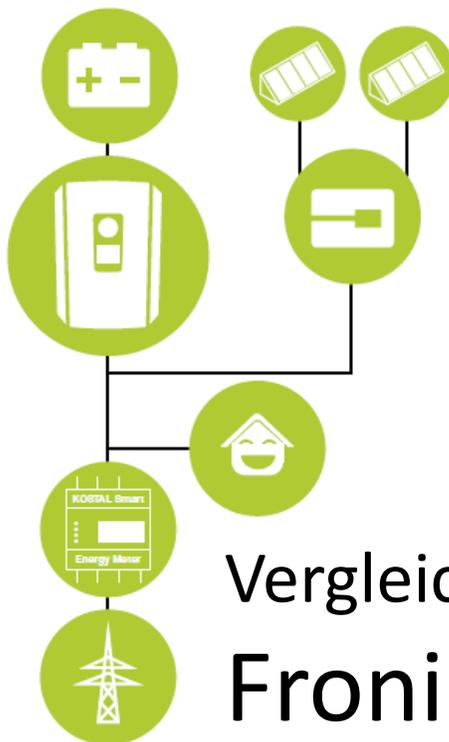
Hybrid – Anschluß von Hochvolt Batterien

Integrierte Eigenverbrauchsmessung

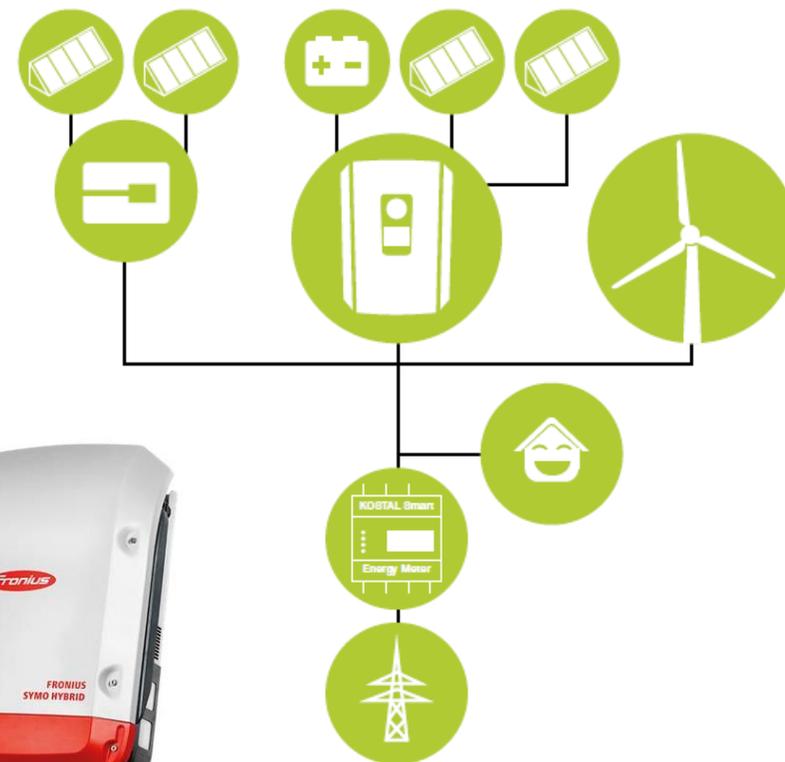
Solare Energiespeicherung



AC-Energiespeicherung*



Energiespeicherung aus Photovoltaik und AC-Energiequellen



Vergleichbar:

Fronius - Symo Hybrid

* zu einem späteren Zeitpunkt verfügbar

Quelle: Kostal/Fronius

E3DC Integrierte Lösungen (Beispiel)

AC gekoppelte Systeme 2-6 kW

1-3 phasig für E3DC Wechselrichter

gemeinsame Eigenverbrauchsmessung mit E3DC Wechselrichter



DC gekoppelte Systeme

bis 15 kW 3 phasig integrierte Batterie

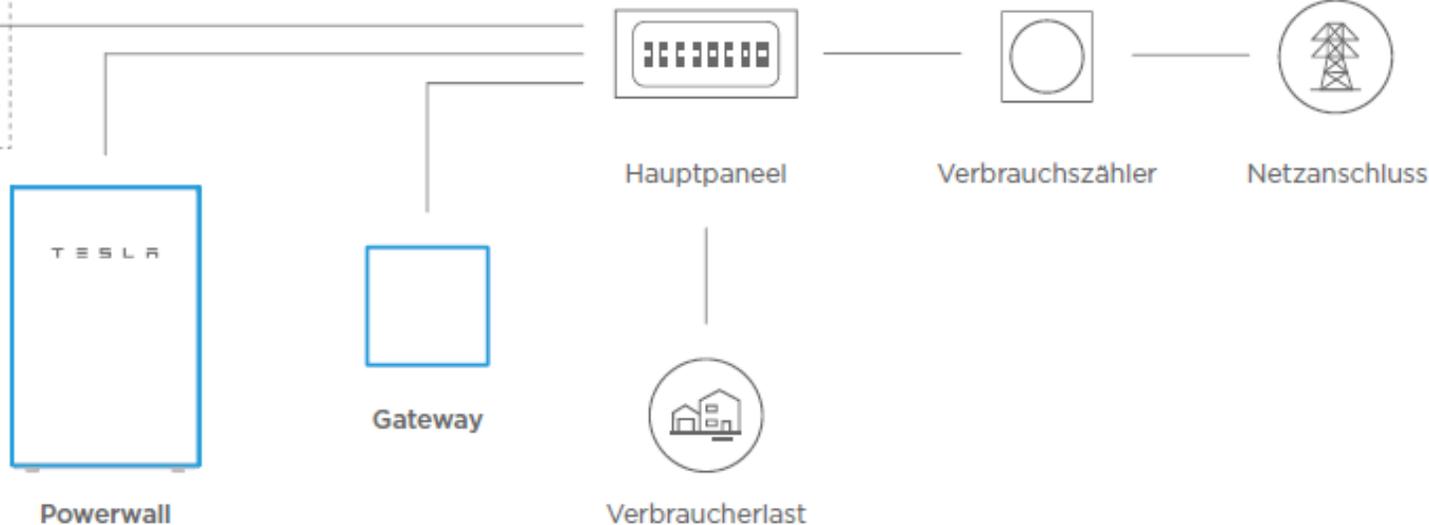
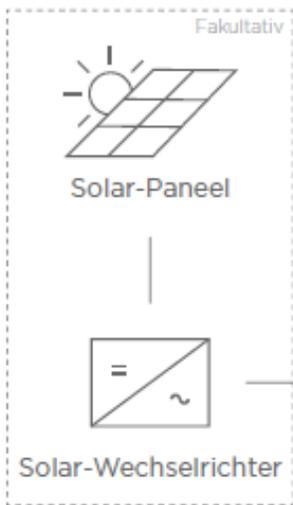
Integrierte Eigenverbrauchsmessung



TESLA – Powerwall

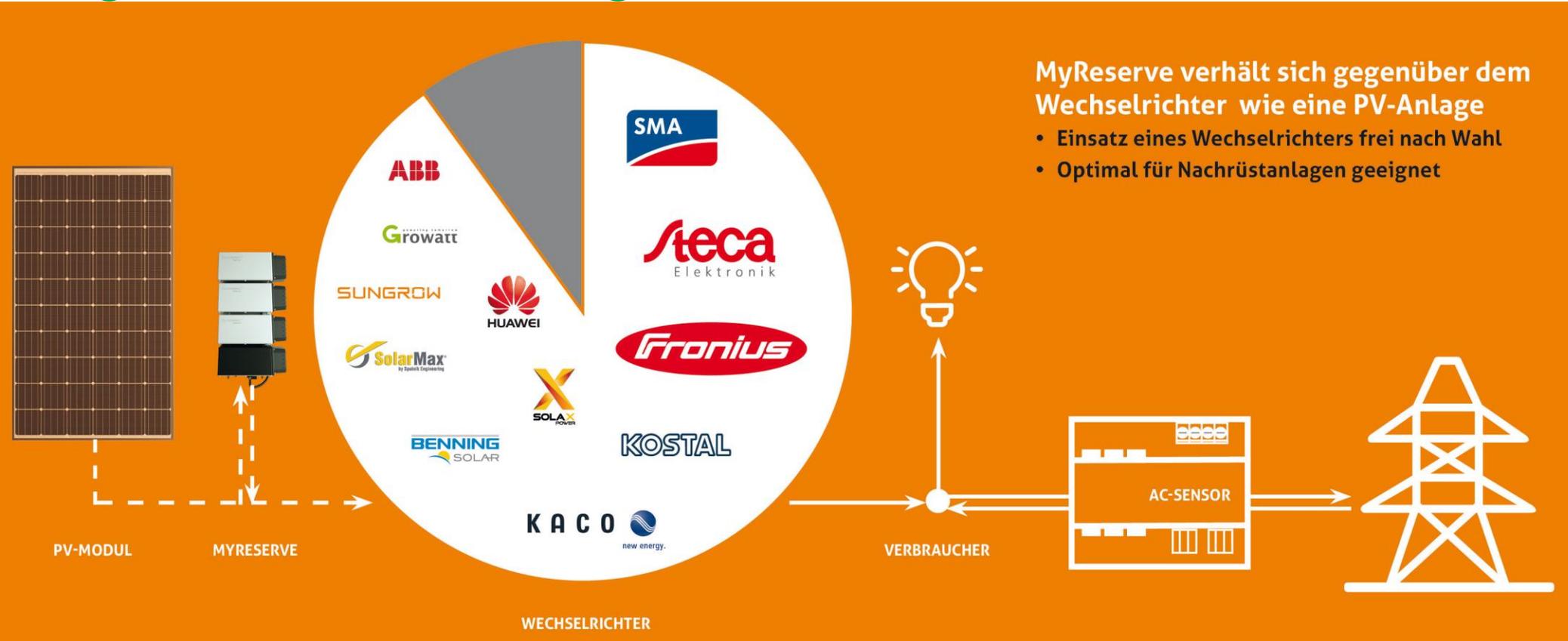
SIEMENS - Junelight (Beispiel)

AC gekoppeltes separates Batteriesystem
Eigenverbrauchsmessung im integrierten
Batteriewechselrichter
(keine Verbindung zum PV Wechselrichter)



Solarwatt – My Reserve (Beispiel)

DC basierter Hochspannungs Batterie Wechselrichter für verschiedene Wechselrichter namhafter Hersteller
Eigenverbrauchsmessung im Batteriewechselrichter

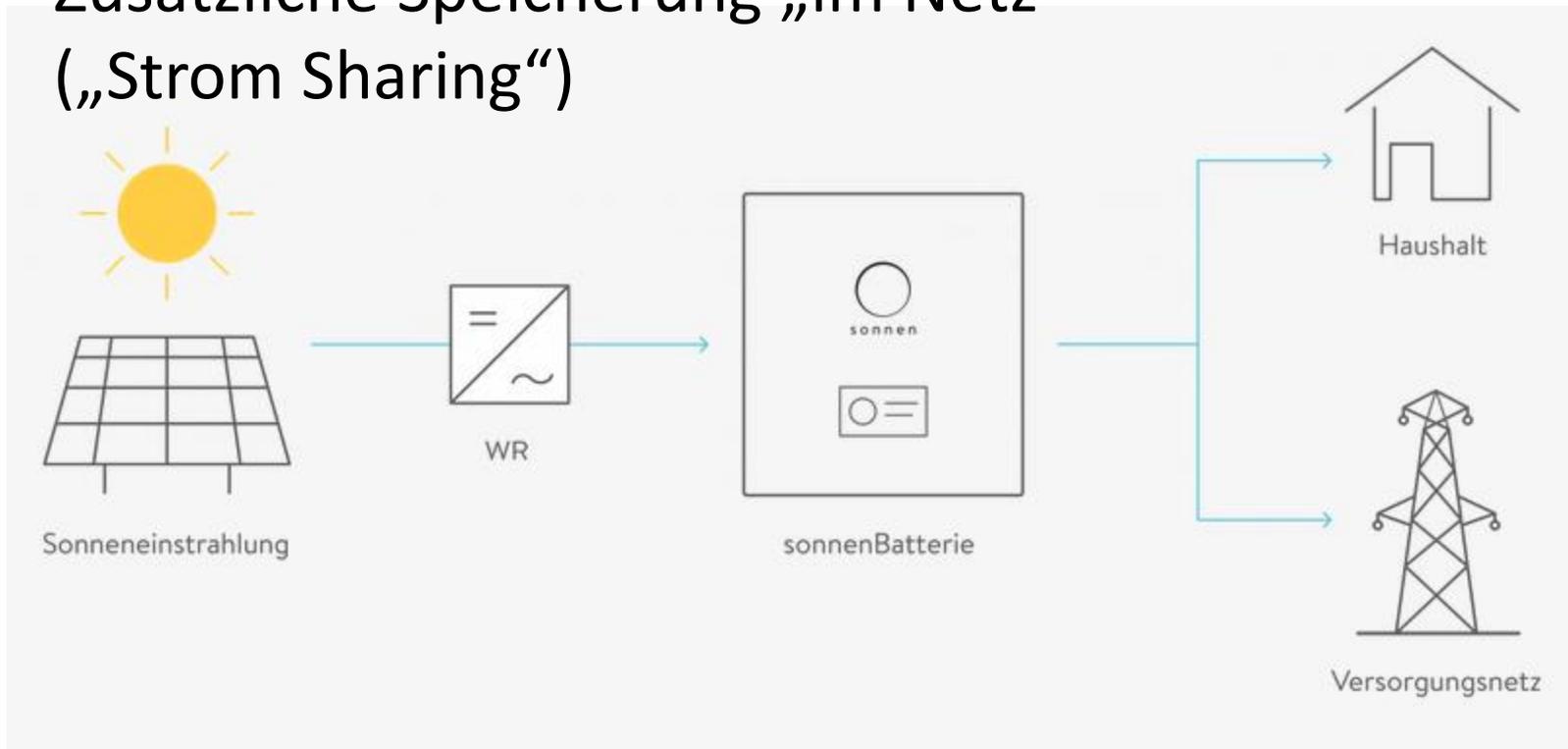


sonnenCommunity (Beispiel)

AC gekoppelte Systeme

gemeinsame Eigenverbrauchsmessung

Zusätzliche Speicherung „im Netz“
(„Strom Sharing“)



Systemlieferant

Zusätzlich
Zwischenspeicherung
von Überkapazitäten /
Bedarfe im Netz
(Netzstabilisierung)

Eigenverbrauch

- Berechnung und Optimierung



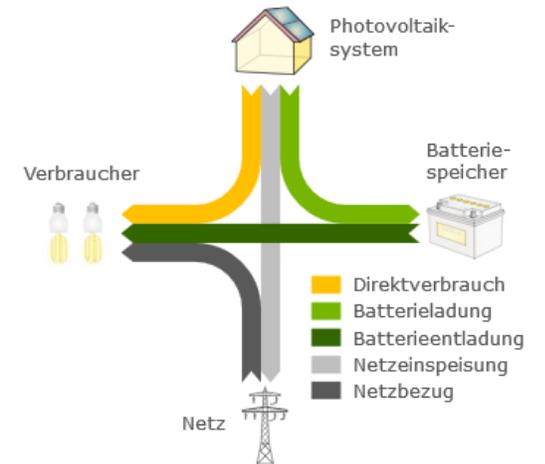
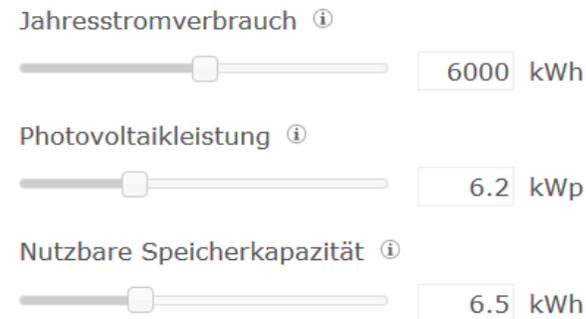
Speicher sollte den Nachtverbrauch überbrücken (Messen)

Autarkie bis zu ~60% ist wirtschaftlich (Speicherkosten)

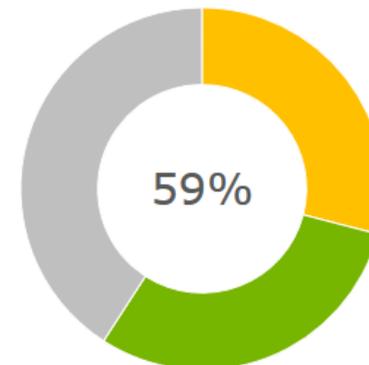
Kosten variieren stark je nach pers. Situation (Aufbauort, Alter der Wechselrichter / PV Module)

Beachte Speicher Installation:
Wohnraum Temperatur!

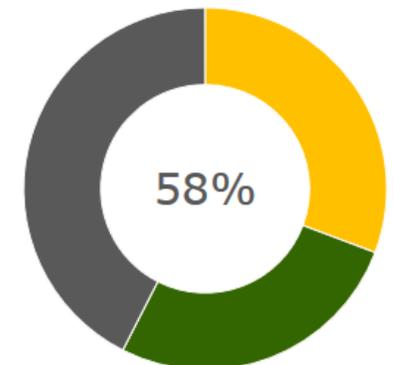
Unabhängigkeitsrechner



Eigenverbrauchsanteil ⓘ



Autarkiegrad ⓘ



<https://pvspeicher.htw-berlin.de/unabhaengigkeitsrechner/>



Horst Bienas

Am Bühel 5a / Deining

82544 Egling

h.bienas@t-online.de

CO2 Bilanz: gem. CO2 Rechner

https://lfu.co2-rechner.de/de_DE

KlimAktiv

Gemeinnützige Gesellschaft zur Förderung
des Klimaschutzes mbH unterstützt vom
Bayerisches Landesamt für Umwelt

Ziel der Präsentation: Technische Übersicht von Speichererweiterungen.
Es soll kein Hersteller bevorzugt oder nachteilig dargestellt werden.