



Effizienzbewertung von PV-Speichersystemen mit dem System Performance Index (SPI)

Johannes Weniger, Tjarko Tjaden, Nico Orth, Volker Quaschnig

Forschungsgruppe Solarspeichersysteme

Hochschule für Technik und Wirtschaft HTW Berlin

2. Herbstworkshop „Energiespeichersysteme“ an der TU Dresden

29. November 2017, Dresden

PV-Batteriesysteme in Deutschland

>75.000 Anzahl der installierten Solarstromspeicher

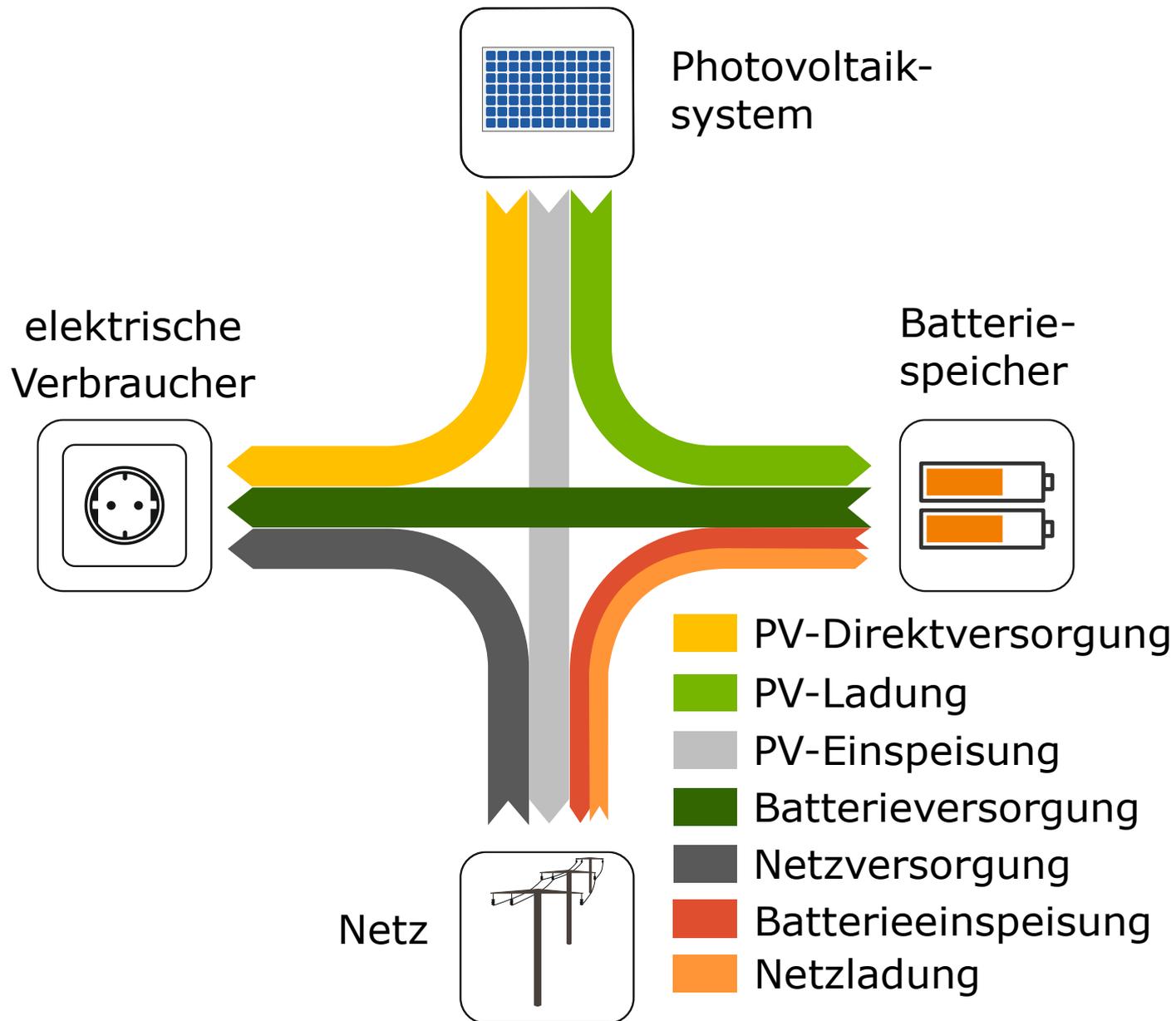
>30.000 Neue Solarstromspeicher im Jahr 2017

>50% Bereits jede zweite PV-Anlage inkl. Speicher

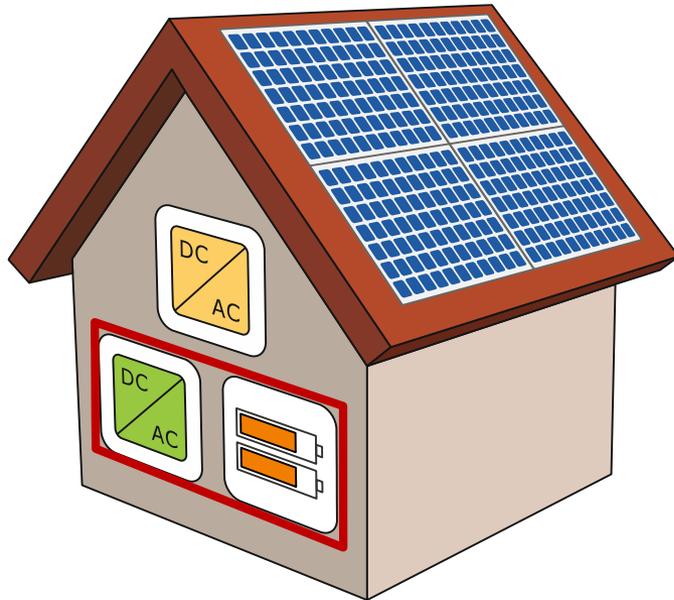
<1000 € Durchschnittlicher Systempreis pro kWh

- Die Kombination von PV-Anlagen mit Batteriesystemen hat sich zur **Standardlösung** entwickelt.
- Kostengünstige und hocheffiziente Solarstromspeicher sind die Basis für die weitere **Solarisierung** der Energieversorgung.

Energieflüsse in Wohngebäuden mit PV-Batteriesystemen



Auf der Suche nach der geeigneten Bilanzgrenze



PV-Wechselrichter



Batterieumrichter



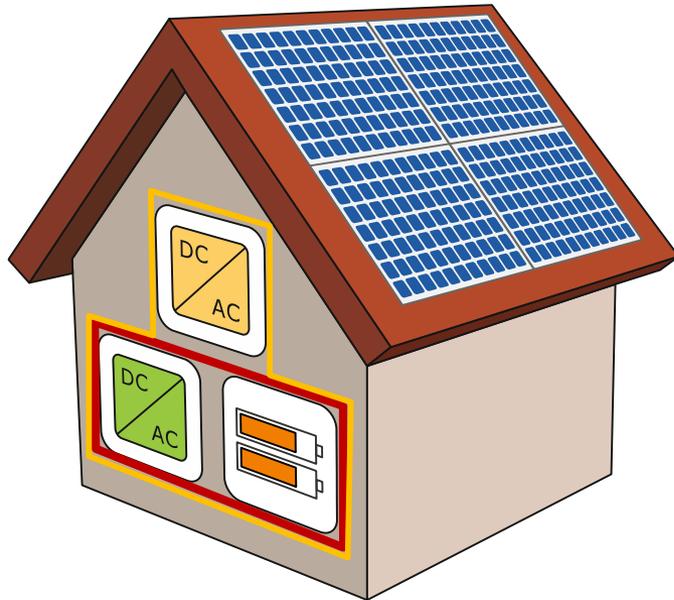
Batteriespeicher

Der **AC-Systemnutzungsgrad** ...

- ist als Verhältnis von der AC-Energieabgabe zur AC-Energieaufnahme definiert.
- lässt sich einfach aus Energiesummen berechnen.
- vernachlässigt jedoch den Energieaustausch zwischen dem Batteriespeicher und dem Netz.
- kann nur für AC-gekoppelte Systeme ermittelt werden.

Bilanzgrenze beim AC-Systemnutzungsgrad —

Auf der Suche nach der geeigneten Bilanzgrenze



Der **Systemnutzungsgrad** ...

- setzt die bilanziell nutzbare AC-Energie ins Verhältnis zum DC-Ertrag des PV-Generators.
- lässt sich für alle Systemtopologien ermitteln.
- vernachlässigt jedoch den Energieaustausch zwischen dem Batteriespeicher und dem Netz.
- wird von Abregelungs- und MPP-Trackingverlusten nur wenig beeinträchtigt.



PV-Wechselrichter



Batterieumrichter

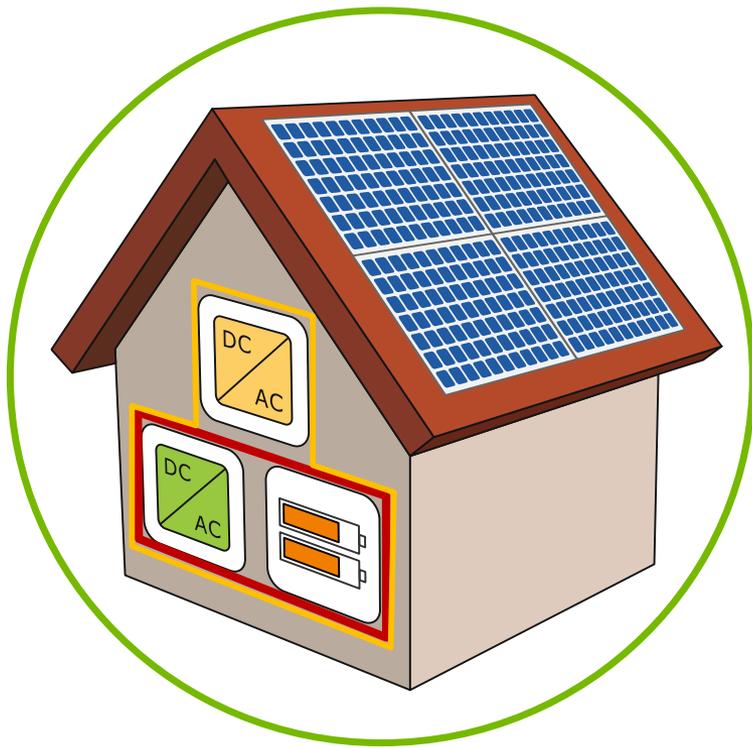


Batteriespeicher

Bilanzgrenze beim AC-Systemnutzungsgrad —

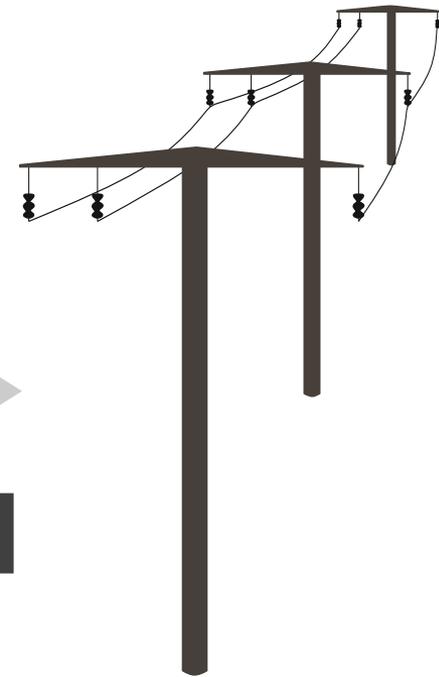
Bilanzgrenze beim Systemnutzungsgrad —

Auf der Suche nach der geeigneten Bilanzgrenze



Netzeinspeisung

Netzbezug



PV-Wechselrichter

Bilanzgrenze beim AC-Systemnutzungsgrad



Batterieumrichter

Bilanzgrenze beim Systemnutzungsgrad



Batteriespeicher

Bilanzgrenze beim System Performance Index (SPI)



→ Die Bilanzierung der Energieflüsse am **Netzanschlusspunkt** ist zu bevorzugen, da dort alle Verluste in Erscheinung treten!

System Performance Index (SPI) – Was ist denn das?

„Der SPI ist der Versuch, diese komplizierte Wirkungsgradorgie auf eine Zahl zu verdichten.“

Dr. Olaf Wollersheim | Solarwatt Innovation

„Er macht den Vergleich von Systemen unterschiedlicher BatteriegroÙe möglich.“

Dr. Michael Fuhs | pv magazine

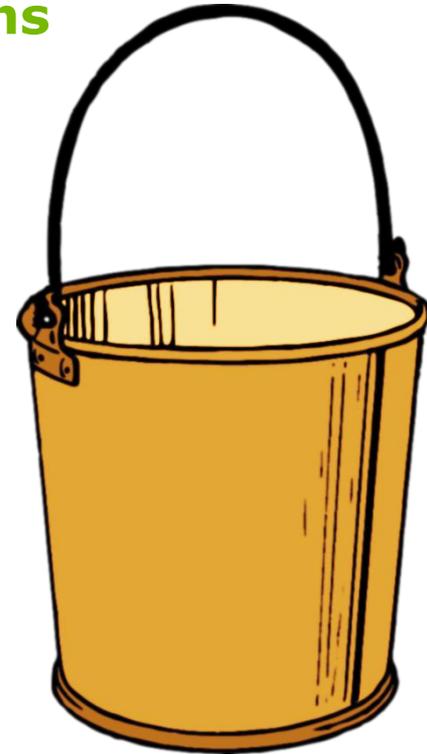
„Der SPI liefert endlich belastbare Aussagen zur Relevanz der verschiedenen Systemverluste.“

Prof. Dr. Volker Quaschnig | HTW Berlin

Exkurs: Der ideale Speicher - das Maß aller Dinge

Eigenschaften eines idealen PV-Speichersystems

1. Speicherung und Umwandlung erfolgen verlustfrei
2. Verzögerungsfreie Regelung ohne Abweichung
3. Keine Leistungsbeschränkung
4. Keine Abregelungsverluste
5. Kein Standby-Verbrauch



Bestimmung des System Performance Index (SPI)

Labortest

- Labormesswerte und Prüfbericht gemäß Effizienzleitfaden

Simulationstest

- Simulation des idealen Systems
- Simulation des realen Systems

Auswertung

- Netzeinspeisung und Netzbezug
- System Performance Index (SPI)

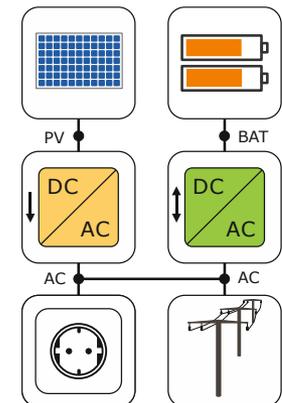
Effizienzleitfaden für
PV-Speichersysteme



Referenzdaten

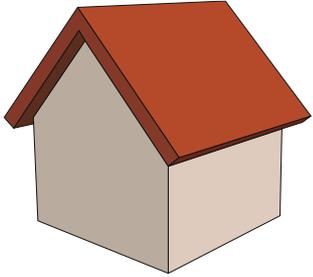
- PV-Anlagengröße
- Erzeugungsprofil
- Lastprofil

PerMod



Auswertung der Ergebnisse für ein Beispielsystem

kein System



0 kWh/a

5010 kWh/a

ideales System



$\eta=100\%$

2518 kWh/a

2254 kWh/a

reales System



$\eta<100\%$

2278 kWh/a

2648 kWh/a

-240

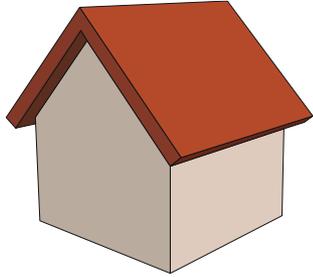
+394

Einspeisung

Netzbezug

Auswertung der Ergebnisse für ein Beispielsystem

kein System



0 kWh/a

5010 kWh/a

1403 €/a

ideales System



$\eta=100\%$

2518 kWh/a

2254 kWh/a

1074 €/a

329 €/a

reales System



$\eta < 100\%$

2278 kWh/a

2648 kWh/a

935 €/a

468 €/a

Einspeisung

Netzbezug

Kosteneinsparung

bilanzielle Kosten

Lässt sich sogar auf einem Bierdeckel bestimmen

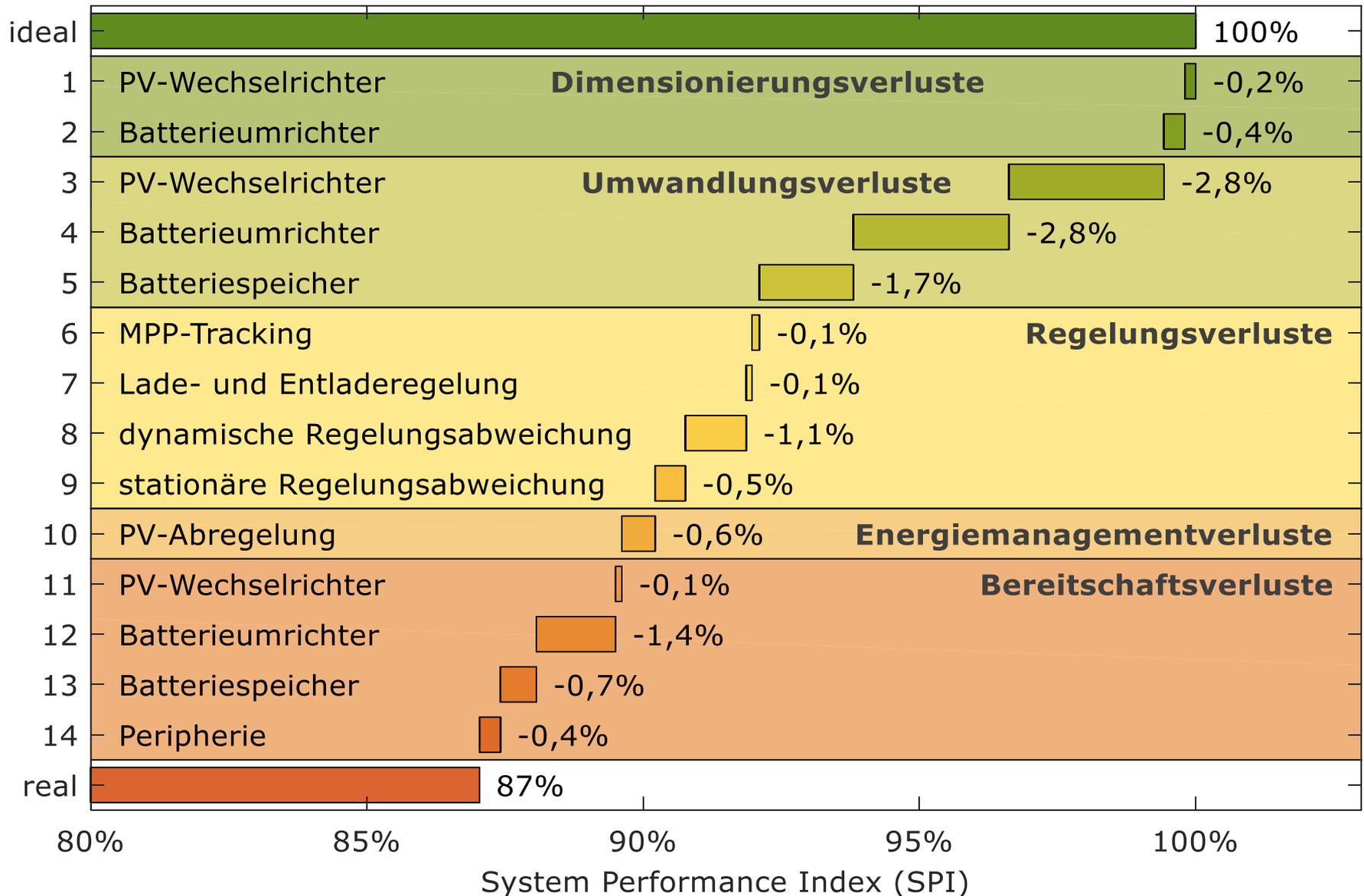
$$SPI = \frac{\text{reale Kosteneinsparung}}{\text{ideale Kosteneinsparung}}$$

Beispielsystem (3,7 kWh)

$$SPI = \frac{935 \text{ €/a}}{1074 \text{ €/a}} = 87\%$$

→ Ein SPI-Verlust von 1%
entspricht rund 10 €/a

Verlustanalyse mit dem System Performance Index (SPI)



Zusammenfassung

Der System Performance Index (SPI) ...

- bewertet die Energieeffizienz eines **PV-Batteriesystems**.
- berücksichtigt sämtliche **Systemverluste**.
- macht Produkte mit unterschiedlicher **Topologie** und unterschiedlicher **Speicherkapazität** vergleichbar.
- lässt sich sowohl aus **Computersimulationen** als auch aus **Feldmessungen** ableiten.
- kann zur **Verlustanalyse** und **Systemoptimierung** eingesetzt werden.
- gibt **Orientierung** bei der Produktauswahl.
- sorgt für mehr **Transparenz im Markt** für PV-Speicher.