



## Bewertung und Vergleich der Energieeffizienz von PV-Batteriesystemen

**Johannes Weniger, Tjarko Tjaden, Nico Orth, Volker Quaschnig**

Forschungsgruppe Solarspeichersysteme

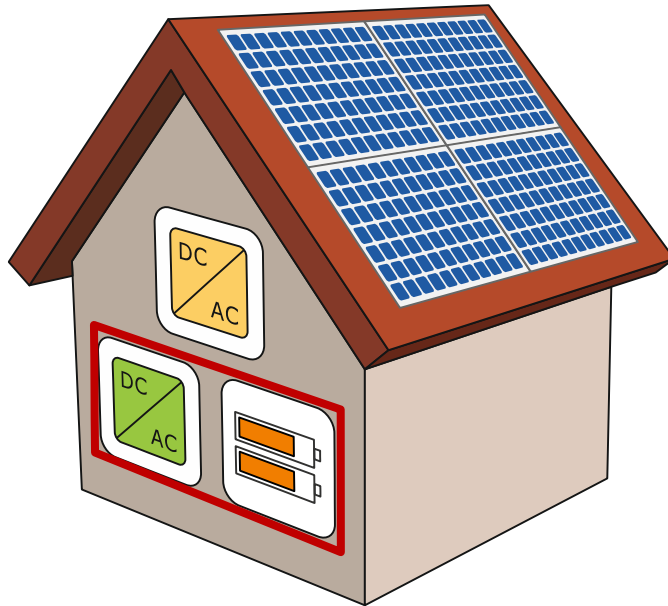
Hochschule für Technik und Wirtschaft HTW Berlin

4. Deutsche Photovoltaikbetriebs- und Sicherheitstagung  
20. Oktober 2017, Berlin

# Mit der Effizienzpyramide zum Speicher-Effizienzlabel



# Auf der Suche nach der geeigneten Bilanzgrenze



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.



PV-Wechselrichter



Batterieumrichter

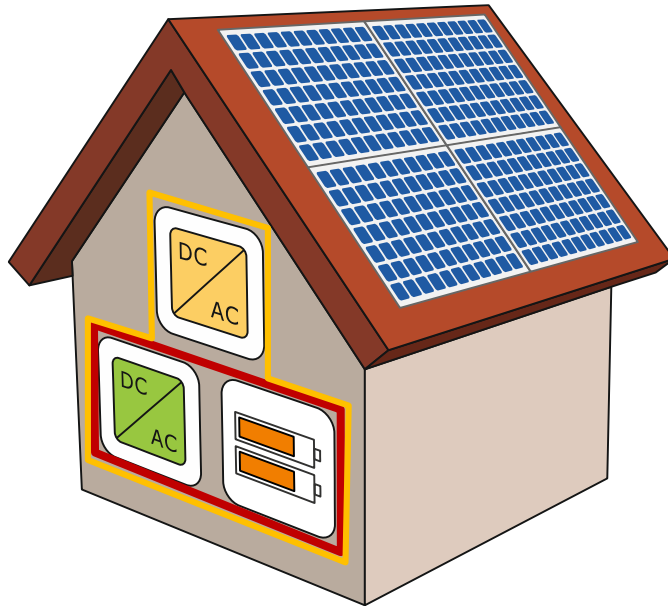


Batteriespeicher

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

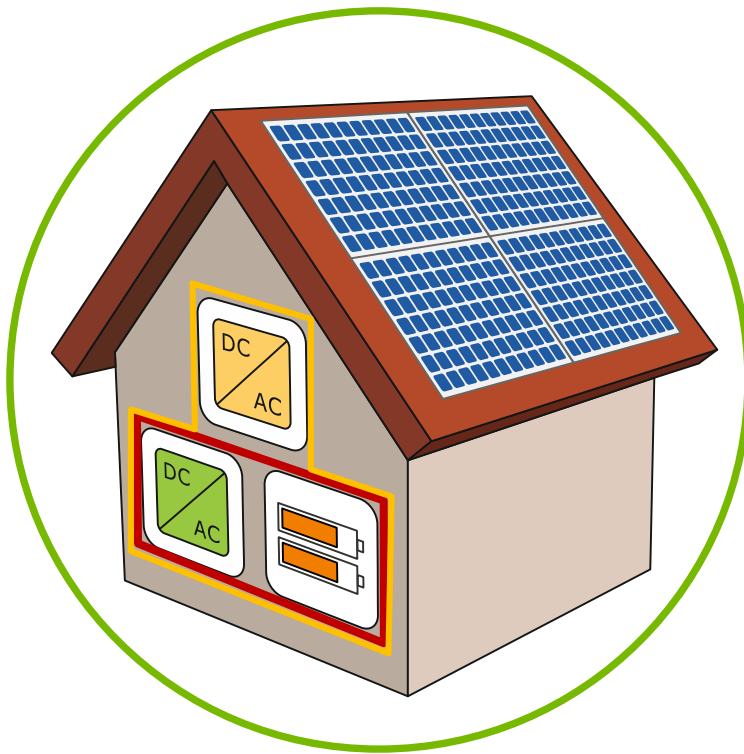


Batteriespeicher

Bilanzgrenze beim AC-Systemnutzungsgrad —

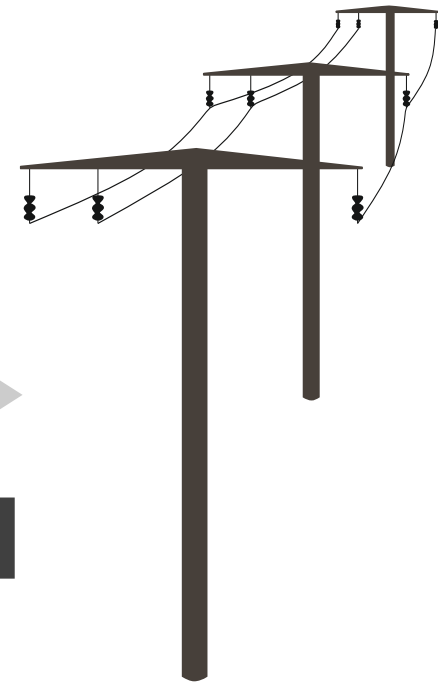
Bilanzgrenze beim Systemnutzungsgrad —

# 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

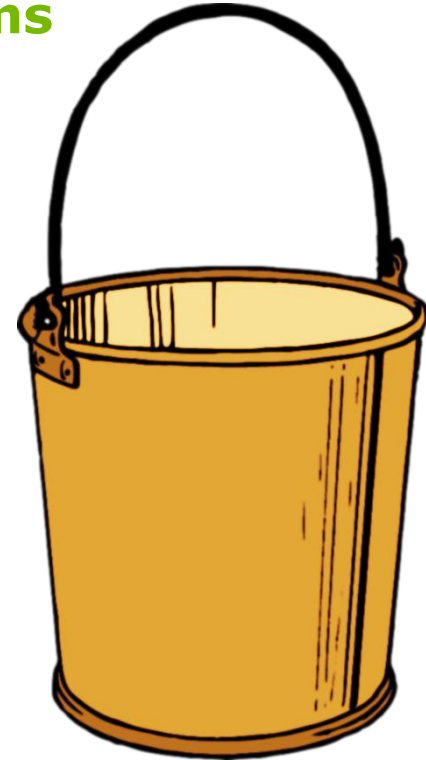
**„Der SPI liefert endlich belastbare Aussagen zur Relevanz der verschiedenen Systemverluste.“**

Prof. Dr. Volker Quaschnig | HTW Berlin

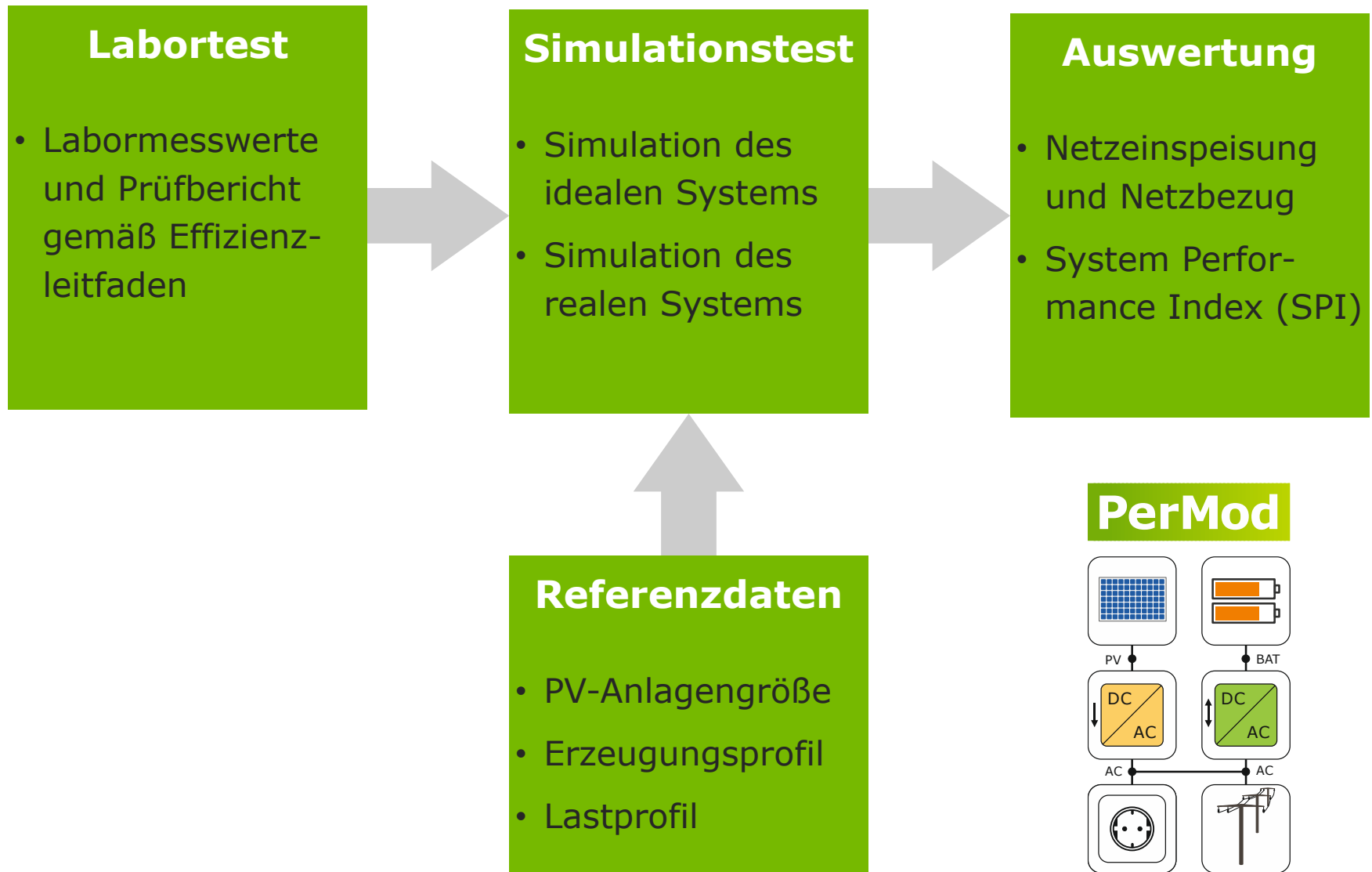
# Exkurs: Der ideale Speicher - das Maß aller Dinge

## 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



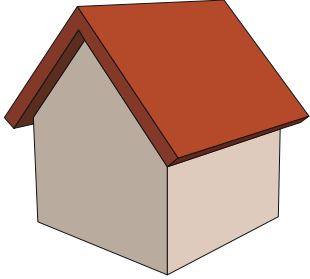
# Von den Messwerten zum System Performance Index (SPI)





# Auswertung der Ergebnisse für ein Beispielsystem

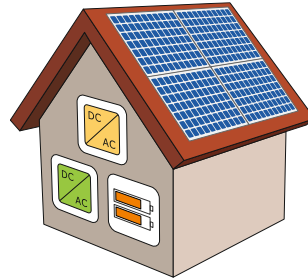
kein System



0 kWh/a

5010 kWh/a

ideales System

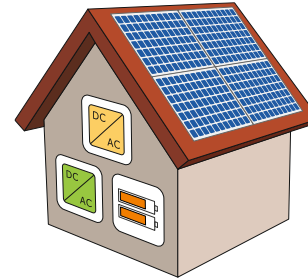


$\eta=100\%$

2518 kWh/a

2254 kWh/a

reales System



$\eta < 100\%$

2278 kWh/a

2648 kWh/a

-240

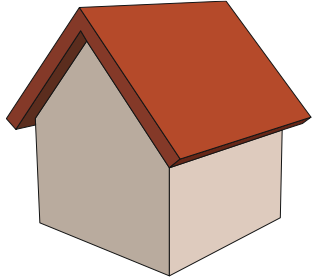
+394

Einspeisung

Netzbezug

# Auswertung der Ergebnisse für ein Beispielsystem

kein System

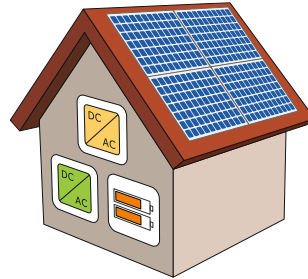


0 kWh/a

5010 kWh/a

1403 €/a

ideales System



$\eta=100\%$

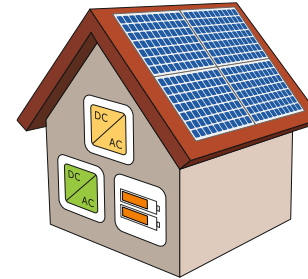
2518 kWh/a

2254 kWh/a

1074 €/a

329 €/a

reales System



$\eta < 100\%$

2278 kWh/a

2648 kWh/a

935 €/a

468 €/a

-240

+394

Einspeisung

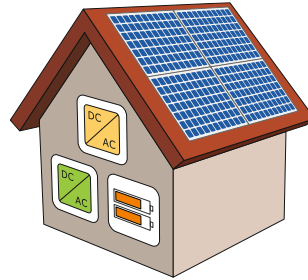
Netzbezug

Kosteneinsparung

bilanzielle Kosten

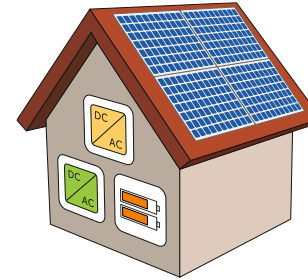
# Auswertung der Ergebnisse für ein Beispielsystem

**ideales System**



$\eta=100\%$

**reales System**



$\eta < 100\%$

**1074 €/a**

**935 €/a**

**Kosteneinsparung**



# Lässt sich sogar auf einem Bierdeckel bestimmen

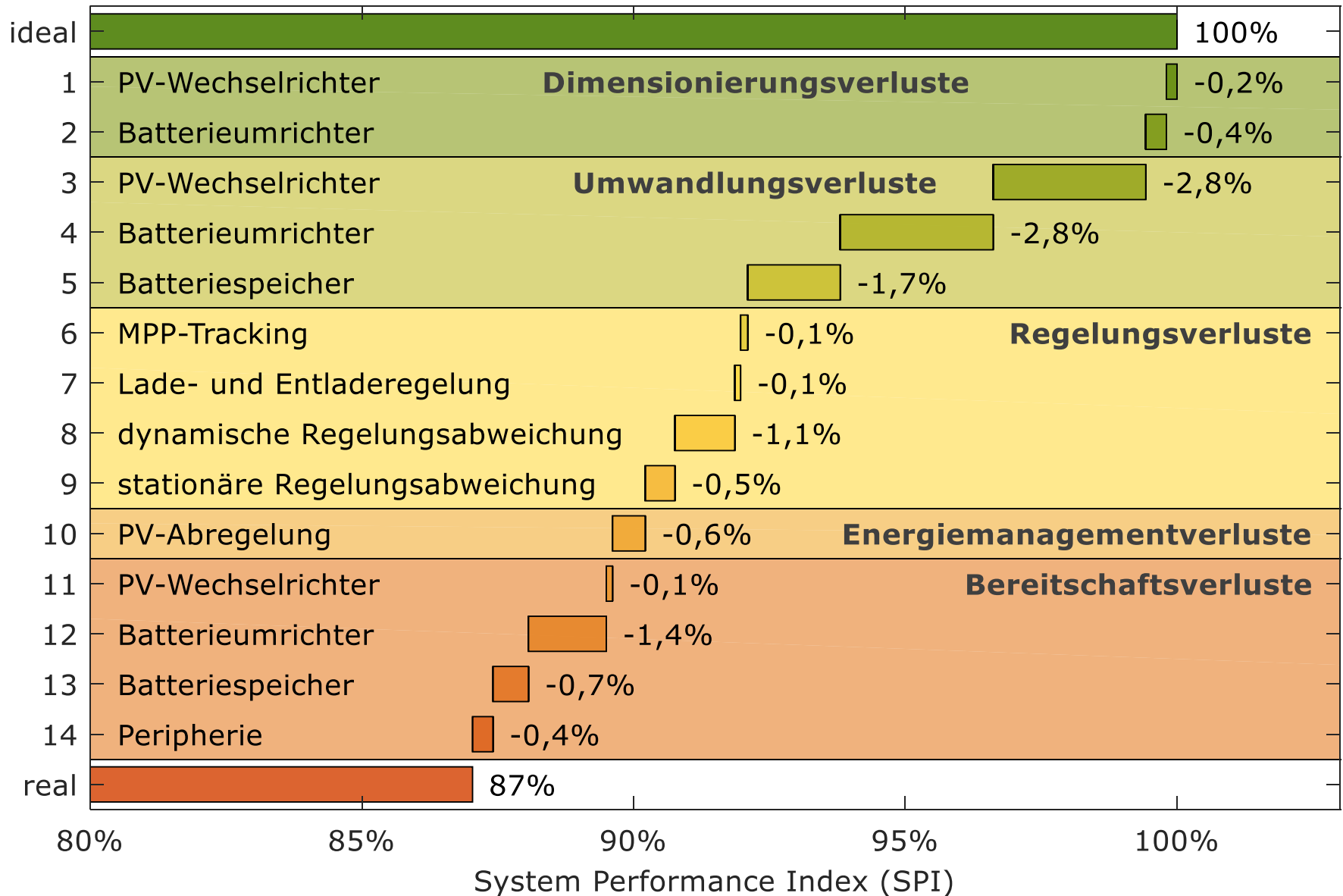
$$SPI = \frac{\text{reale Kosteneinsparung}}{\text{ideale Kosteneinsparung}}$$

Beispielsystem (3,7 kWh)

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

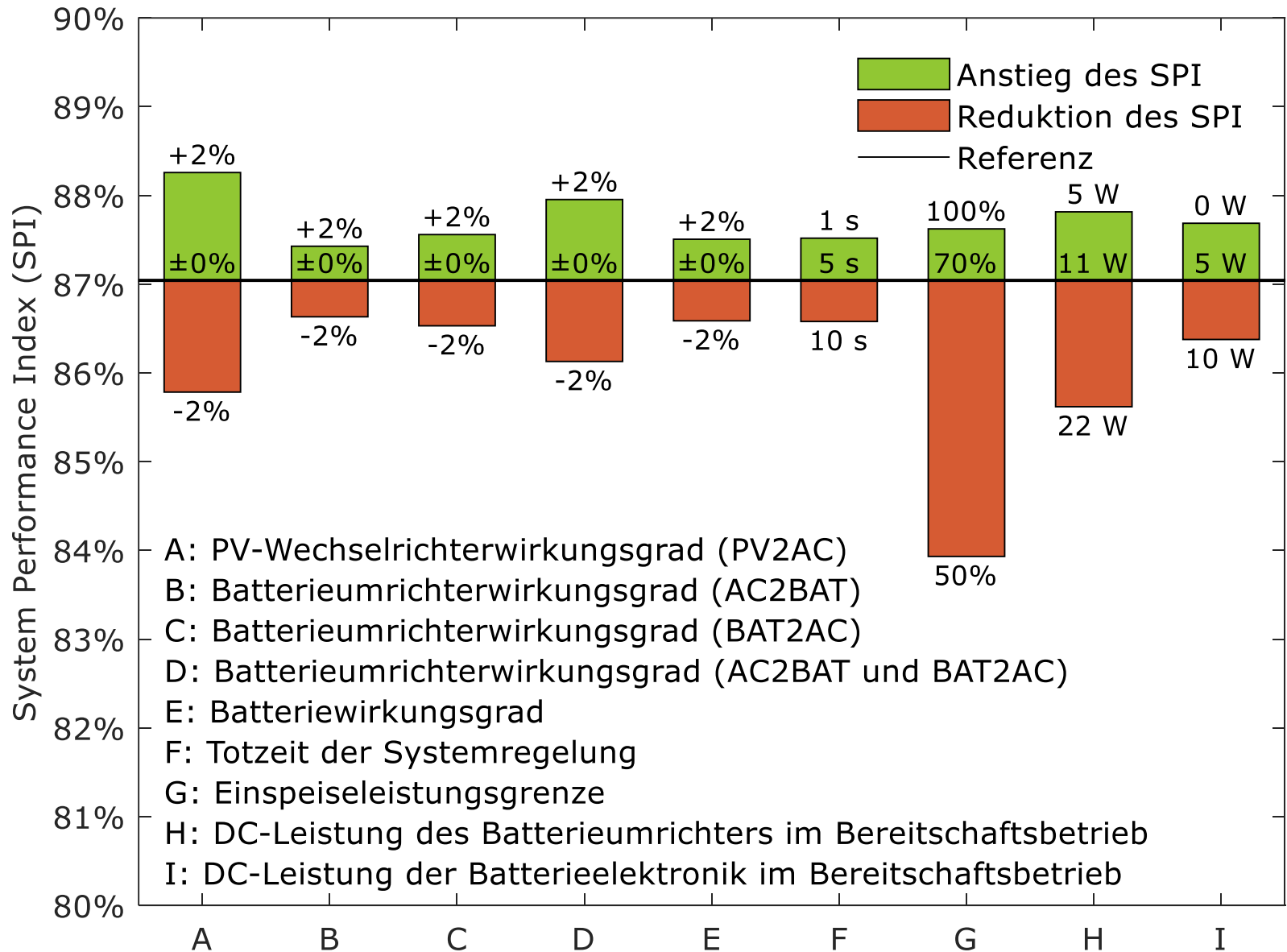


# Verlustanalyse mit dem System Performance Index (SPI)

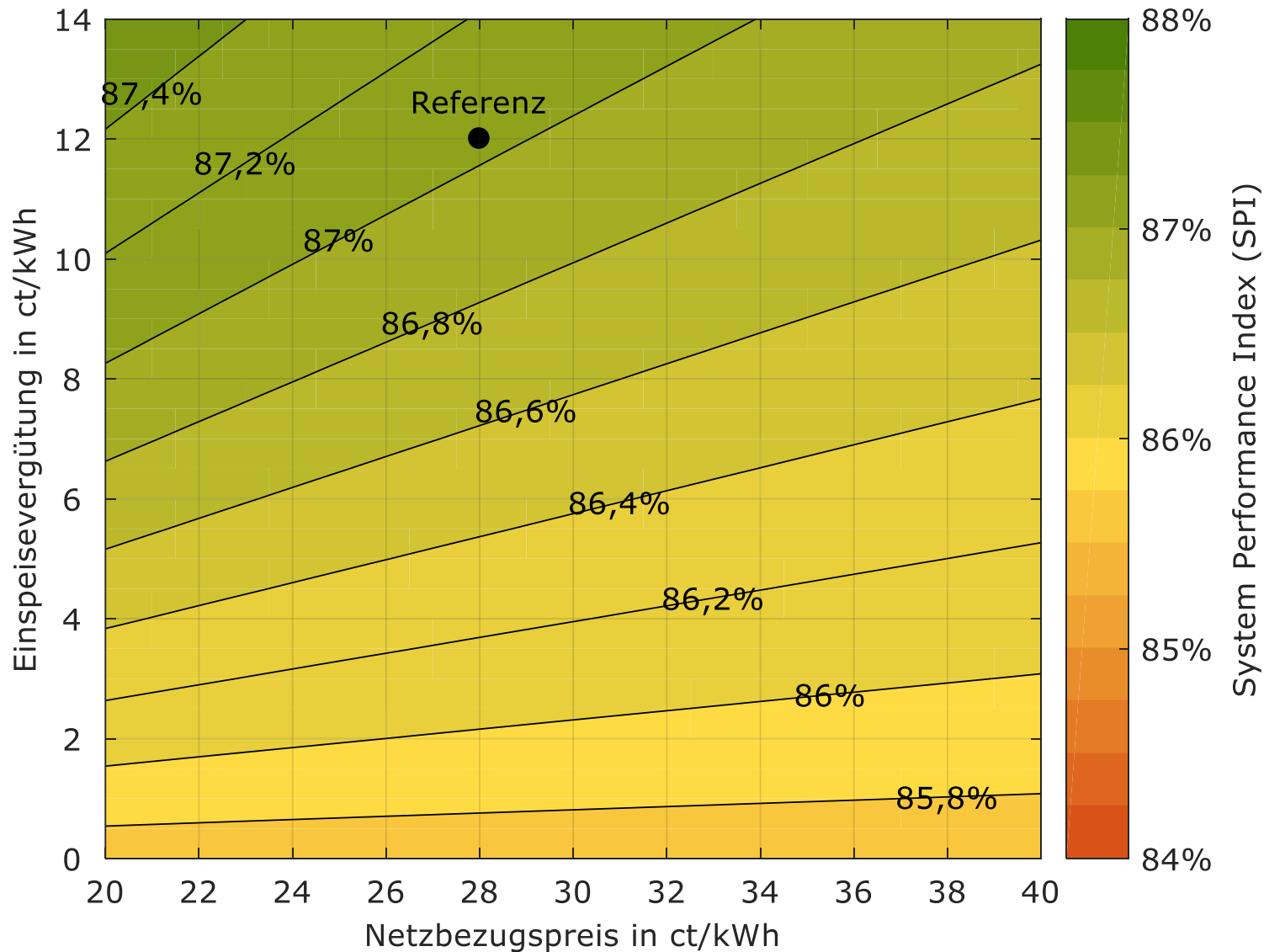




# Einfluss der Variation ausgewählter Systemparameter

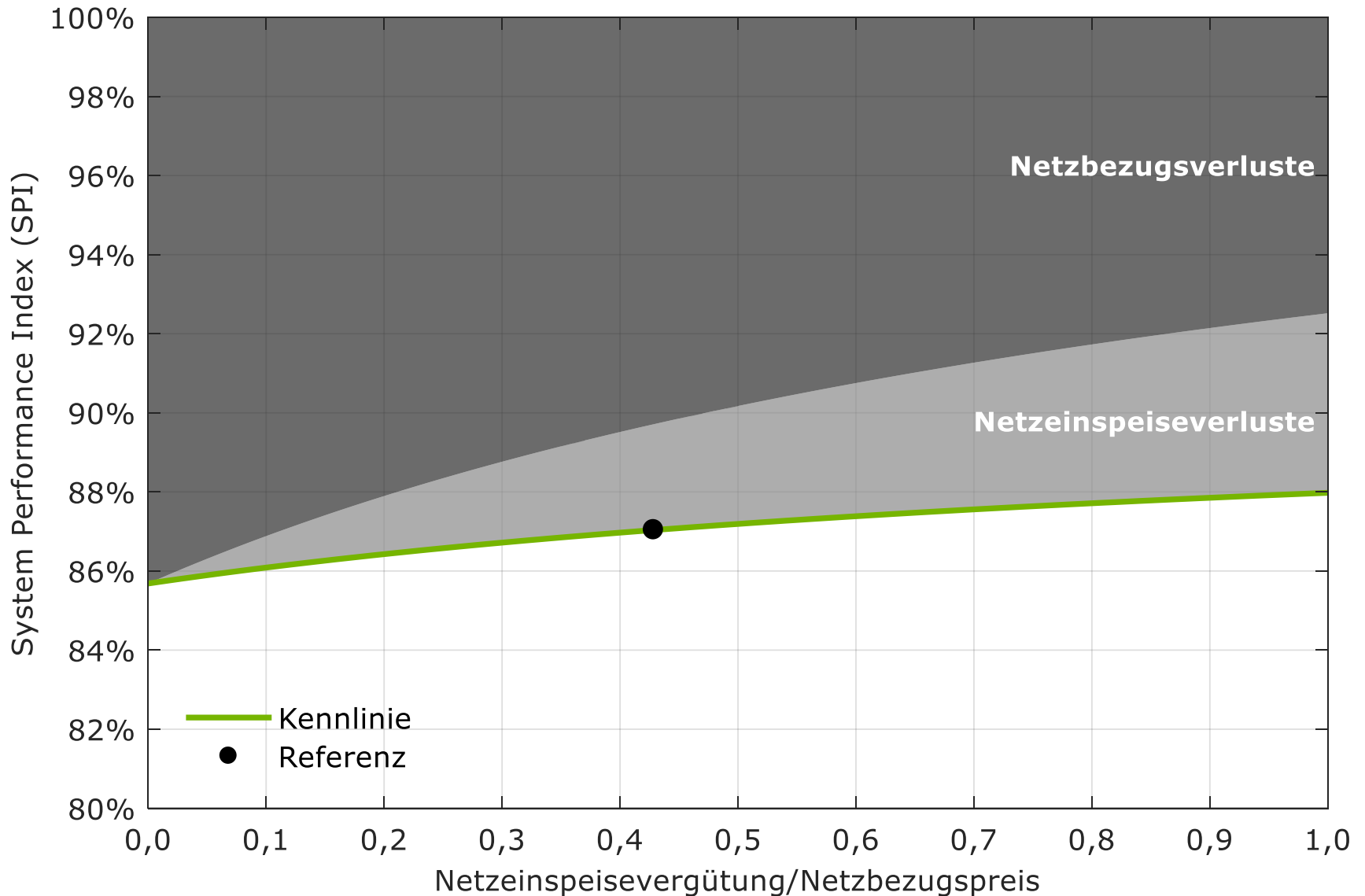


# Einfluss der ökonomischen Rahmenbedingungen



→ Der SPI variiert über einen weiten Bereich nur sehr wenig.

# Abhängigkeit von der spezifischen Vergütung



→ Der SPI hängt nur vom Verhältnis der Vergütung zum Bezugspreis ab.

# 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.