



**STROMSPEICHER E1**  
Inspektion 2Q19



**STROMSPEICHER A2**  
Inspektion 2Q19



**KOSTAL PLENTICORE plus 5.5 und  
BYD Battery-Box H11.5**



**STROMSPEICHER B1**  
Inspektion 2Q19



**STROMSPEICHER A1**  
Inspektion 2Q19

**STROMSPEICHER C1**  
Inspektion 2Q19



**STROMSPEICHER C1**  
Inspektion 2Q19



**SMA Sunny Island 4.4M und  
LG Chem RESU6.5**

**STROMSPEICHER D2**  
Inspektion 2Q19

**Siemens Junelight  
Smart Battery 9,9**

System Performance Index 89,4%  
Wechselrichterwirkungsgrad 93,3%

# STROMSPEICHER Inspektion 2019



**Hochschule für Technik  
und Wirtschaft Berlin**

University of Applied Sciences

gefördert durch



Deutsche  
Bundesstiftung Umwelt

[www.dbu.de](http://www.dbu.de)

## Studie

Stromspeicher-Inspektion 2019

## Autoren

Johannes Weniger, Nico Orth, Nico Böhme, Volker Quaschnig  
Forschungsgruppe Solarspeichersysteme  
Fachbereich 1 – Ingenieurwissenschaften Energie und Information  
Hochschule für Technik und Wirtschaft (HTW) Berlin

## Version

Version 1.0 (Juni 2019)

## Webseite

[www.stromspeicher-inspektion.de](http://www.stromspeicher-inspektion.de)

## Förderung

Die Studie entstand im Projekt „EffiBat“, das durch die  
Deutsche Bundesstiftung Umwelt gefördert wird.

# Schwerpunkte der Stromspeicher-Inspektion 2019

<b>1</b>	Vergleich der Systemeigenschaften auf Basis von Labormessdaten gemäß dem Effizienzleitfaden	
<b>2</b>	Simulationsbasierte Bewertung der Speichersysteme mit dem System Performance Index (SPI)	<b>SPI</b>
<b>3</b>	Antworten auf häufig gestellte Fragen zur Effizienz von Photovoltaik-Speichersystemen	<b>FAQ</b>

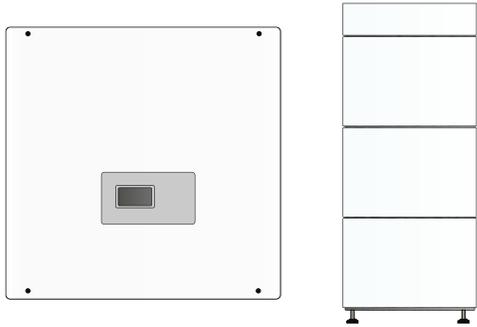
# Hintergründe zur Stromspeicher-Inspektion 2019

- Im März 2019 wurden die in Deutschland aktiven Hersteller von Batteriesystemen für Wohngebäude zur Teilnahme an der **Stromspeicher-Inspektion 2019** eingeladen.
- **Acht Unternehmen** haben sich mit Labormesswerten von insgesamt **16 Systemen** an der Studie beteiligt.
- Die Labortests wurden von unabhängigen Prüfinstituten entsprechend dem **„Effizienzleitfaden für PV-Speichersysteme“** durchgeführt.
- Die Effizienz der PV-Speichersysteme wurde mit dem **System Performance Index (SPI)** bewertet.
- Jedes analysierte System wurde einem **Systemkürzel** (z. B. A1) zugeordnet.
- Die teilnehmenden Unternehmen konnten entscheiden, ob sie sich namentlich in der Studie nennen lassen. Sieben Hersteller haben sich dafür entschieden.
- Details zur Methodik und Interpretation der Darstellungen sind in der Studie **Stromspeicher-Inspektion 2018** aufgeführt: [www.stromspeicher-inspektion.de](http://www.stromspeicher-inspektion.de)

# Spitzenreiter der Stromspeicher-Inspektion 2019

KOSTAL PLENTICORE plus 5.5  
und BYD Battery-Box H11.5

RCT Power Power Storage  
DC 6.0 und Power Battery 5.7



KOSTAL PLENTICORE plus 5.5  
und BYD Battery-Box H6.4



STROMSPEICHER  
Inspektion 2Q19

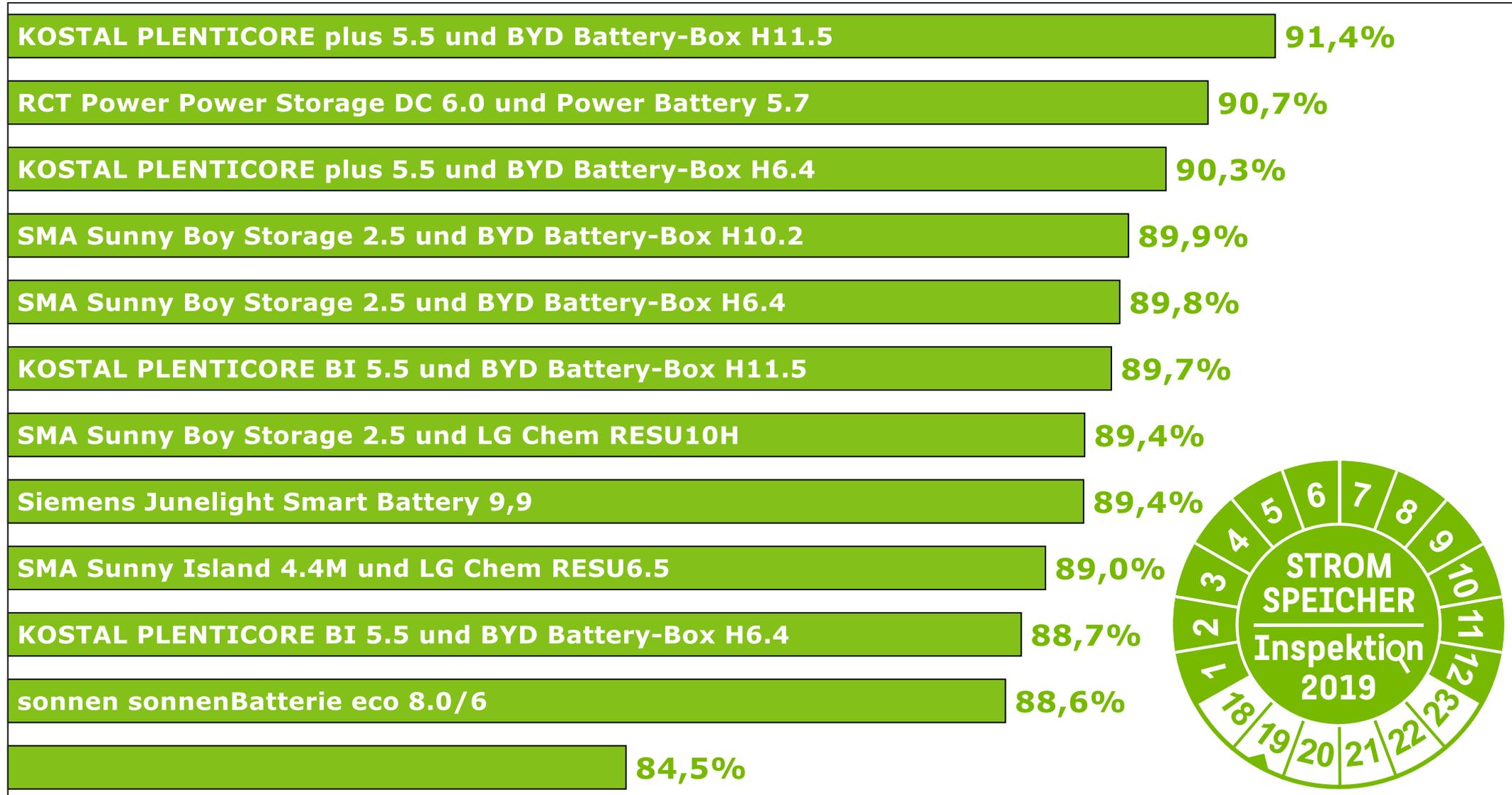
2

1

3

# Ergebnisse der Stromspeicher-Inspektion 2019

## System Performance Index (SPI)



© stromspeicher-inspektion.de

# Systeme der Stromspeicher-Inspektion 2019

## STROMSPEICHER Inspektion 2Q19 **A1**



### SMA Sunny Boy Storage 2.5 und BYD Battery-Box H6.4

System Performance Index	89,8%
Wechselrichterwirkungsgrad	93,4%
Batteriewirkungsgrad	94,8%
Standby-Leistung	7 W
Einschwingzeit	3,7 s

## STROMSPEICHER Inspektion 2Q19 **A2**



### SMA Sunny Boy Storage 2.5 und BYD Battery-Box H10.2

System Performance Index	89,9%
Wechselrichterwirkungsgrad	94,4%
Batteriewirkungsgrad	94,5%
Standby-Leistung	7 W
Einschwingzeit	3,7 s

## STROMSPEICHER Inspektion 2Q19 **A3**

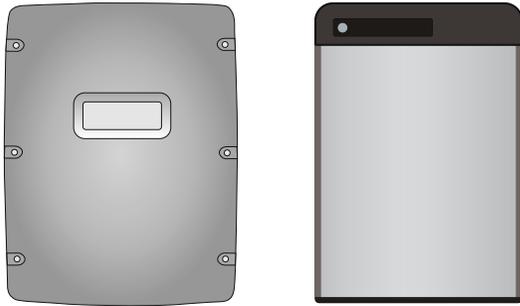


### SMA Sunny Boy Storage 2.5 und LG Chem RESU10H

System Performance Index	89,4%
Wechselrichterwirkungsgrad	95,1%
Batteriewirkungsgrad	91,5%
Standby-Leistung	5 W
Einschwingzeit	6,2 s

# Systeme der Stromspeicher-Inspektion 2019

## STROMSPEICHER Inspektion 2Q19 **A4**



### SMA Sunny Island 4.4M und LG Chem RESU6.5

System Performance Index	89,0%
Wechselrichterwirkungsgrad	92,9%
Batteriewirkungsgrad	96,3%
Standby-Leistung	13 W
Einschwingzeit	7,7 s

## STROMSPEICHER Inspektion 2Q19 **B1**



### sonnen sonnenBatterie eco 8.0/6

System Performance Index	88,6%
Wechselrichterwirkungsgrad	94,5%
Batteriewirkungsgrad	93,8%
Standby-Leistung	10 W
Einschwingzeit	3,9 s

## STROMSPEICHER Inspektion 2Q19 **C1**



### Siemens Junelight Smart Battery 9,9

System Performance Index	89,4%
Wechselrichterwirkungsgrad	93,3%
Batteriewirkungsgrad	96,9%
Standby-Leistung	13 W
Einschwingzeit	3,8 s

# Systeme der Stromspeicher-Inspektion 2019

## STROMSPEICHER D1 Inspektion 2Q19



**KOSTAL PLENTICORE BI 5.5 und  
BYD Battery-Box H6.4**

System Performance Index	88,7%
Wechselrichterwirkungsgrad	92,6%
Batteriewirkungsgrad	94,8%
Standby-Leistung	11 W
Einschwingzeit	4,4 s

## STROMSPEICHER D2 Inspektion 2Q19



**KOSTAL PLENTICORE BI 5.5 und  
BYD Battery-Box H11.5**

System Performance Index	89,7%
Wechselrichterwirkungsgrad	95,3%
Batteriewirkungsgrad	95,3%
Standby-Leistung	11 W
Einschwingzeit	4,4 s

## STROMSPEICHER D3 Inspektion 2Q19



**KOSTAL PLENTICORE plus 5.5 und  
BYD Battery-Box H6.4**

System Performance Index	90,3%
Wechselrichterwirkungsgrad	92,9%
Batteriewirkungsgrad	94,8%
Standby-Leistung	11 W
Einschwingzeit	5,0 s

# Systeme der Stromspeicher-Inspektion 2019

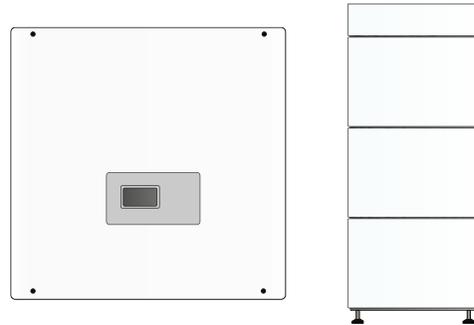
## STROMSPEICHER Inspektion 2Q19 **D4**



### KOSTAL PLENTICORE plus 5.5 und BYD Battery-Box H11.5

System Performance Index	91,4%
Wechselrichterwirkungsgrad	95,1%
Batteriewirkungsgrad	95,3%
Standby-Leistung	11 W
Einschwingzeit	5,0 s

## STROMSPEICHER Inspektion 2Q19 **E1**



### RCT Power Power Storage DC 6.0 und Power Battery 5.7

System Performance Index	90,7%
Wechselrichterwirkungsgrad	92,9%
Batteriewirkungsgrad	92,6%
Standby-Leistung	6 W
Einschwingzeit	0,4 s

## STROMSPEICHER Inspektion 2Q19 **F1**



### System F1

System Performance Index	84,5%
Wechselrichterwirkungsgrad	87,4%
Batteriewirkungsgrad	97,2%
Standby-Leistung	42 W
Einschwingzeit	12,6 s

# Zusammenfassung der Kernergebnisse

- Ob Batteriesysteme in Wohngebäuden mit Photovoltaik-Anlagen die **CO<sub>2</sub>-Emissionen** verringern, hängt entscheidend von der Höhe der Effizienzverluste ab.
- Die **Umwandlungs- und Bereitschaftsverluste** der Leistungselektronik dominieren die Gesamtsystemverluste.
- Ein hoher **Batteriewirkungsgrad** ist daher kein Garant für eine hohe Systemeffizienz.
- Viele der untersuchten Systeme können im Entladebetrieb einen sehr hohen mittleren **Wechselrichterwirkungsgrad über 95%** vorweisen.
- Nahezu alle bewerteten Systemkonfigurationen erzielen einen sehr guten **System Performance Index (SPI) über 88%**.
- Die **Effizienzunterschiede** zwischen den sehr guten Systemen sind vergleichsweise gering.
- Die SPI-Werte von **baugleichen Systemen** mit unterschiedlicher Speicherkapazität können sich um rund einen Prozentpunkt unterscheiden.

# Schwerpunkte der Stromspeicher-Inspektion 2019

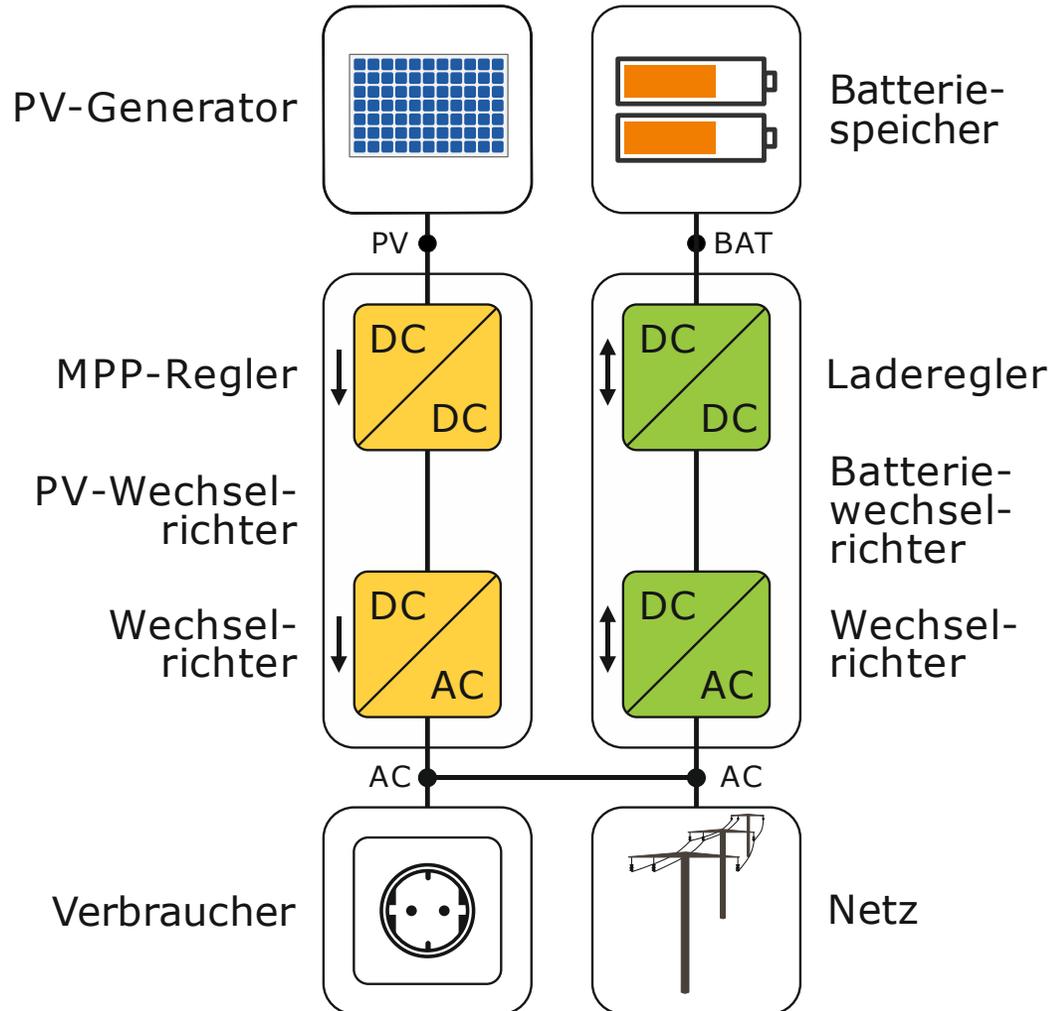
<b>1</b>	Vergleich der Systemeigenschaften auf Basis von Labormessdaten gemäß dem Effizienzleitfaden	
<b>2</b>	Simulationsbasierte Bewertung der Speichersysteme mit dem System Performance Index (SPI)	<b>SPI</b>
<b>3</b>	Antworten auf häufig gestellte Fragen zur Effizienz von Photovoltaik-Speichersystemen	<b>FAQ</b>

# Systemkürzel der namentlich genannten Systeme

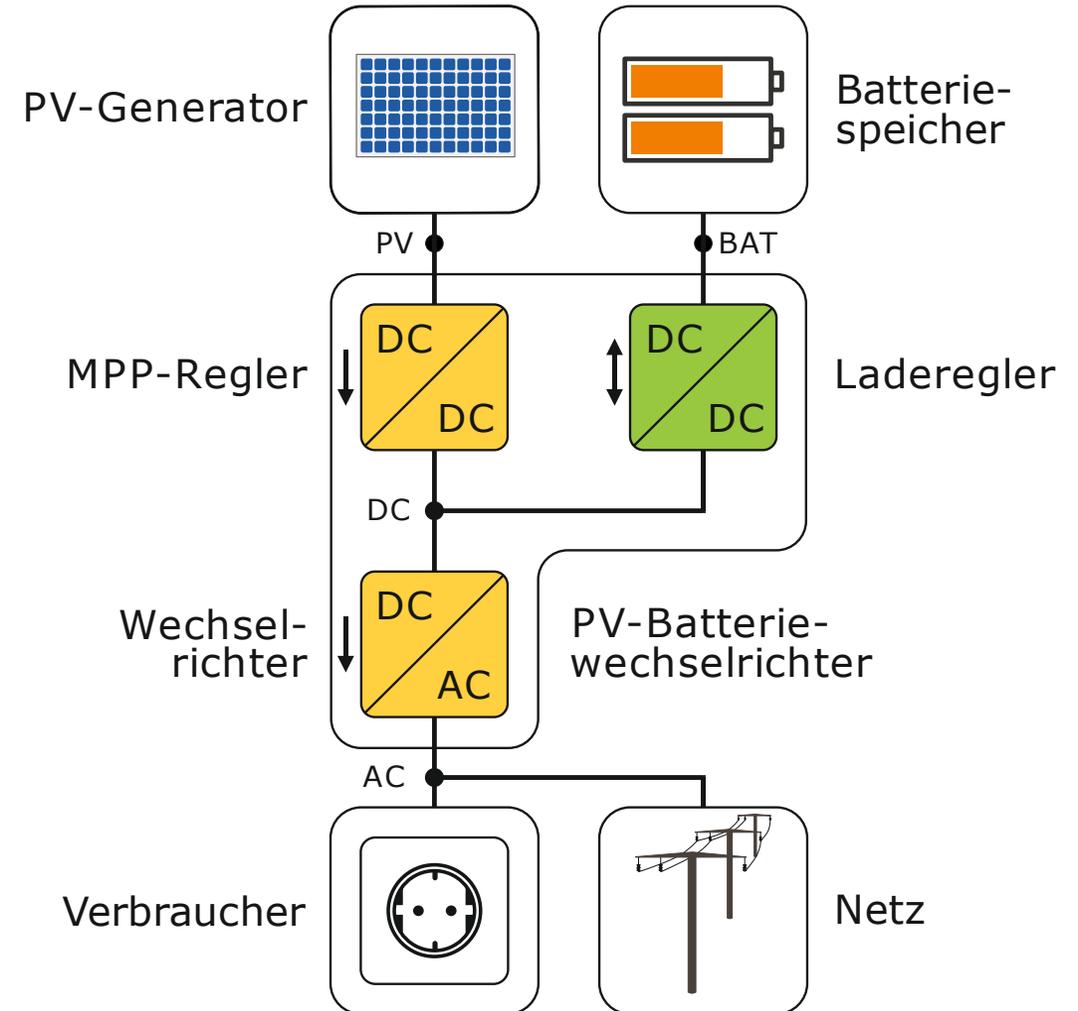
System	Produktbezeichnung
A1	SMA Sunny Boy Storage 2.5 und BYD Battery-Box H6.4
A2	SMA Sunny Boy Storage 2.5 und BYD Battery-Box H10.2
A3	SMA Sunny Boy Storage 2.5 und LG Chem RESU10H
A4	SMA Sunny Island 4.4M und LG Chem RESU6.5
A5	SMA Sunny Island 6.0H
B1	sonnen sonnenBatterie eco 8.0/6
C1	Siemens Junelight Smart Battery 9,9
D1	KOSTAL PLENTICORE BI 5.5 und BYD Battery-Box H6.4
D2	KOSTAL PLENTICORE BI 5.5 und BYD Battery-Box H11.5
D3	KOSTAL PLENTICORE plus 5.5 und BYD Battery-Box H6.4
D4	KOSTAL PLENTICORE plus 5.5 und BYD Battery-Box H11.5
D5	KOSTAL PLENTICORE plus 8.5 und BYD Battery-Box H11.5
D6	KOSTAL PLENTICORE plus 10 und BYD Battery-Box H11.5
E1	RCT Power Power Storage DC 6.0 und Power Battery 5.7
E2	RCT Power Power Storage DC 6.0 und Power Battery 11.5

# Systemtopologien zur Speicherung von Solarstrom

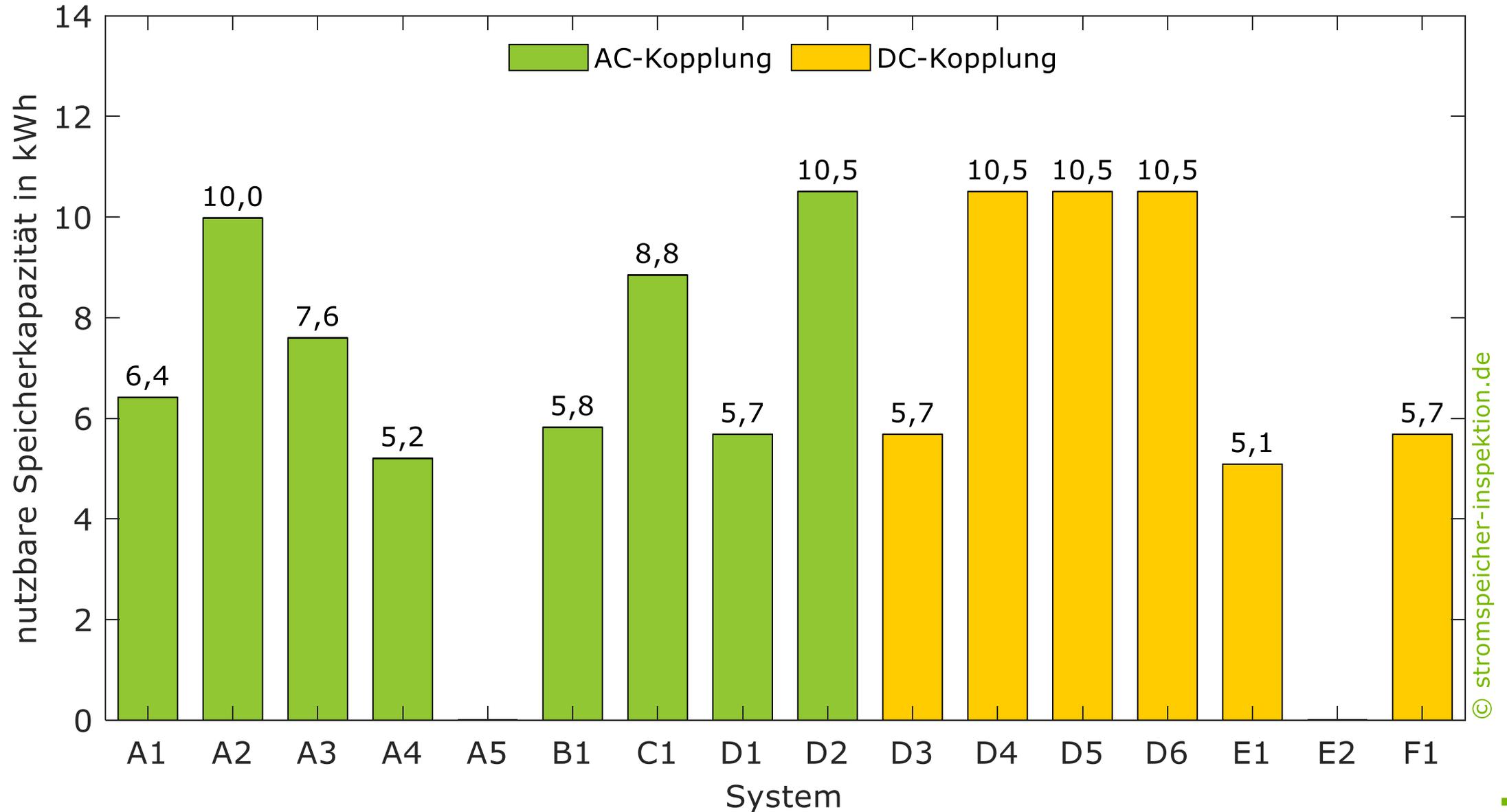
## AC-gekoppelte Systeme



## DC-gekoppelte Systeme



# Nutzbare Speicherkapazität und Systemtopologie

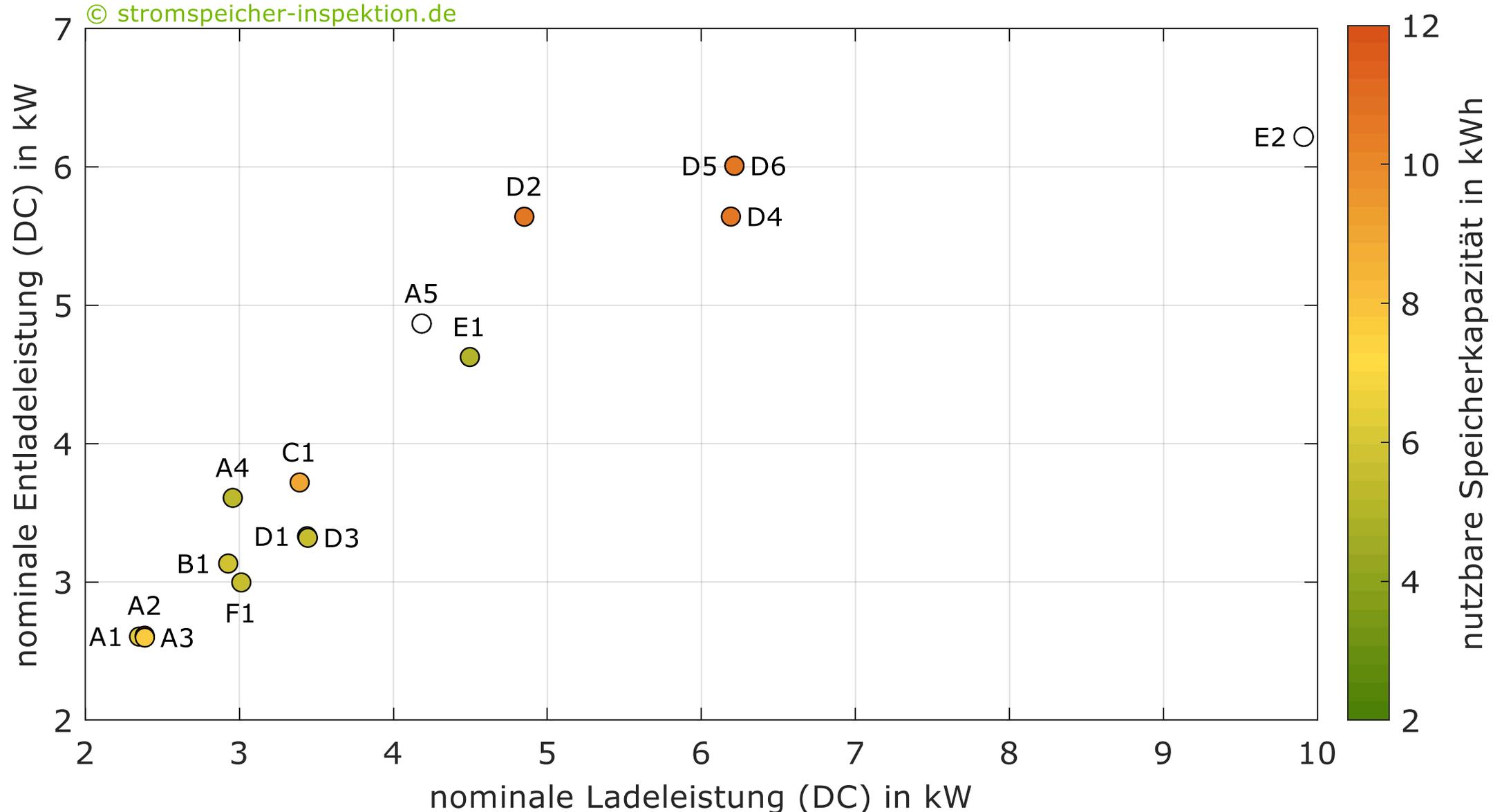


# Effizienzbezogene Eigenschaften der PV-Speichersysteme

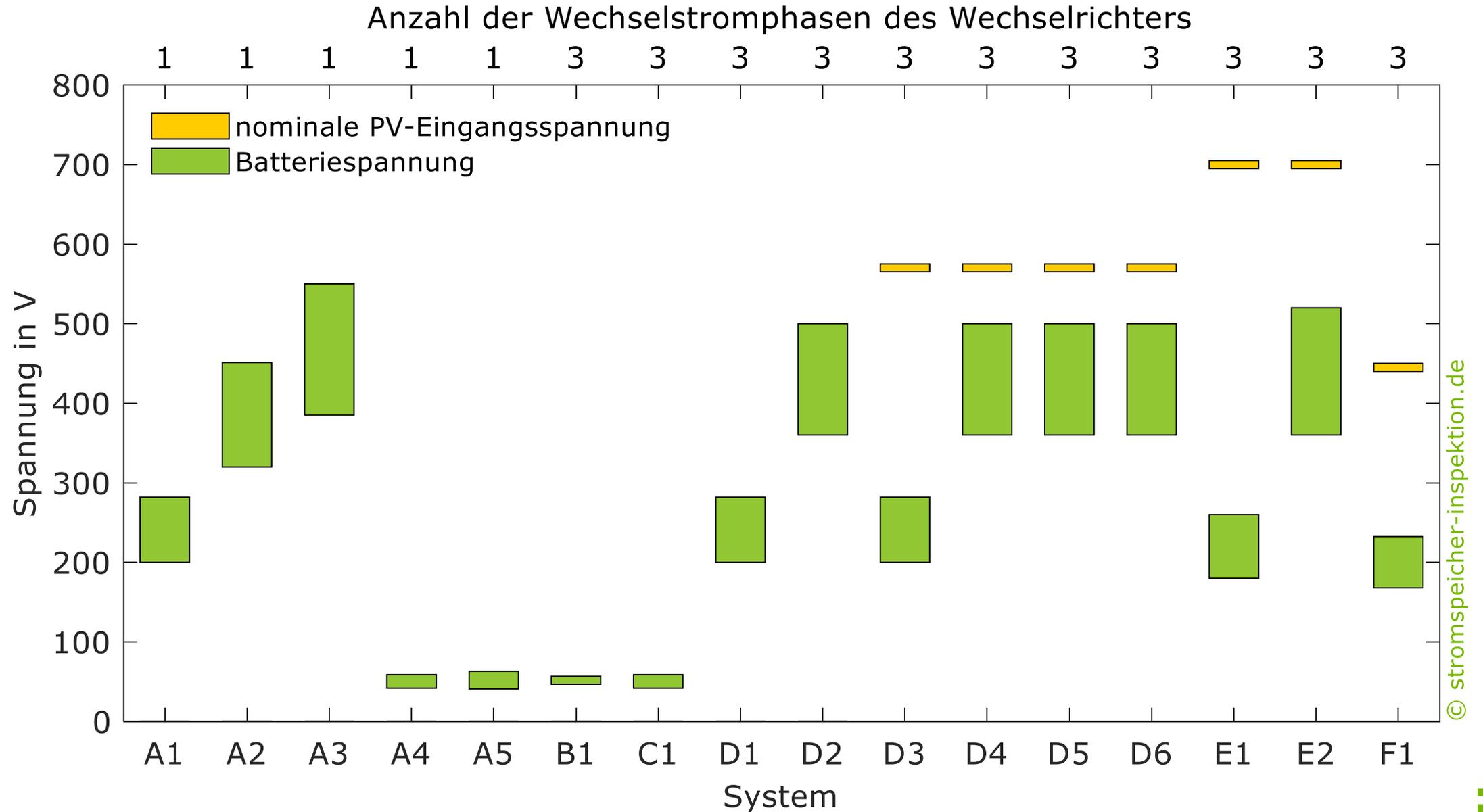
- Durch die Begrenzung der Leistungsaufnahme und -abgabe der Systemkomponenten kommt es zu **Dimensionierungsverlusten**.
- **Umwandlungsverluste** fallen im Wechselrichter sowie im Batteriespeicher an.
- Hinzu kommen Verluste, die durch eine ungenaue und träge **Regelung** zustande kommen.
- Die Standby-Leistung der Komponenten hat **Bereitschaftsverluste** zur Folge.



# Nominale Lade- und Entladeleistung der analysierten Systeme

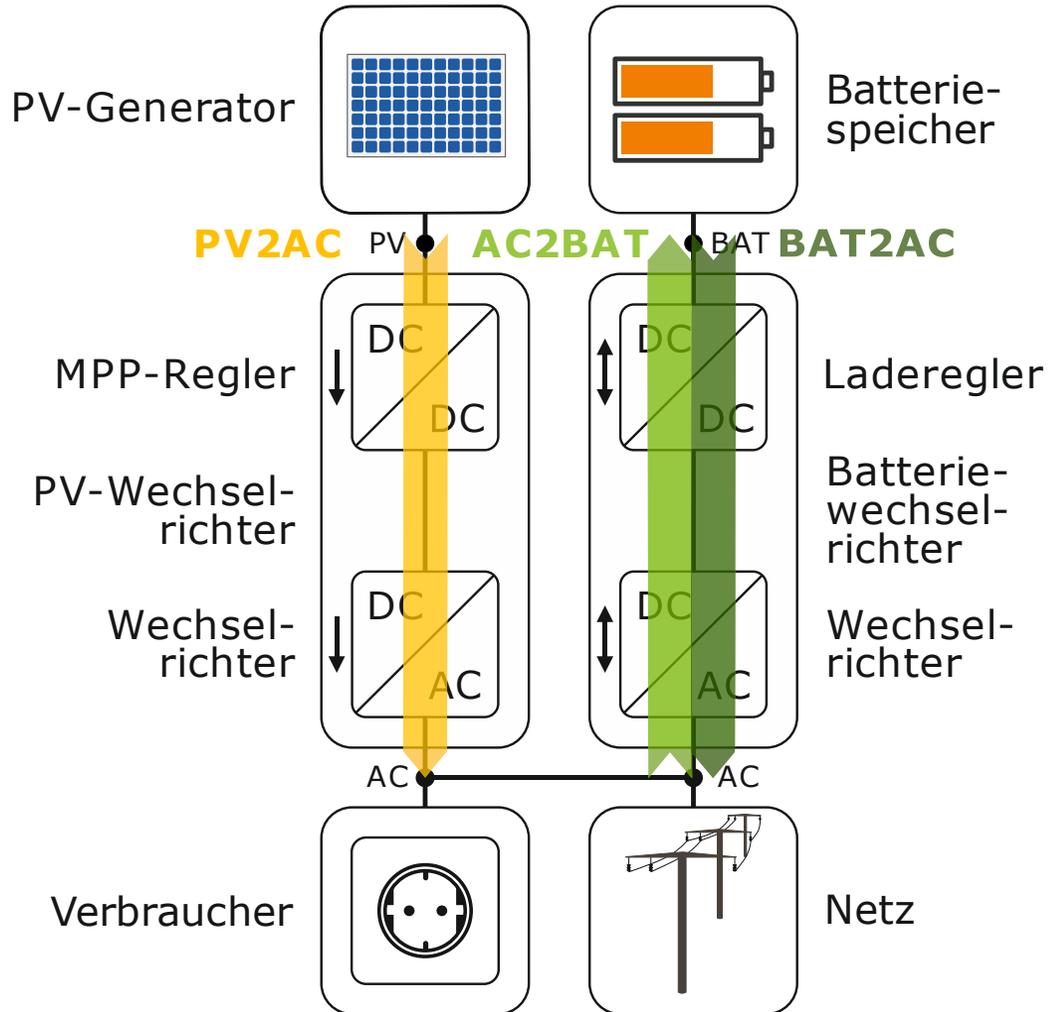


# Spannungsniveau und Anzahl der Wechselstromphasen

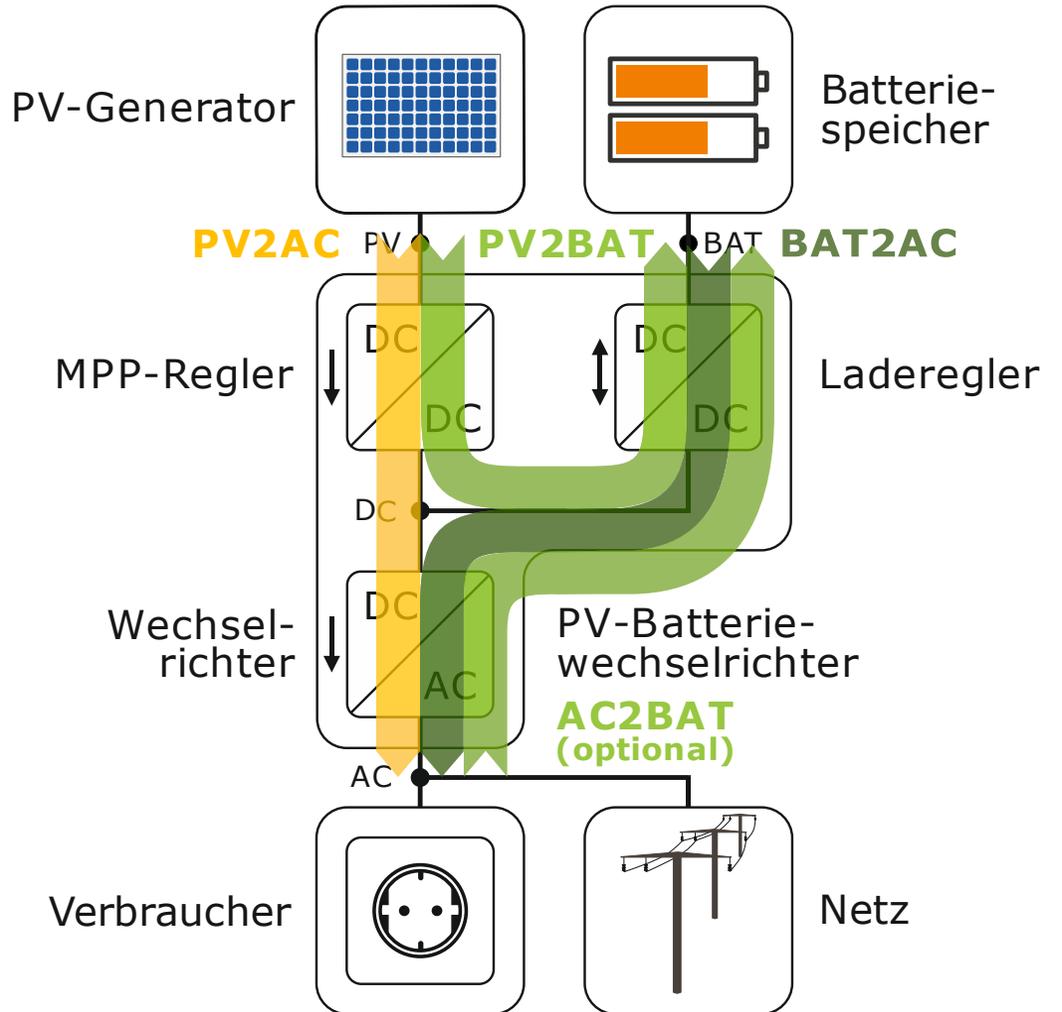


# Energieumwandlungspfade der einzelnen Systemtopologien

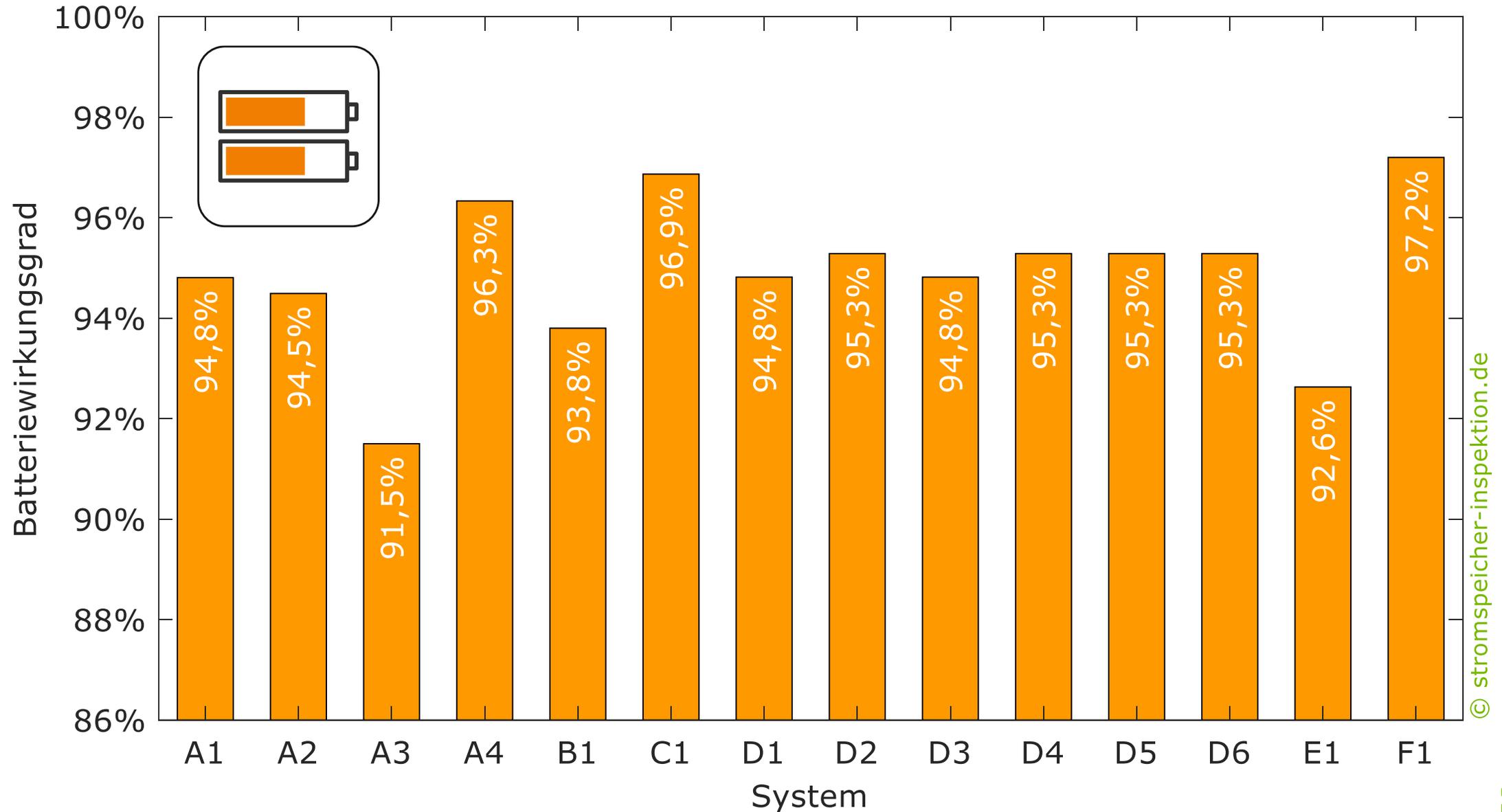
## AC-gekoppelte Systeme



## DC-gekoppelte Systeme



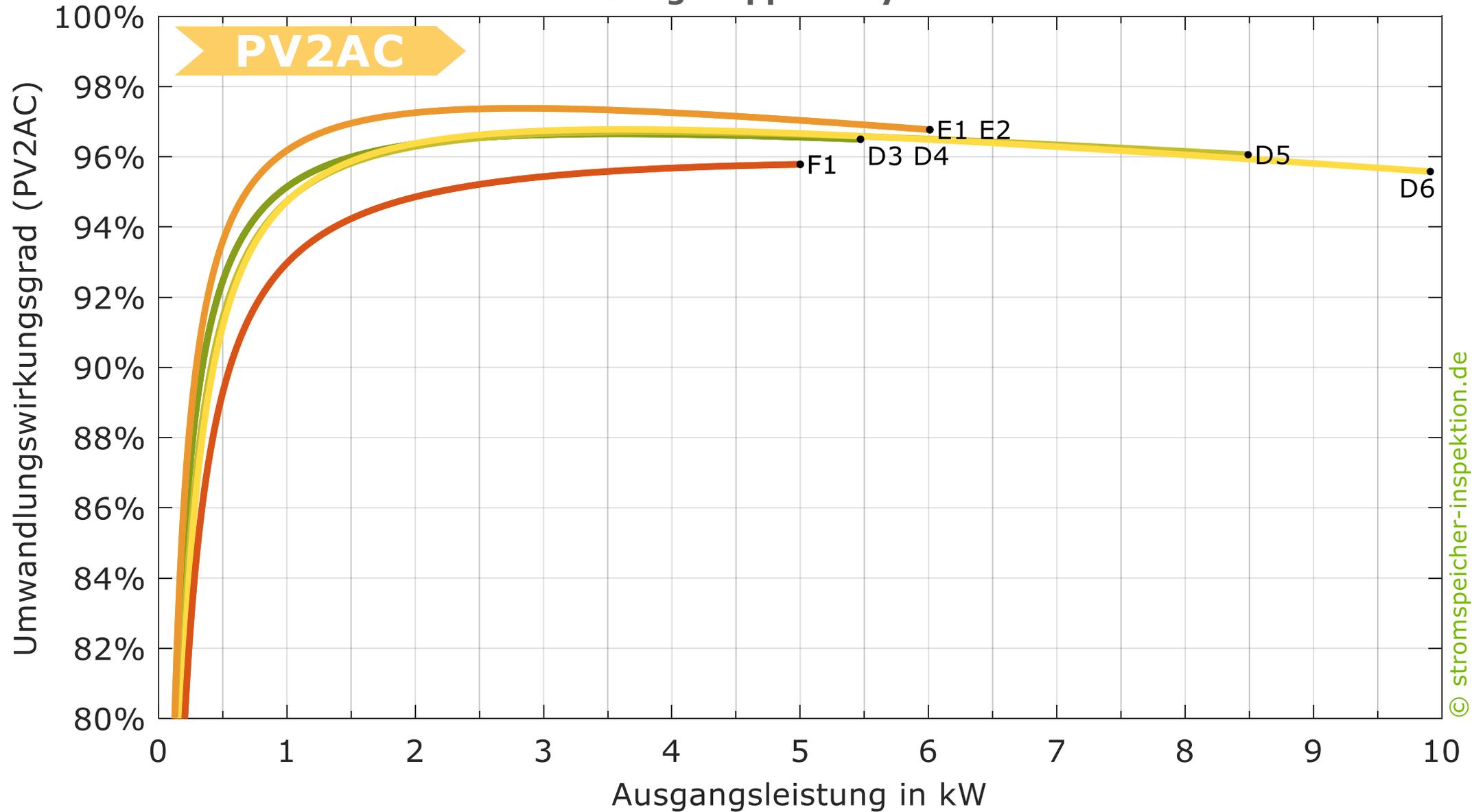
# Mittlere Wirkungsgrade der Batteriespeicher



© stromspeicher-inspektion.de

# Umwandlungswirkungsgrade der PV-Einspeisung

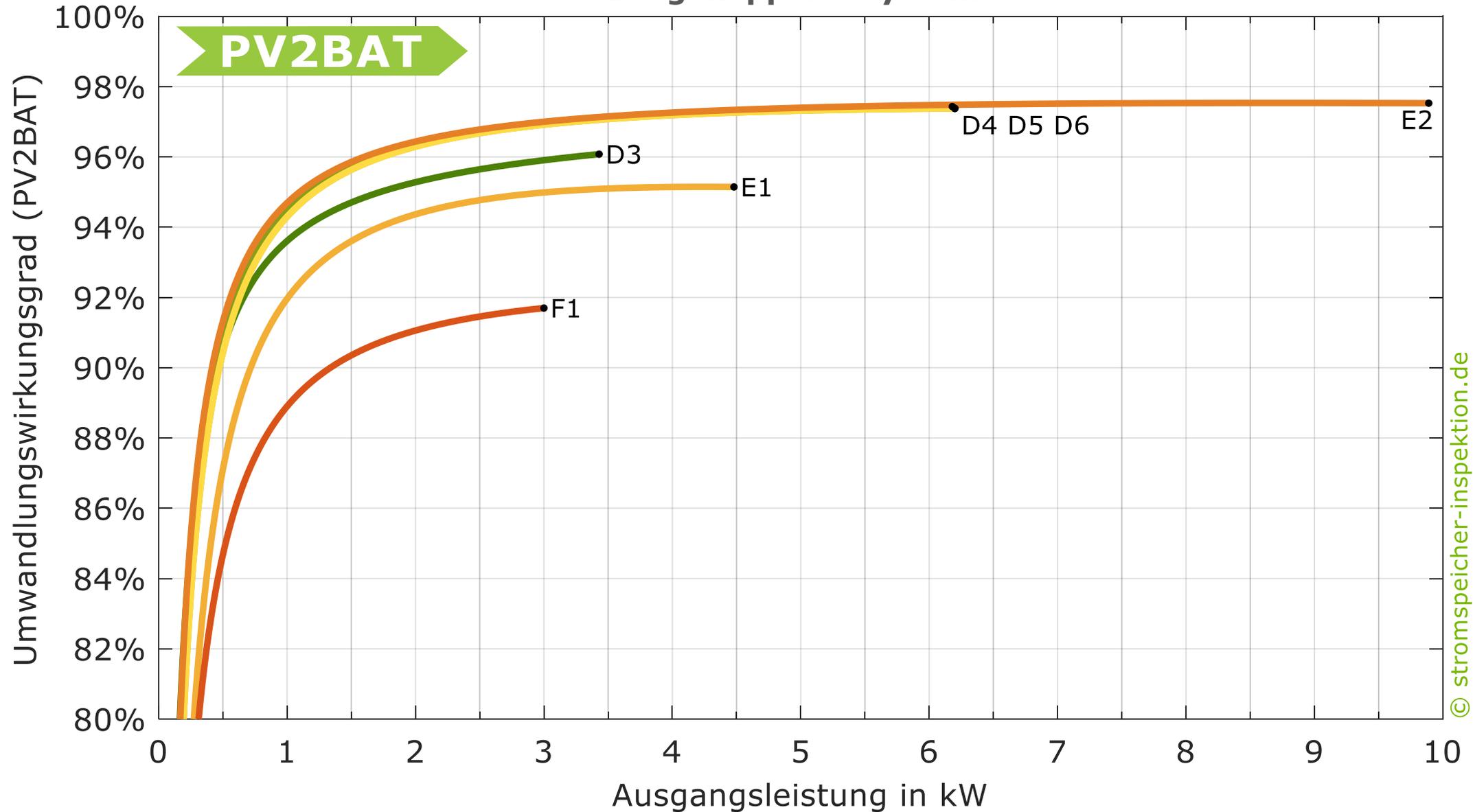
DC-gekoppelte Systeme



© stromspeicher-inspektion.de

# Umwandlungswirkungsgrade der PV-Batterieladung

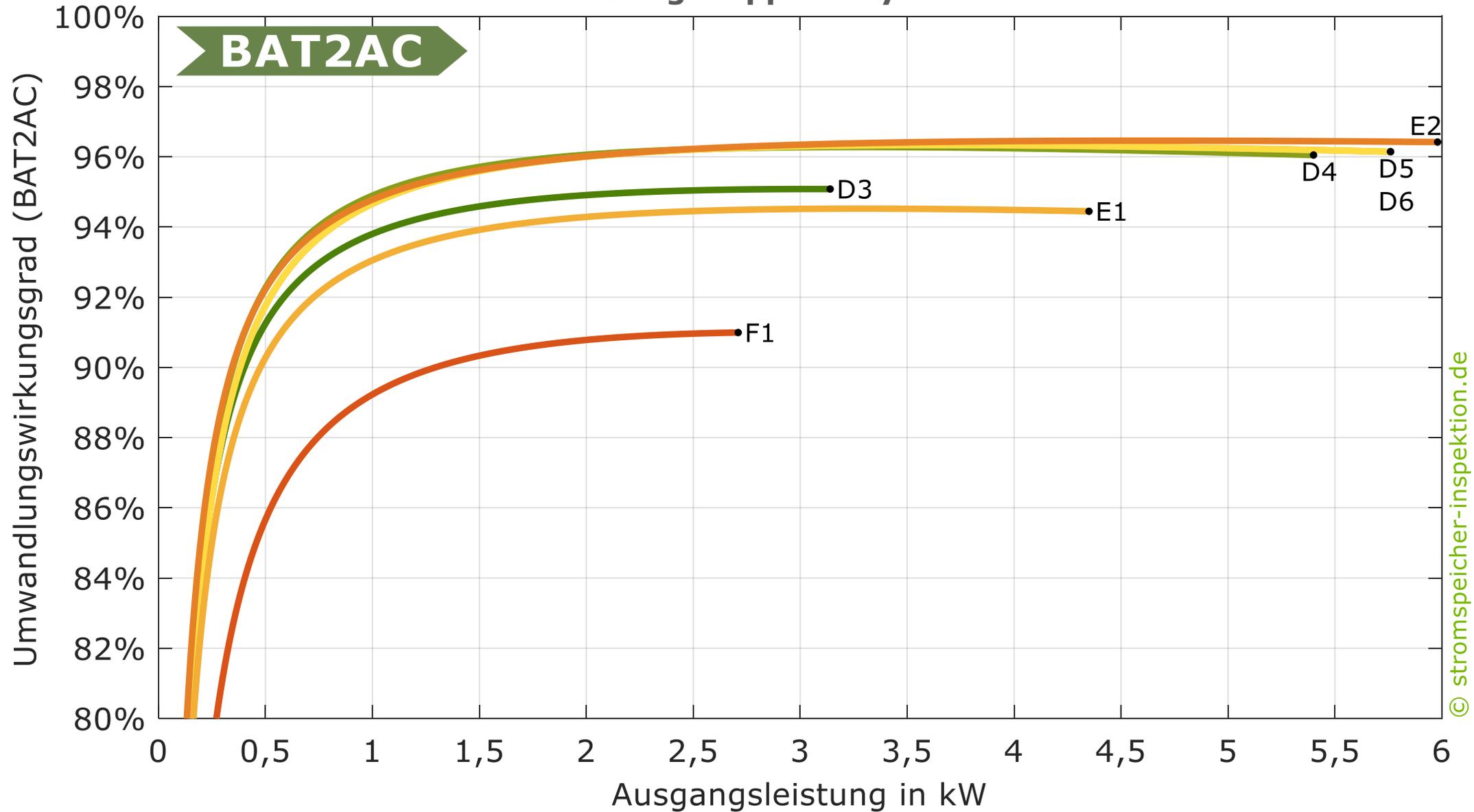
DC-gekoppelte Systeme



© stromspeicher-inspektion.de

# Umwandlungswirkungsgrade der AC-Batterieentladung

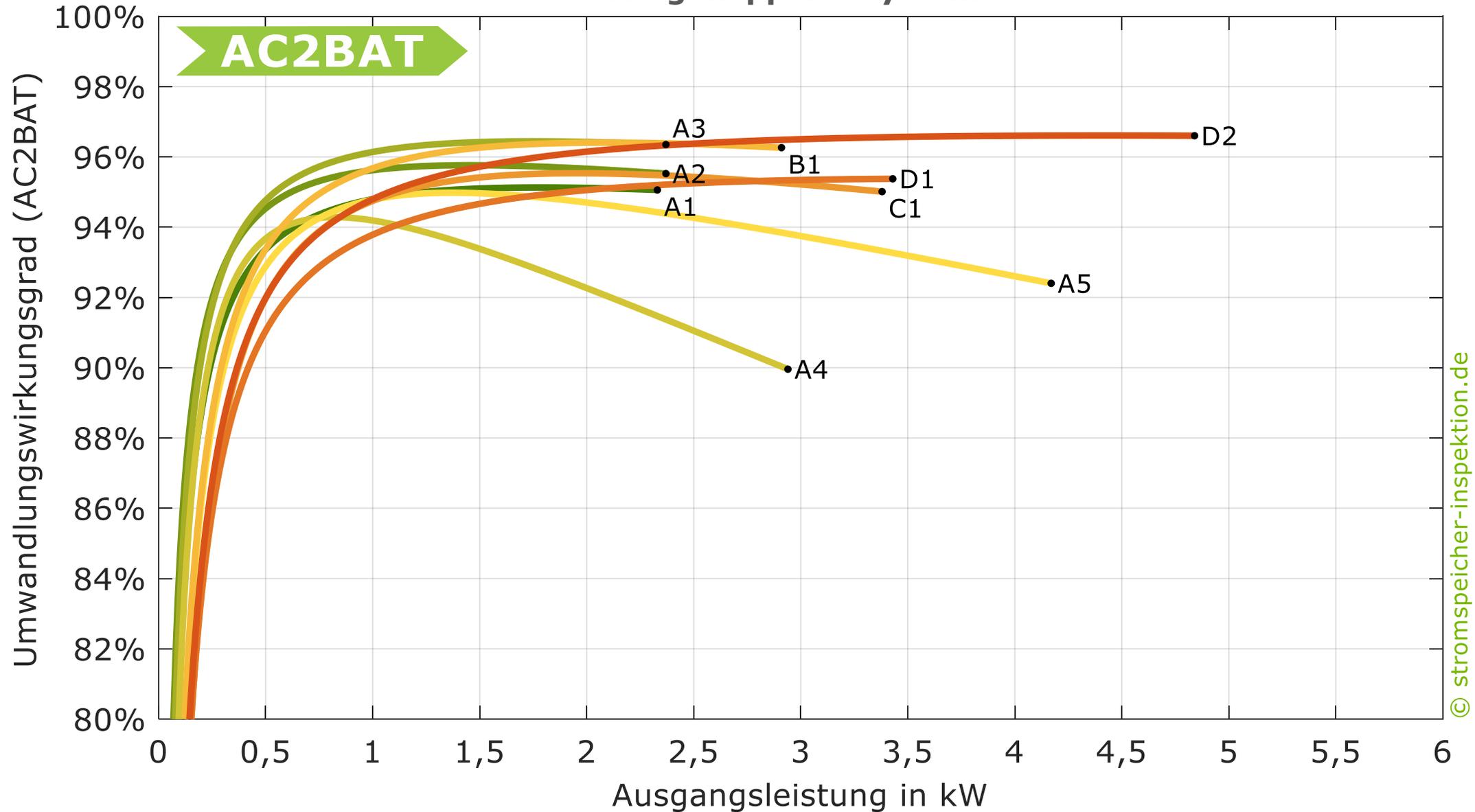
DC-gekoppelte Systeme



© stromspeicher-inspektion.de

# Umwandlungswirkungsgrade der AC-Batterieladung

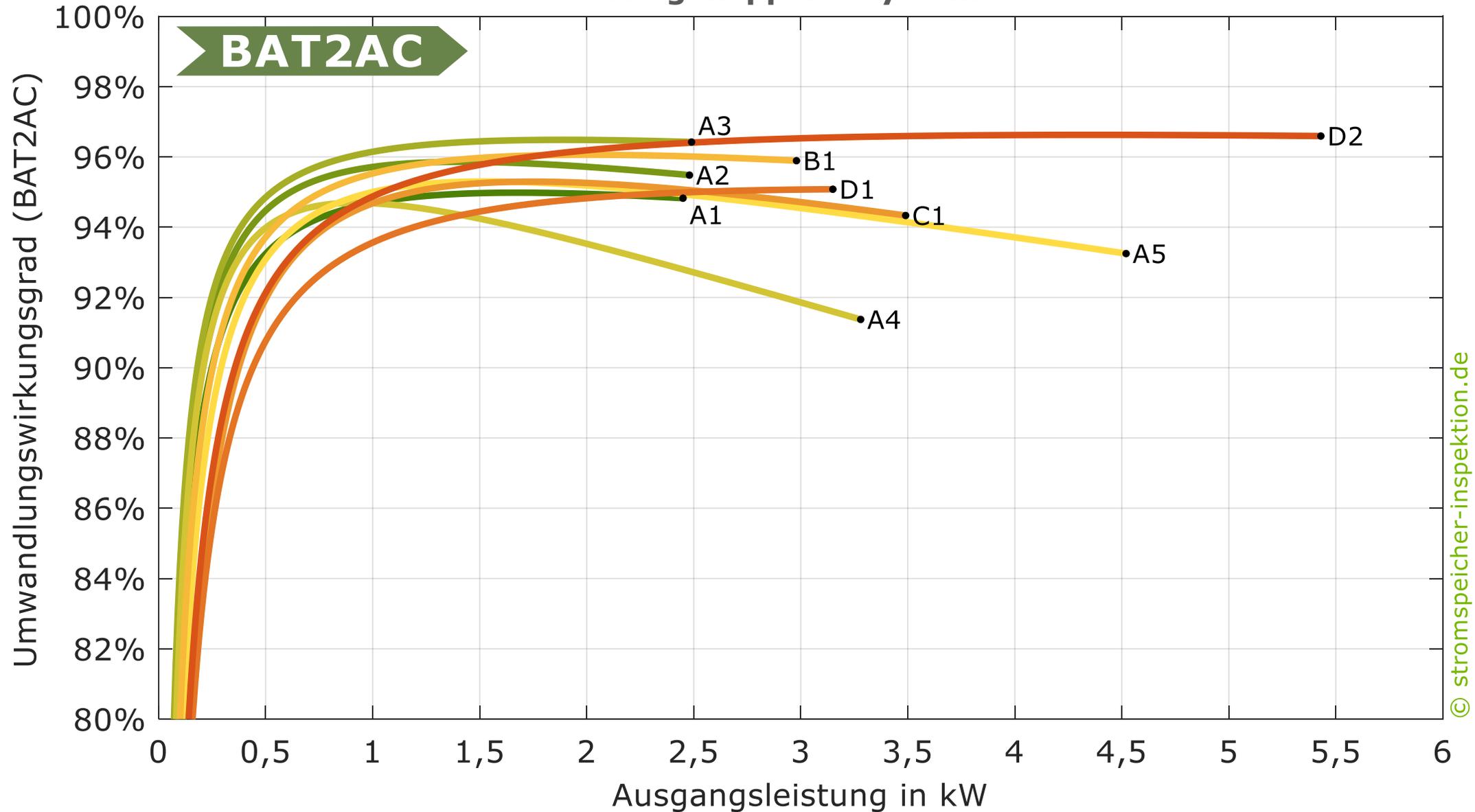
AC-gekoppelte Systeme



© stromspeicher-inspektion.de

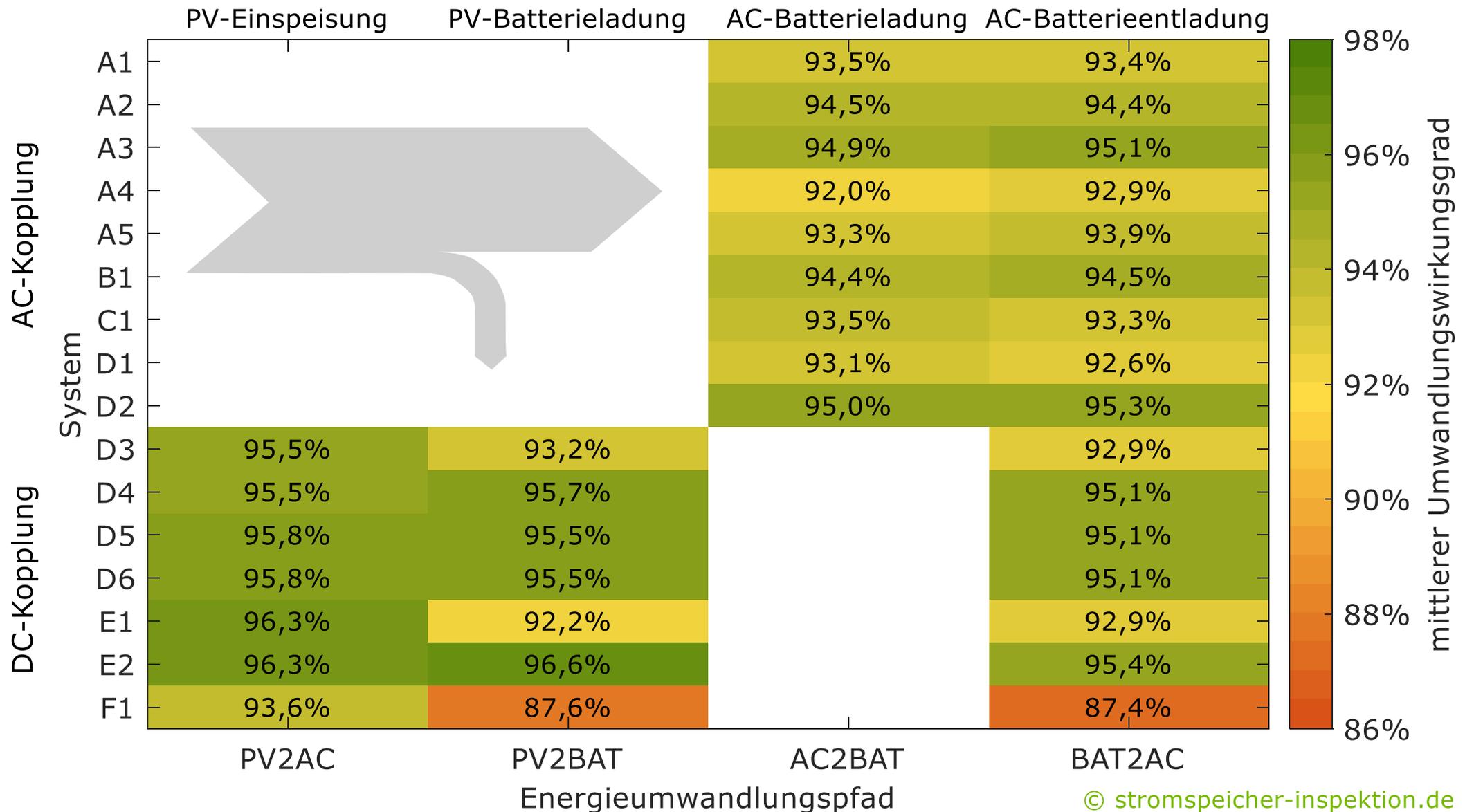
# Umwandlungswirkungsgrade der AC-Batterieentladung

AC-gekoppelte Systeme

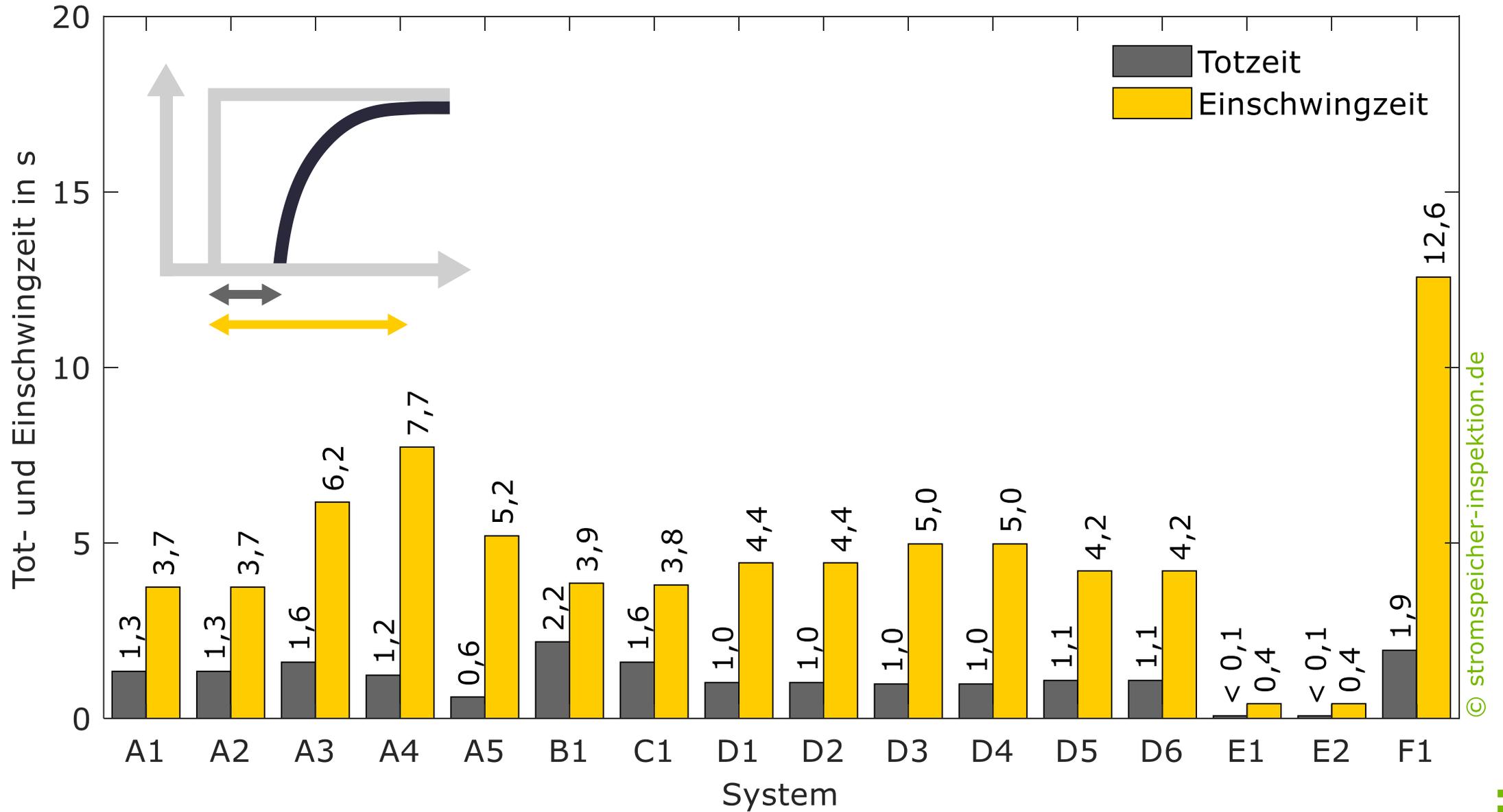


© stromspeicher-inspektion.de

# Mittlere Wirkungsgrade der einzelnen Energieumwandlungspfade

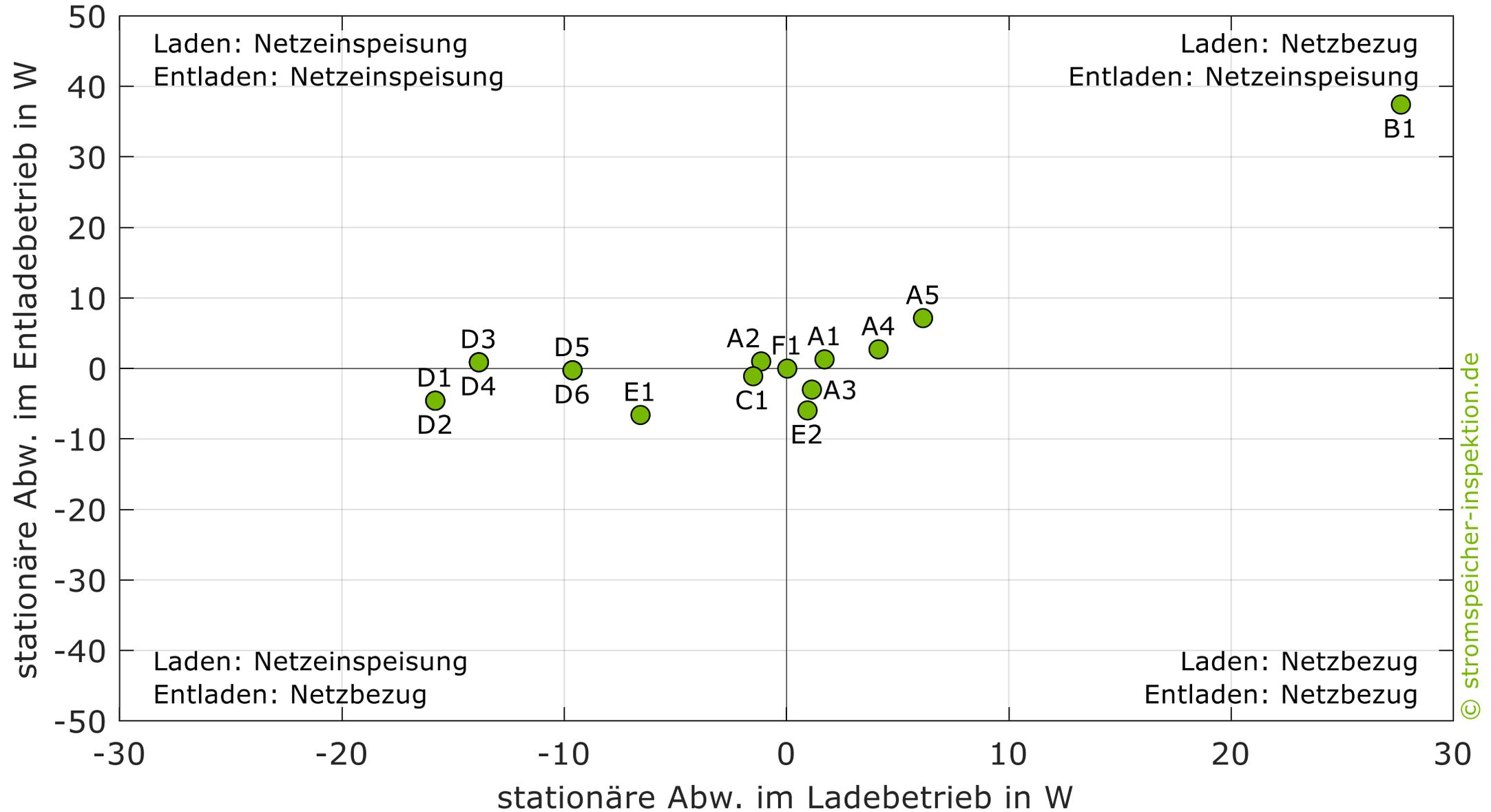


# Dynamische Regelungsabweichungen

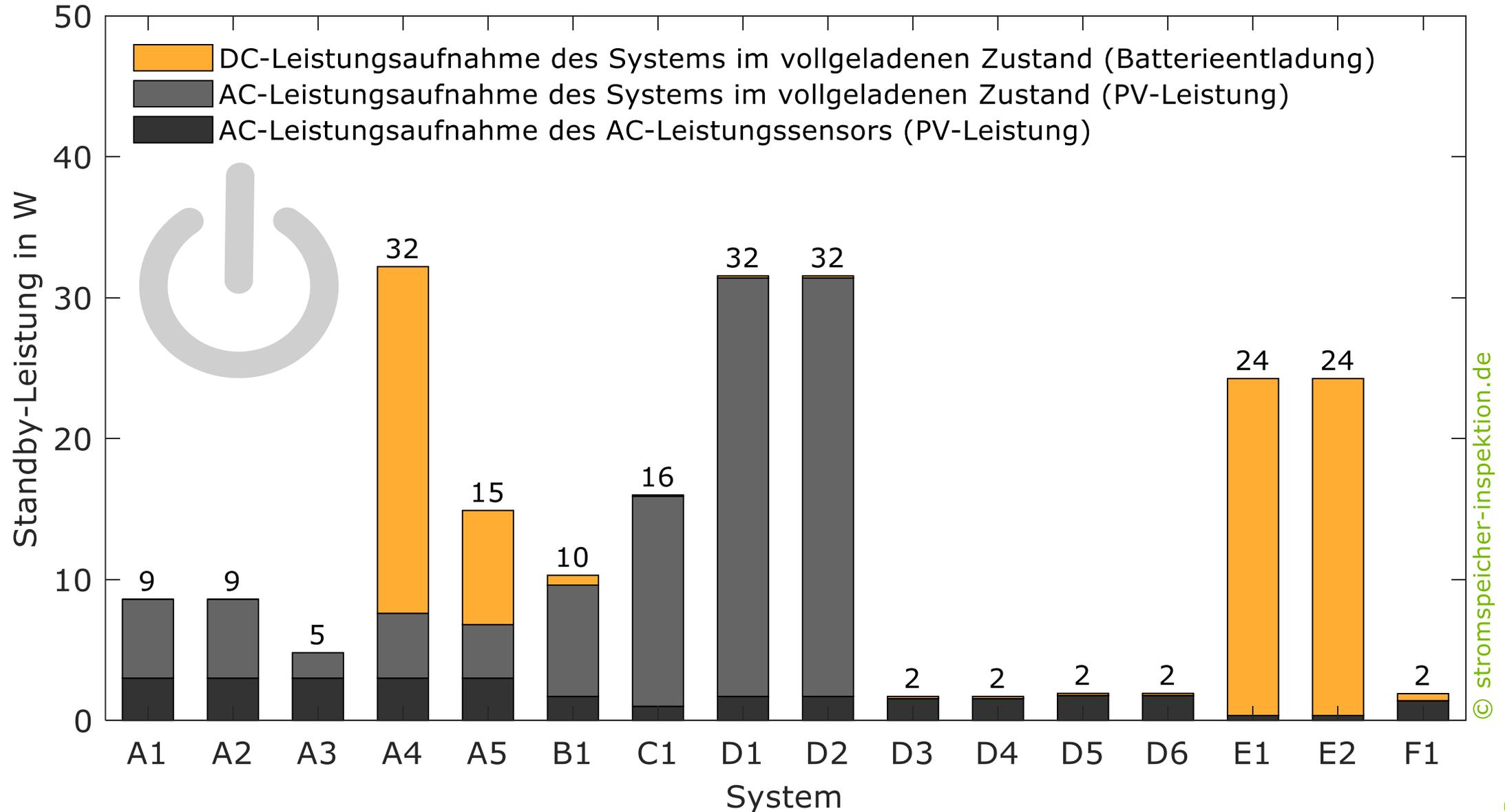


© stromspeicher-inspektion.de

# Stationäre Regelungsabweichungen

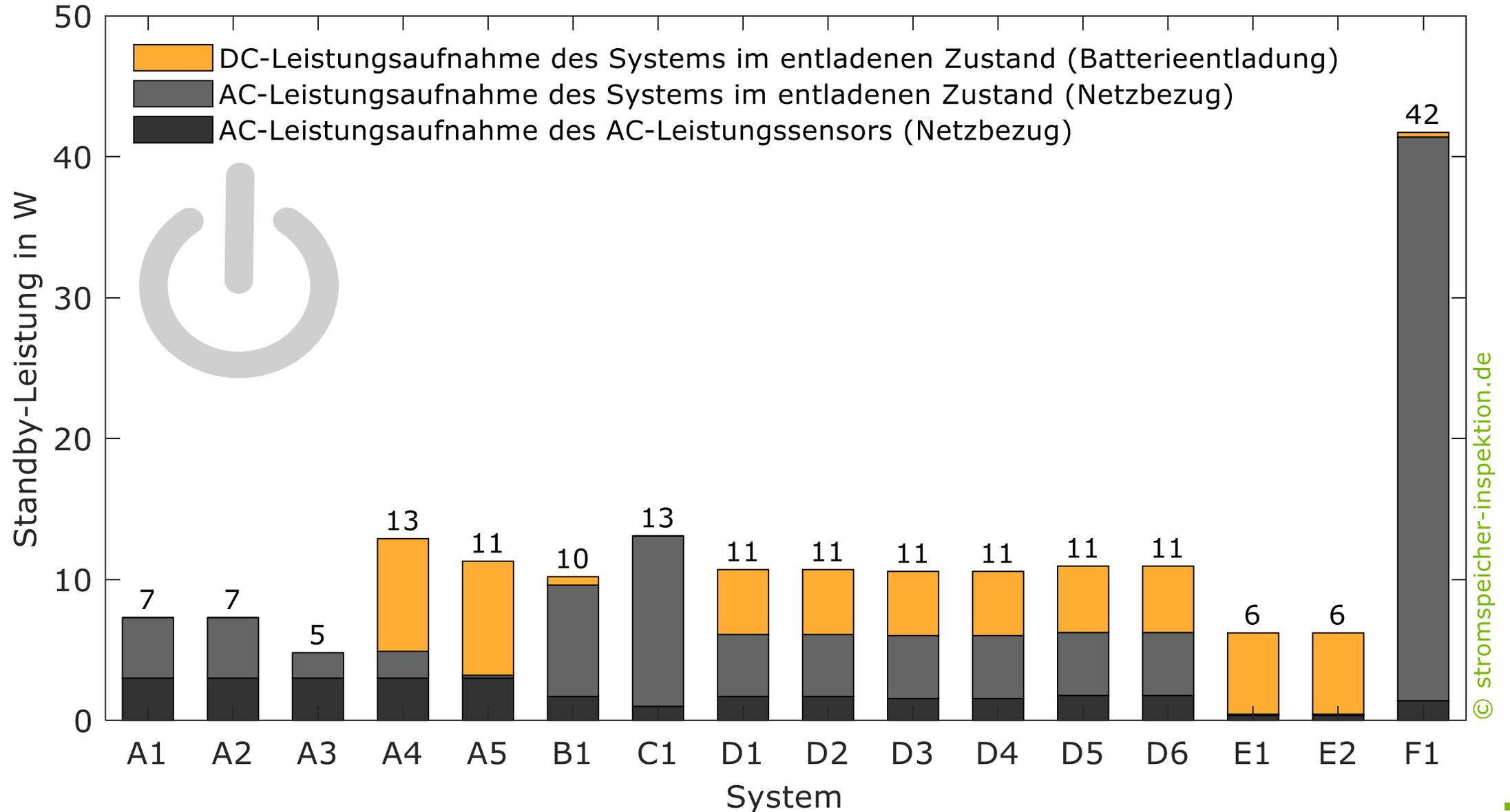


# Standby-Leistungsaufnahme bei vollgeladenem Batteriespeicher



© stromspeicher-inspektion.de

# Standby-Leistungsaufnahme bei entladenem Batteriespeicher



# Schwerpunkte der Stromspeicher-Inspektion 2019

<b>1</b>	Vergleich der Systemeigenschaften auf Basis von Labormessdaten gemäß dem Effizienzleitfaden	
<b>2</b>	Simulationsbasierte Bewertung der Speichersysteme mit dem System Performance Index (SPI)	<b>SPI</b>
<b>3</b>	Antworten auf häufig gestellte Fragen zur Effizienz von Photovoltaik-Speichersystemen	<b>FAQ</b>

# Der SPI fasst die Systemeigenschaften in einer Kennzahl zusammen



**System Performance Index (SPI)**

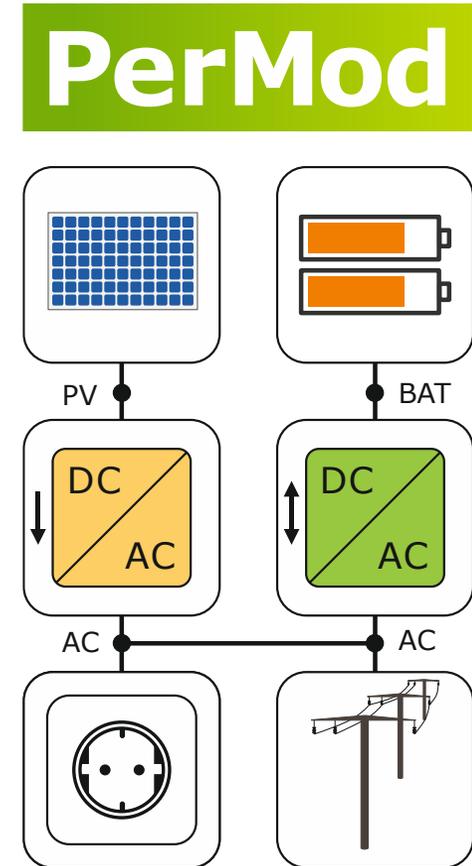
# Systembewertung anhand des Energieaustauschs mit dem Netz



- Die Verluste eines PV-Speichersystems verringern die **Netzeinspeisung** und erhöhen den **Netzbezug**.
- Der SPI bewertet die Systeme anhand der Energieflüsse am **Netzanschlusspunkt**.
- Dabei wird eine **Einspeisevergütung** von 12 ct/kWh und ein **Netzbezugspreis** von 30 ct/kWh berücksichtigt.

# Simulationstest für PV-Speichersysteme mit PerMod 2.0

- „**Performance Simulation Model** for PV-Battery Systems **PerMod 2.0**“.
- Parametrierung des Simulationsmodells auf Basis der Messergebnisse gemäß **Effizienzleitfaden 2.0**.
- Abbildung der **Dimensionierungs-, Umwandlungs-, Regelungs- und Bereitschaftsverluste** anhand der Labormesswerte.
- Zusätzlich werden die **Energiemanagementverluste** (PV-Abregelung) aufgrund der 70%-Einspeisebegrenzung berücksichtigt.
- Simulation des **Betriebsverhaltens** der PV-Speichersysteme in einsekündiger Auflösung.
- Ermittlung des **System Performance Index (SPI)** auf Basis der über den Zeitraum von einem Jahr simulierten Energieflüsse.

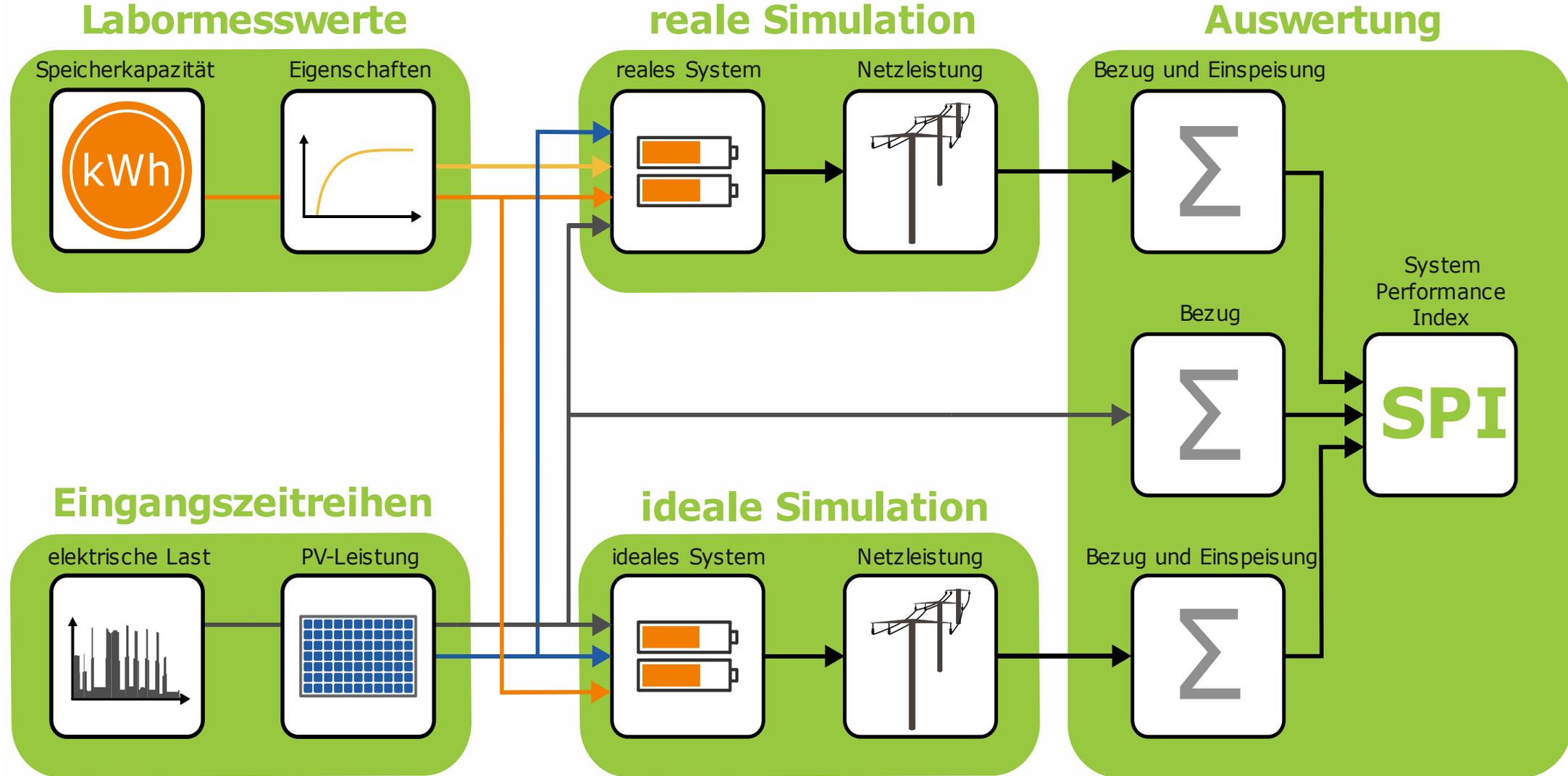


# Simulation der PV-Speichersysteme in einem Referenzgebäude

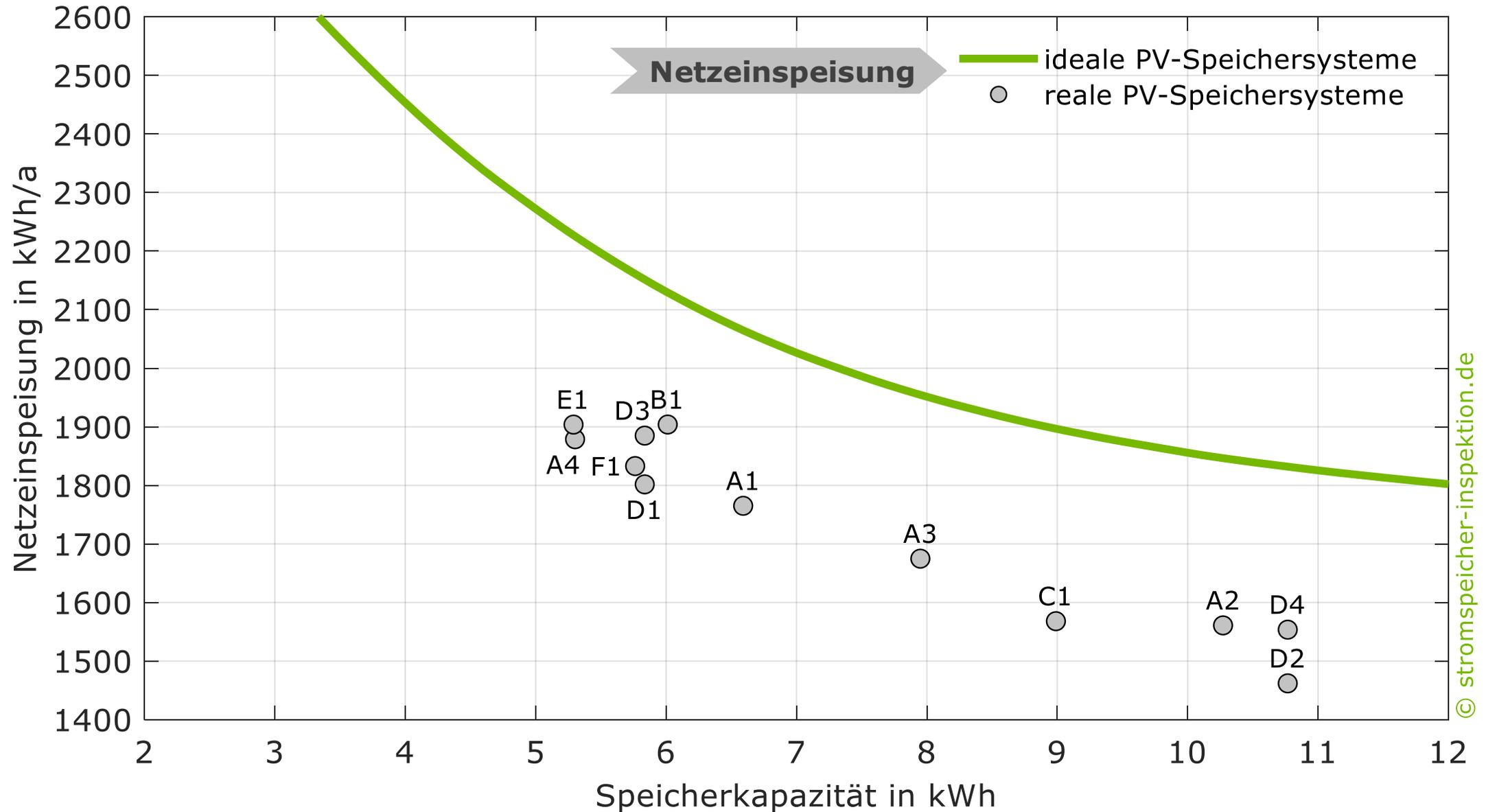
- Das zugrundeliegende **Referenzgebäude** hat folgende Eigenschaften:
  - **5010 kWh/a**: elektrischer Energieverbrauch des Wohngebäudes
  - **5 kWp**: Nennleistung des PV-Generators
- Die **einsekündigen Eingangsdaten** der elektrischen Last sowie der Leistungsabgabe des PV-Generators sind frei verfügbaren Datensätzen entnommen ([HTW Berlin 2015](#) und [Universität Oldenburg 2014](#)).
- Der Systemvergleich beschränkt sich auf Systeme inkl. Batteriespeicher, die aufgrund der **Wechselrichter-Dimensionierung** für den Einsatz im Referenzgebäude in Frage kommen.
- Die Systeme A5, D5, D6 und E2 wurden daher nicht mit dem SPI bewertet.
- Die AC-gekoppelten Speichersysteme werden in Kombination mit dem **PV-Wechselrichter** SMA Sunny Boy 5.0 bewertet.



# Simulation der realen und idealen PV-Speichersysteme

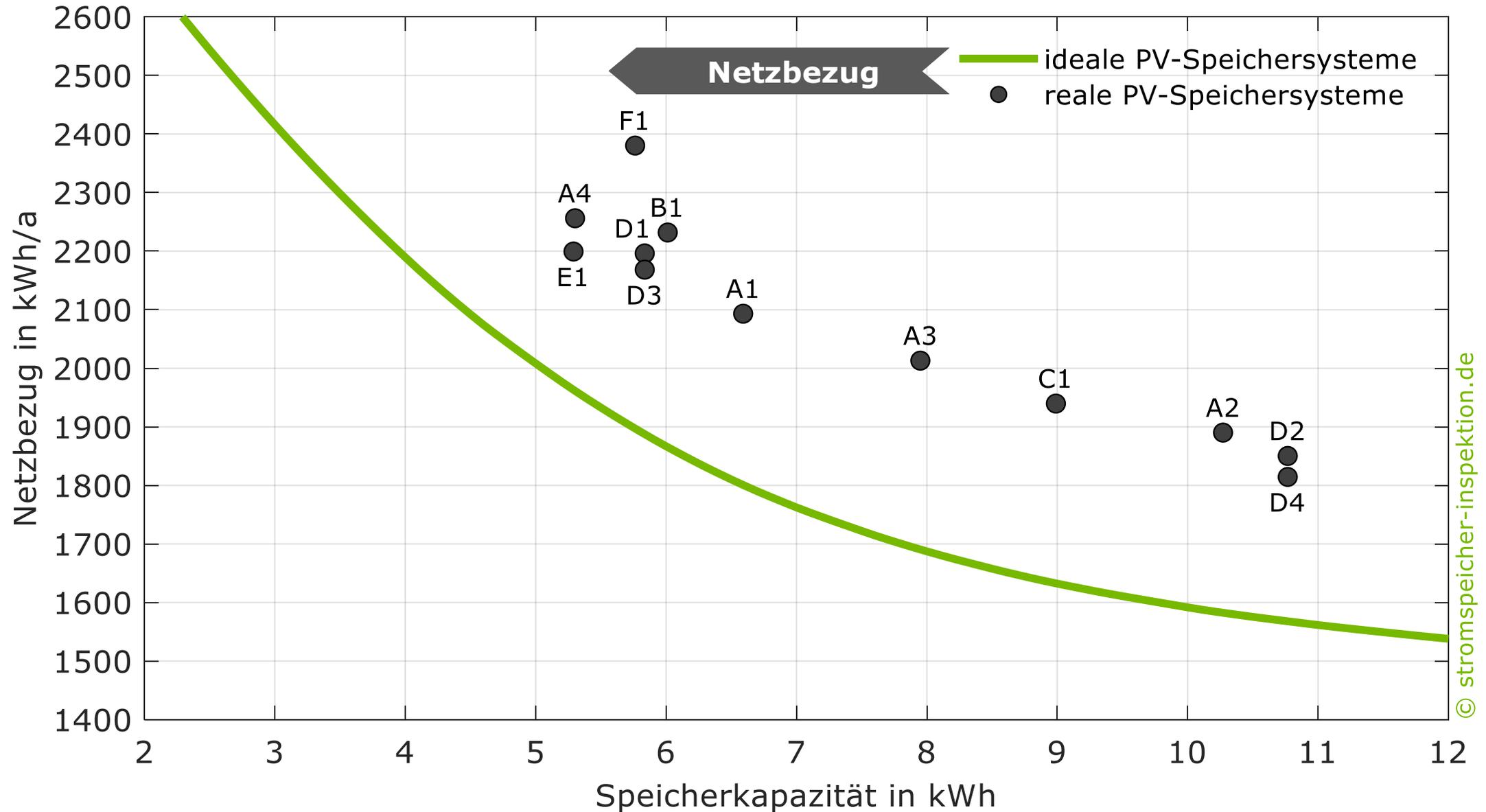


# Netzeinspeisung des Referenzgebäudes je nach System



© stromspeicher-inspektion.de

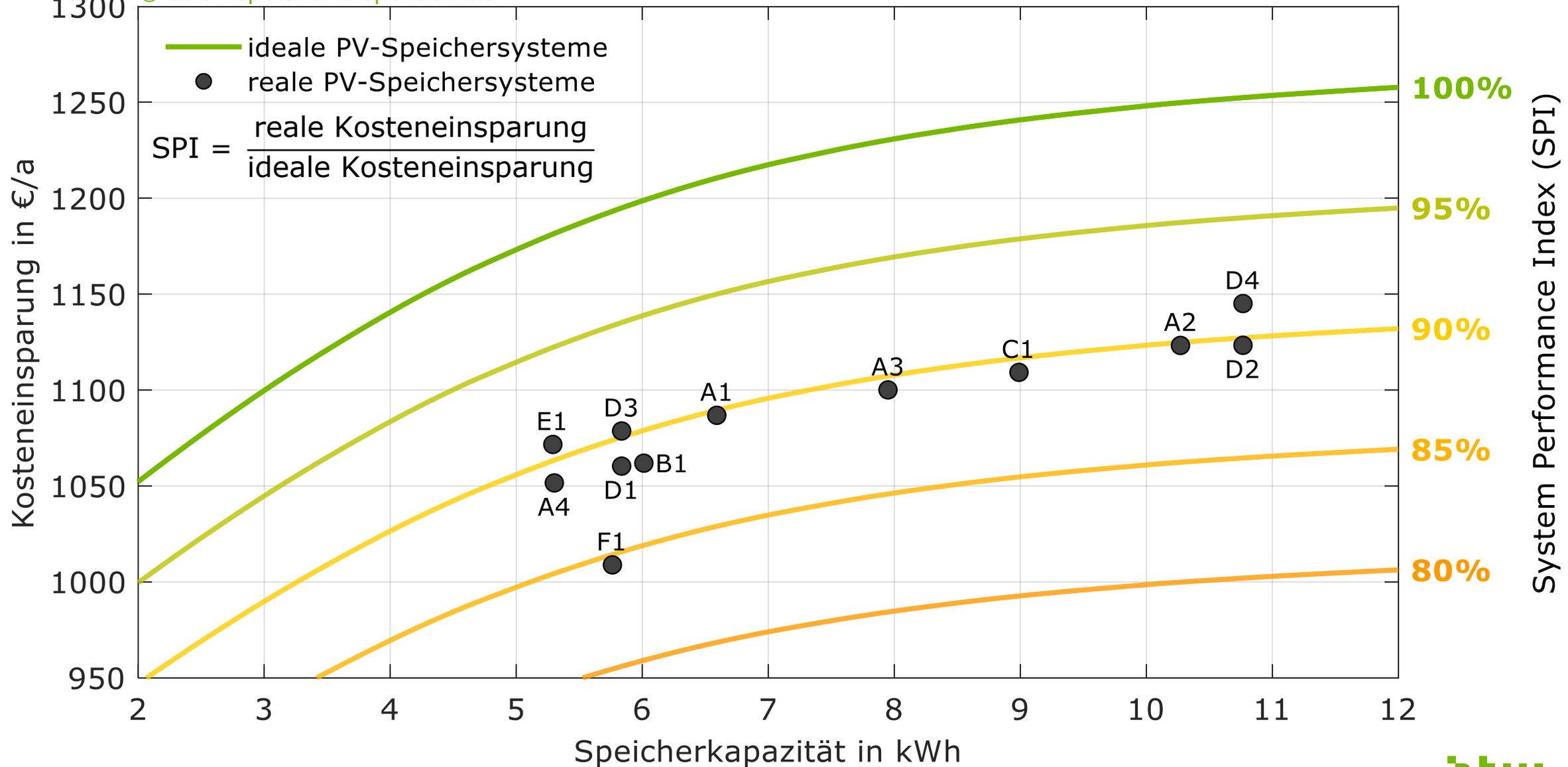
# Netzbezug des Referenzgebäudes je nach System



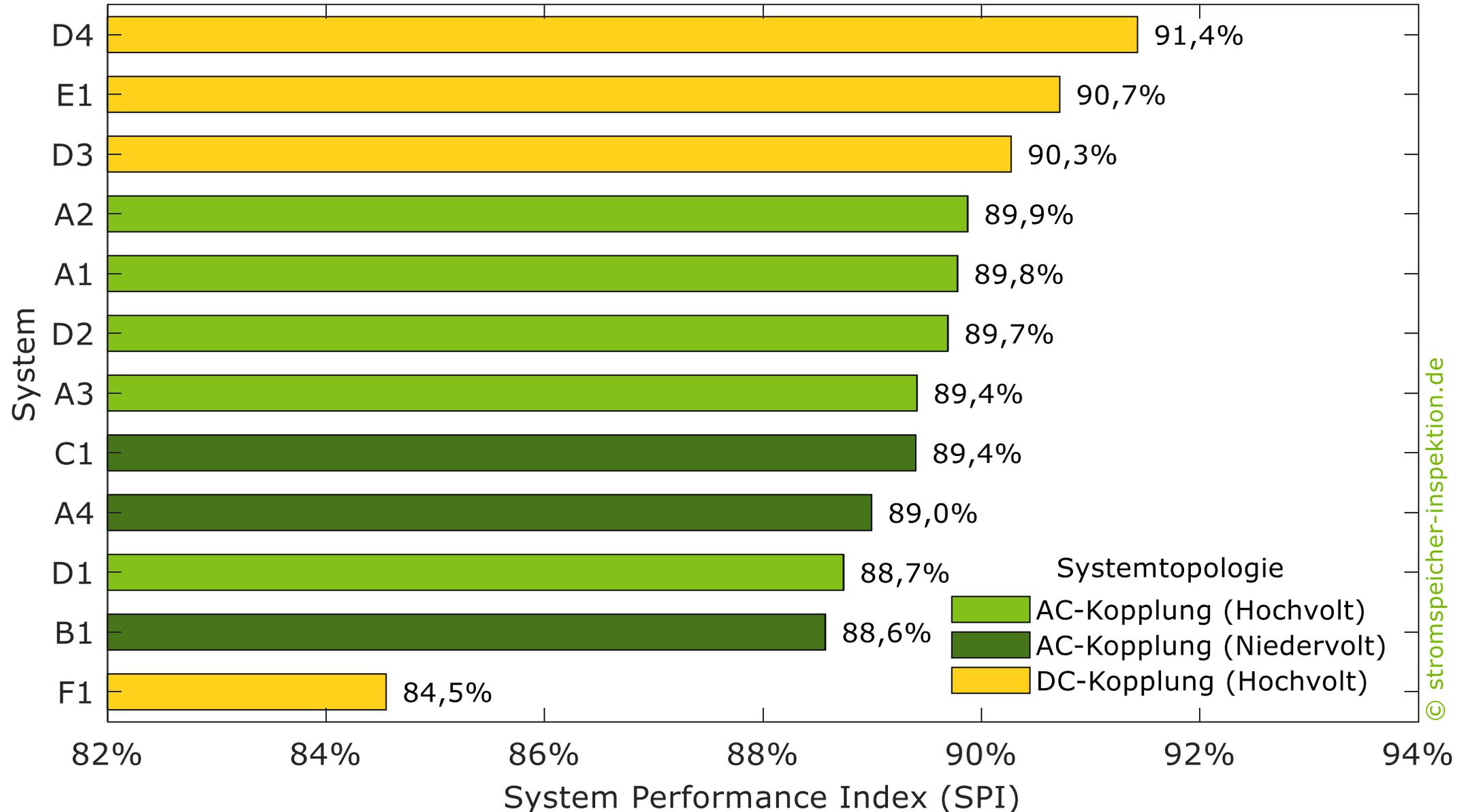
© stromspeicher-inspektion.de

# Kosteneinsparung der PV-Speichersysteme

© stromspeicher-inspektion.de

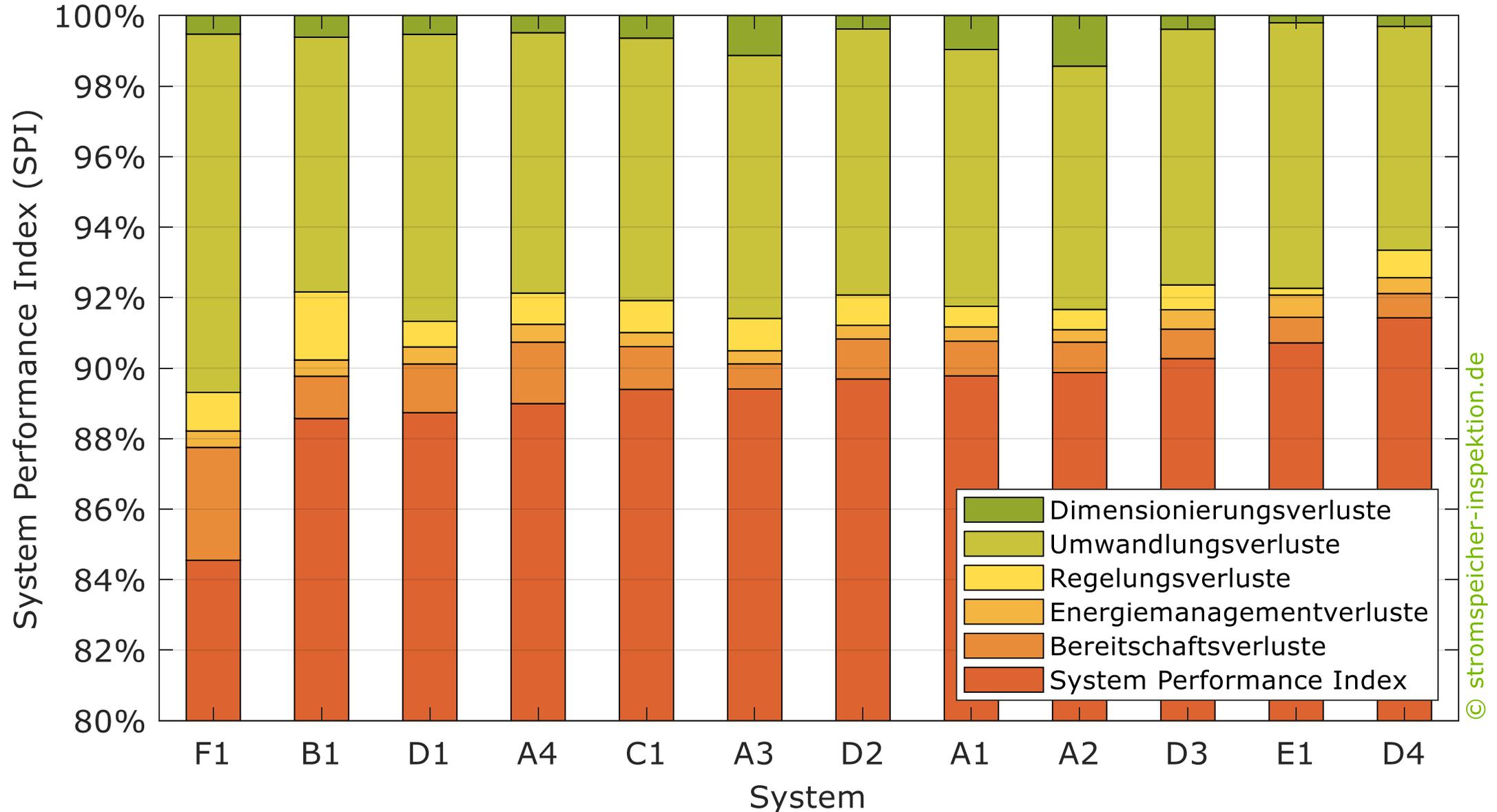


# System Performance Index (SPI) der analysierten Systeme



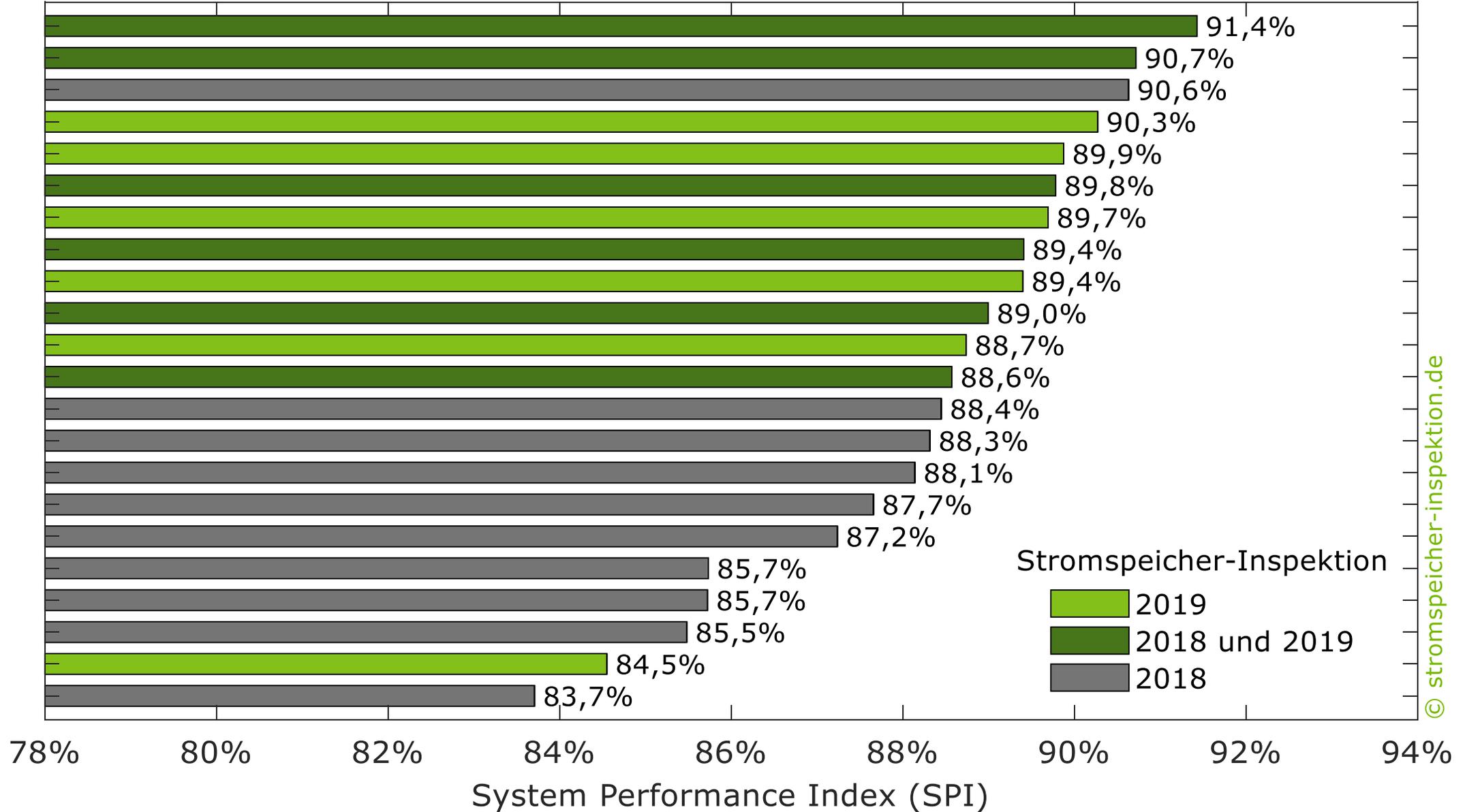
© stromspeicher-inspektion.de

# Zusammensetzung der SPI-Verluste je nach System



© stromspeicher-inspektion.de

# Stromspeicher-Inspektion 2018 und 2019: Ergebnisvergleich

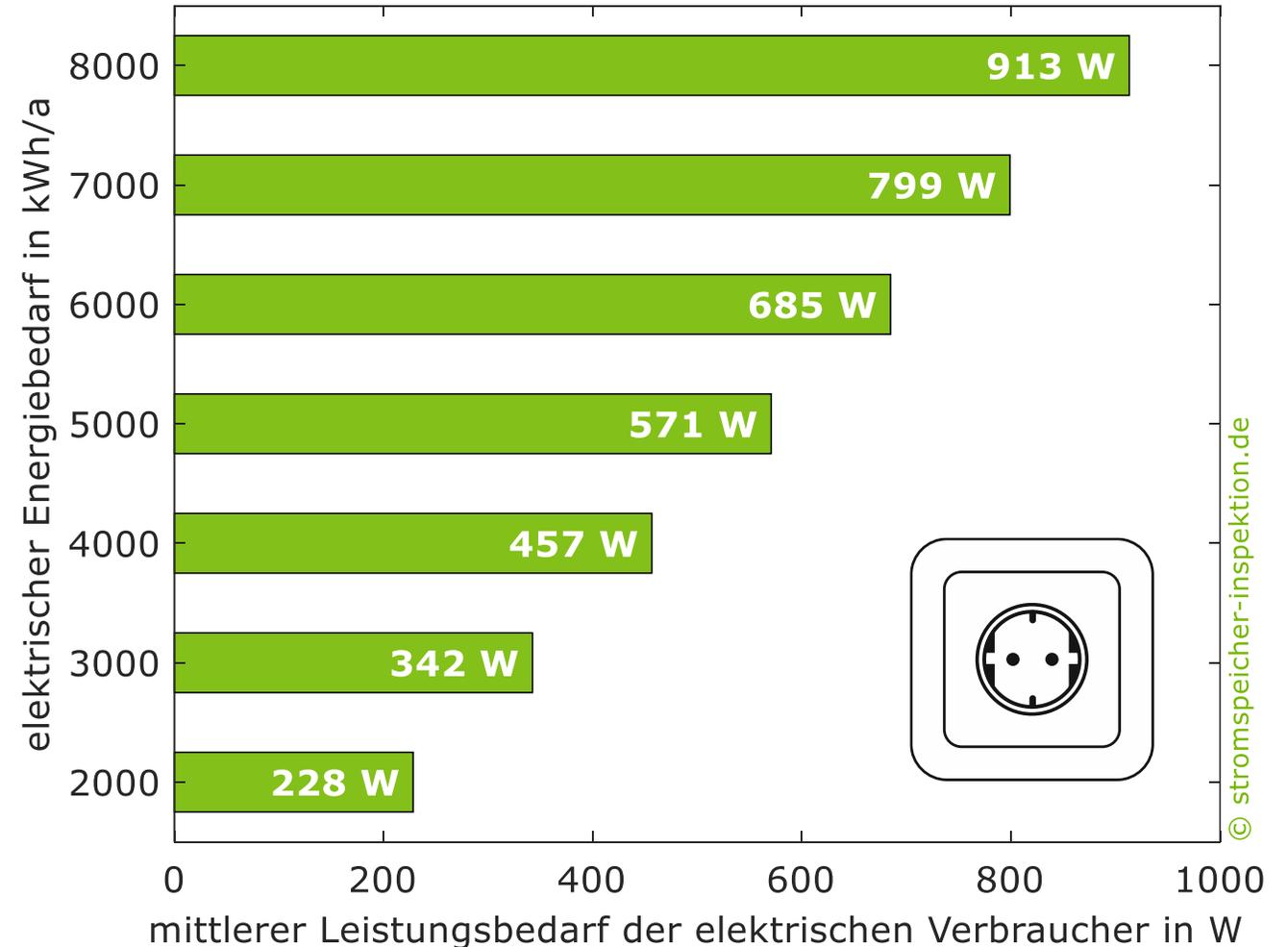


# Schwerpunkte der Stromspeicher-Inspektion 2019

<b>1</b>	Vergleich der Systemeigenschaften auf Basis von Labormessdaten gemäß dem Effizienzleitfaden	
<b>2</b>	Simulationsbasierte Bewertung der Speichersysteme mit dem System Performance Index (SPI)	<b>SPI</b>
<b>3</b>	Antworten auf häufig gestellte Fragen zur Effizienz von Photovoltaik-Speichersystemen	<b>FAQ</b>

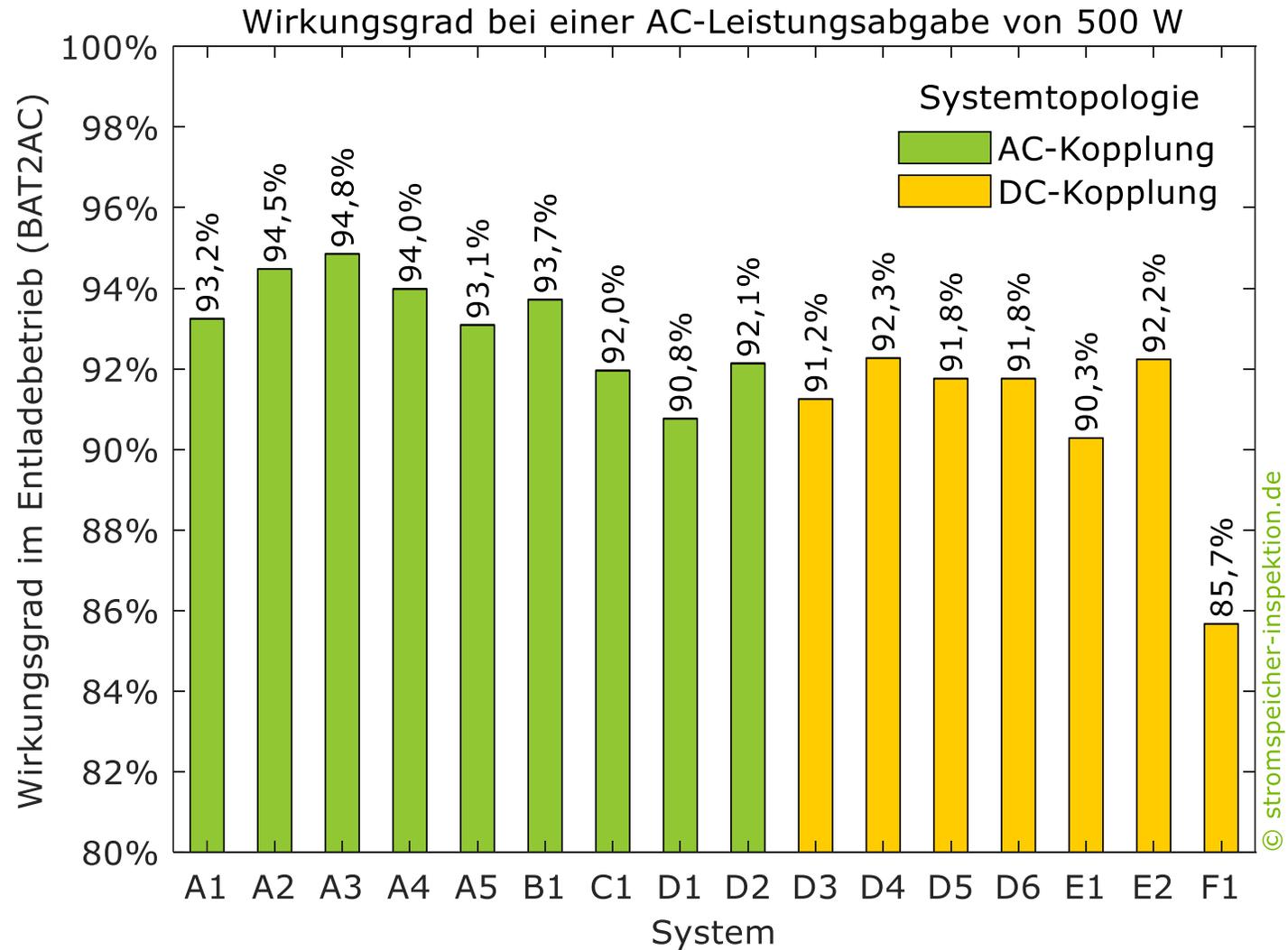
# Weshalb sollte man auf sehr gute Umwandlungswirkungsgrade bei einer Leistungsabgabe von wenigen hundert Watt achten?

- In Wohngebäuden mit einem elektrischen Energiebedarf zwischen 4000 und 5000 kWh/a wird durchschnittlich eine elektrische Leistung von ca. **500 W** benötigt (siehe Grafik).
- Während der **Batterieentladung in der Nacht** ist der Leistungsbedarf oft sogar noch geringer.
- Daher wird der Großteil der vom Batteriesystem abgegebenen Energie bei **Leistungen unter 1000 W** bereitgestellt.
- Um hohe Umwandlungsverluste zu vermeiden, sollten die Wechselrichter bei einer **AC-Leistungsabgabe um 500 W** einen **Wirkungsgrad über 90%** vorweisen.



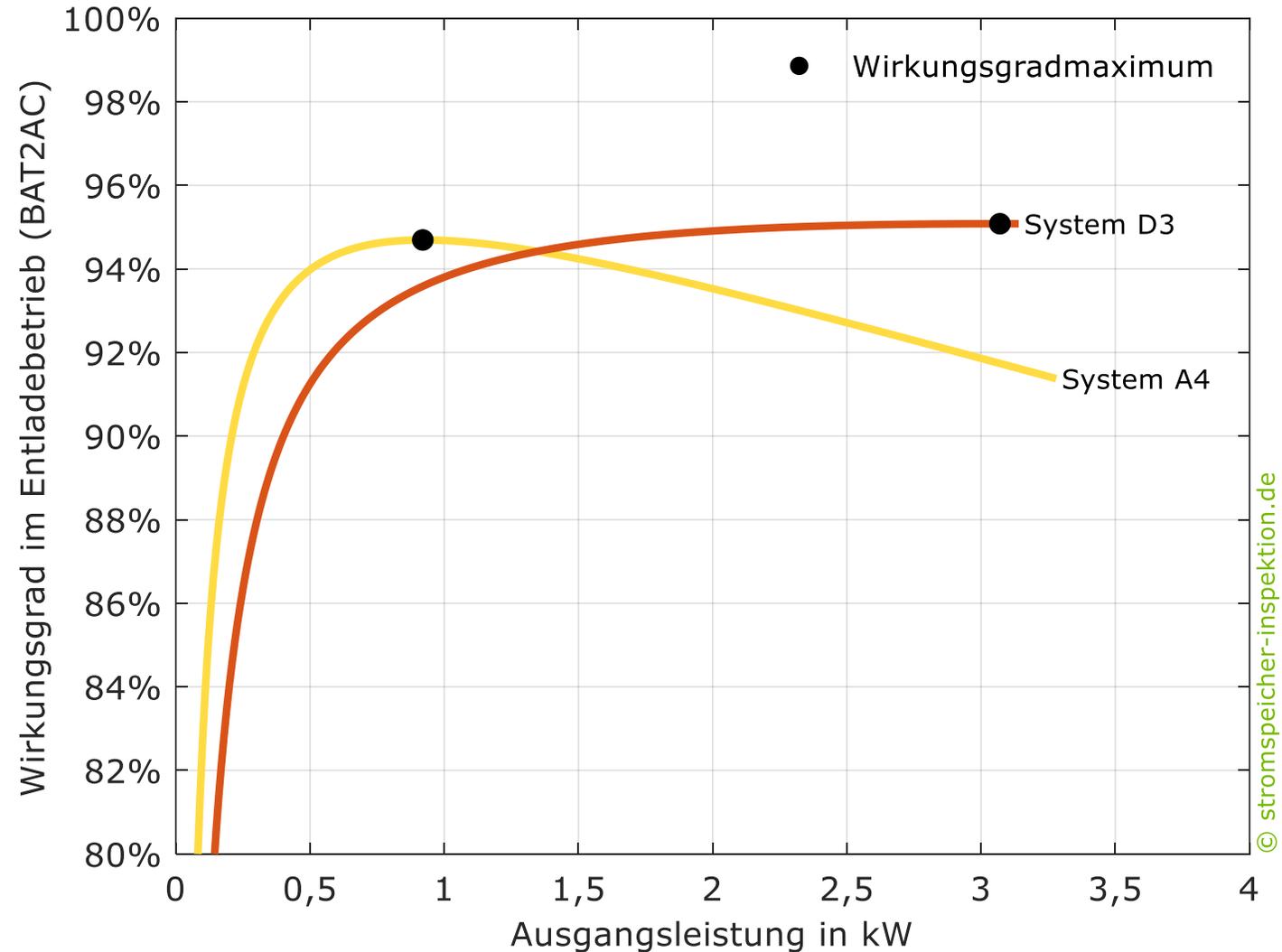
# Können AC-gekoppelte Systeme gegenüber DC-gekoppelten Systemen im Entladebetrieb höhere Wirkungsgrade erzielen?

- DC-gekoppelte Systeme erreichen im Vergleich zu AC-gekoppelten Systemen **im Ladebetrieb** oft höhere Umwandlungswirkungsgrade.
- **Im Entladebetrieb** kann die AC-Kopplung der Batteriespeicher allerdings häufig mit einem Effizienzvorteil bei geringer Leistungsabgabe punkten (siehe Grafik).
- Ein Grund hierfür sind die oft geringeren Leerlaufverluste der AC-gekoppelten Systeme, die **höhere Teillastwirkungsgrade** ermöglichen.



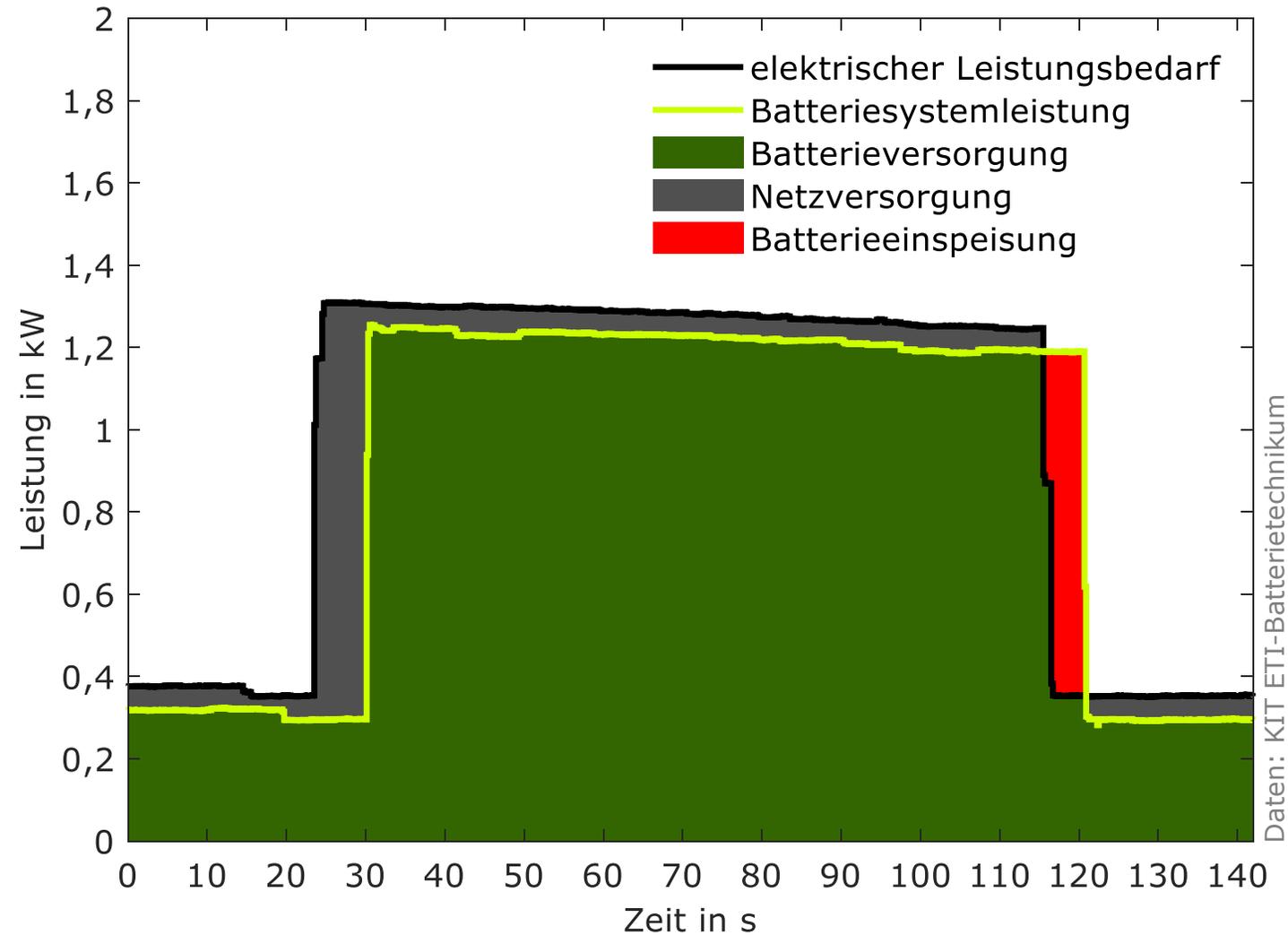
# Wieso ist der maximale Umwandlungswirkungsgrad von unterschiedlichen Speichersystemen wenig vergleichbar?

- In Datenblättern wird oft der **maximale Wirkungsgrad** des Wechselrichters angegeben.
- Außer Acht bleibt dabei, dass die **Umwandlungseffizienz eines Wechselrichters** von dessen Auslastung abhängt.
- Je nach Wechselrichter können sich die **Wirkungsgradkennlinien** deutlich voneinander unterscheiden (siehe Grafik).
- Die höchste Umwandlungseffizienz wird meist in **unterschiedlichen Betriebspunkten** erzielt.
- Daher ist ein Vergleich der maximalen Wirkungsgrade von **unterschiedlichen Wechselrichtern** wenig sinnvoll.



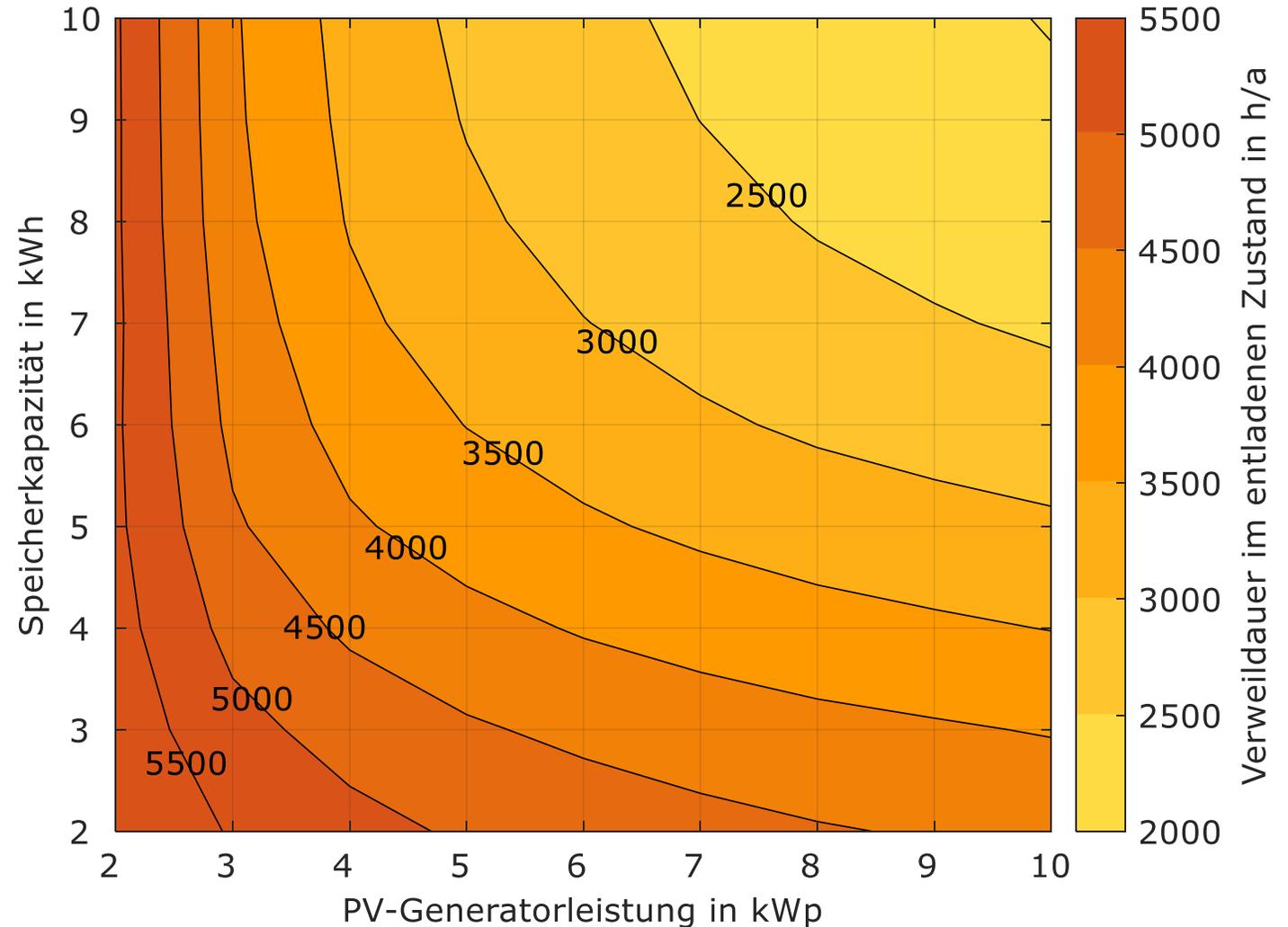
# Weshalb ist eine schnelle und genaue Systemregelung von Bedeutung?

- In der Praxis können mehrere Sekunden vergehen, bis ein Speichersystem auf **Leistungsänderungen** reagiert (siehe Grafik).
- Zusätzlich treten auch unter konstanten Bedingungen **Regelungsabweichungen** auf, die ebenfalls durch das Netz ausgeglichen werden.
- Gibt das Speichersystem zu viel Leistung ab, wird gespeicherter Solarstrom in das **Netz eingespeist**.
- Der **Netzbezug** steigt, wenn zu wenig Leistung bereitgestellt wird.
- Die dadurch verursachten **Regelungsverluste** sind umso höher, je langsamer und ungenauer die Systemregelung ist.



# Wieso ist ein geringer Standby-Verbrauch bei entladenem Batteriespeicher wichtig?

- Je nach Systemdimensionierung variiert die **Verweildauer des Batteriespeichers** im entladenen Zustand (siehe Grafik).
- Je kleiner das PV-Speichersystem dimensioniert ist, desto häufiger ist der Batteriespeicher vollständig entladen.
- Die Batteriespeicher sind in der Regel jährlich **2000 bis 4000 h** entladen.
- Systeme mit einer hohen Standby-Leistung von **50 W** können daher den Strombezug aus dem Netz um **100 bis 200 kWh** pro Jahr erhöhen.
- Beträgt die AC-Leistungsaufnahme im Standby nur **5 W**, müssen jährlich max. **20 kWh** zusätzlich bezogen werden.

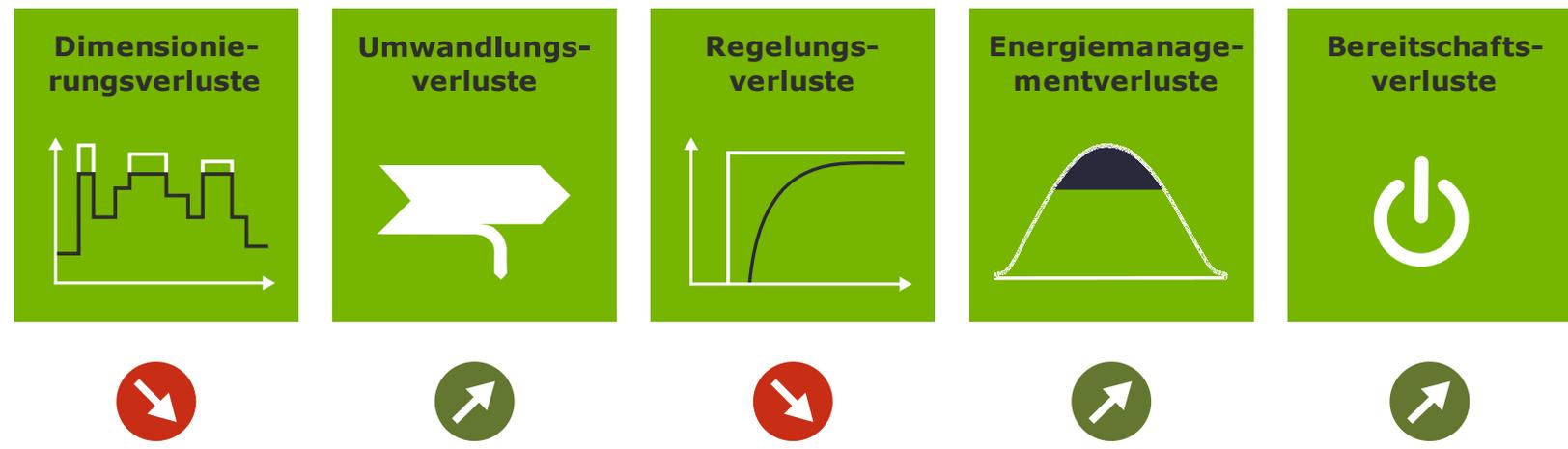


# Warum ist der Eigenverbrauchsanteil keine geeignete Kennzahl zur Bewertung der Effizienz von PV-Speichersystemen?

- Der **Eigenverbrauchsanteil** gibt den Anteil der erzeugten PV-Energie an, der zeitgleich zur Versorgung der elektrischen Verbraucher oder zur Ladung des Batteriespeichers genutzt wird.
- Die einzelnen **Effizienzverluste** der PV-Speichersysteme wirken sich unterschiedlich auf die Höhe des Eigenverbrauchsanteils aus (siehe Grafik).
- Hohe **Umwandlungsverluste** steigern den Eigenverbrauchsanteil, da mehr PV-Energie zur Batterie-ladung benötigt wird.
- Des Weiteren steigt der Eigenverbrauchsanteil durch die **Abregelung von überschüssiger PV-Energie** oder durch einen hohen **Standby-Verbrauch des Batteriesystems**.

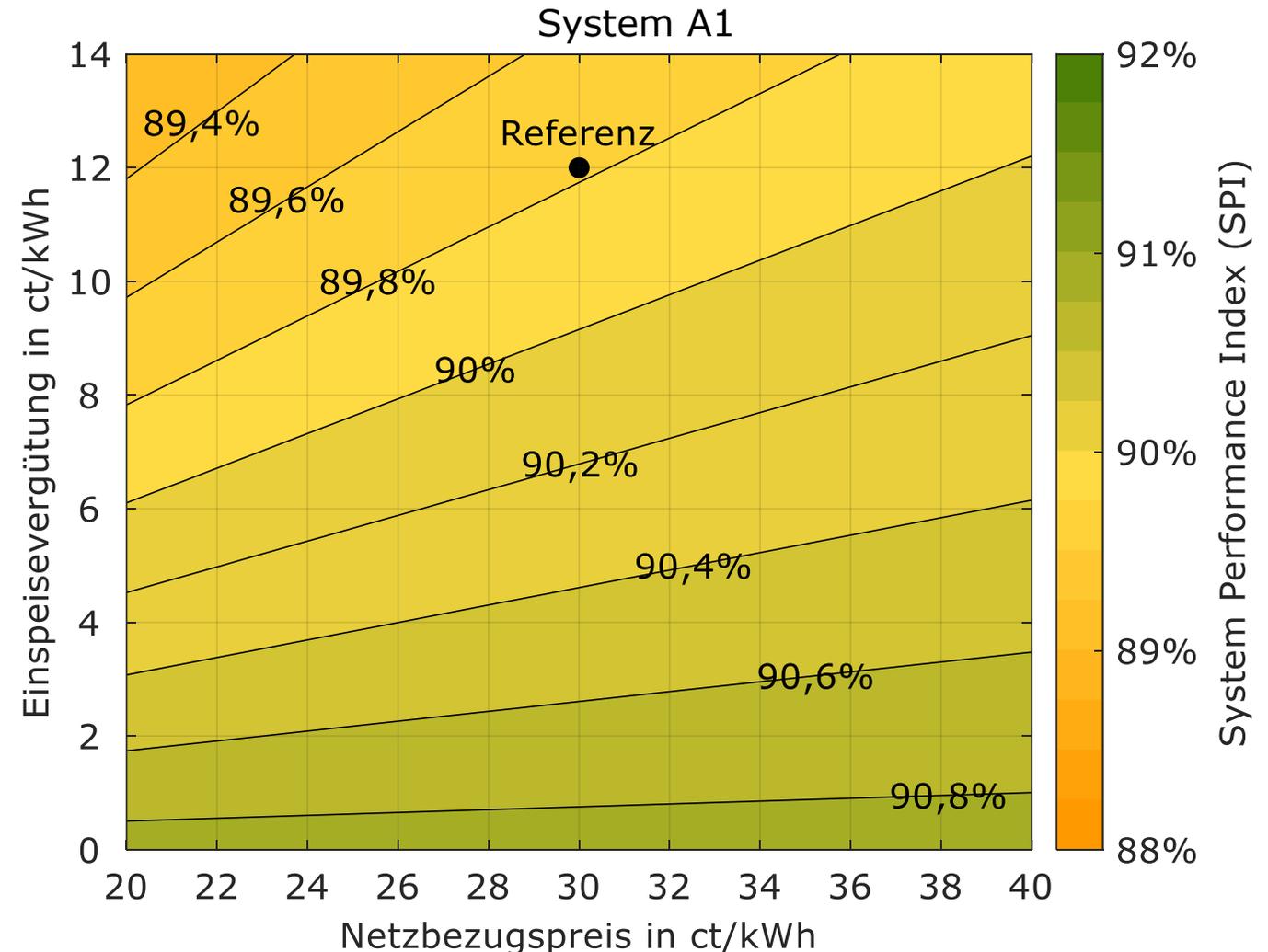
Einfluss der einzelnen Verlustme-  
chanismen auf die Kennzahl

-  Anstieg
-  keine Änderung
-  Abnahme



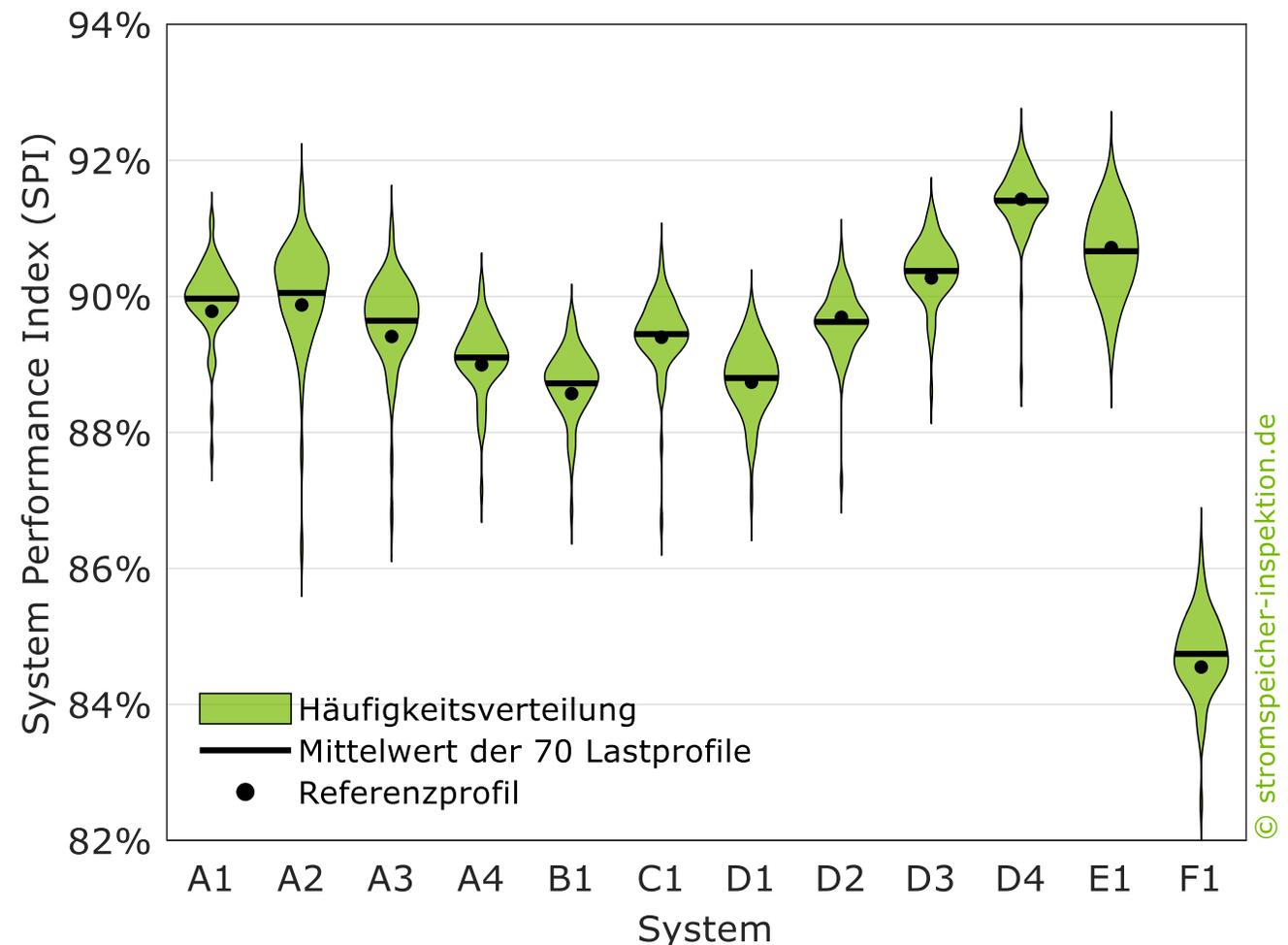
# Welchen Einfluss haben die Einspeisevergütung und der Netzbezugpreis auf den System Performance Index (SPI)?

- Der SPI bewertet die Effizienz eines PV-Speichersystems anhand der verlustbedingten **Änderung des Netzbezugs und der Netzeinspeisung**.
- Im Referenzfall beträgt die Einspeisevergütung **12 ct/kWh** und der Netzbezugpreis **30 ct/kWh**.
- Die Grafik zeigt für ein Beispielsystem, dass sich der SPI bei abweichenden **Rahmenbedingungen** nur wenig ändert.
- Bei Wegfall der Einspeisevergütung steigt der SPI um rund einen Prozentpunkt im Vergleich zu dem Referenzfall an.
- Die Verluste resultieren dann lediglich aus dem **Anstieg des Netzbezugs**.



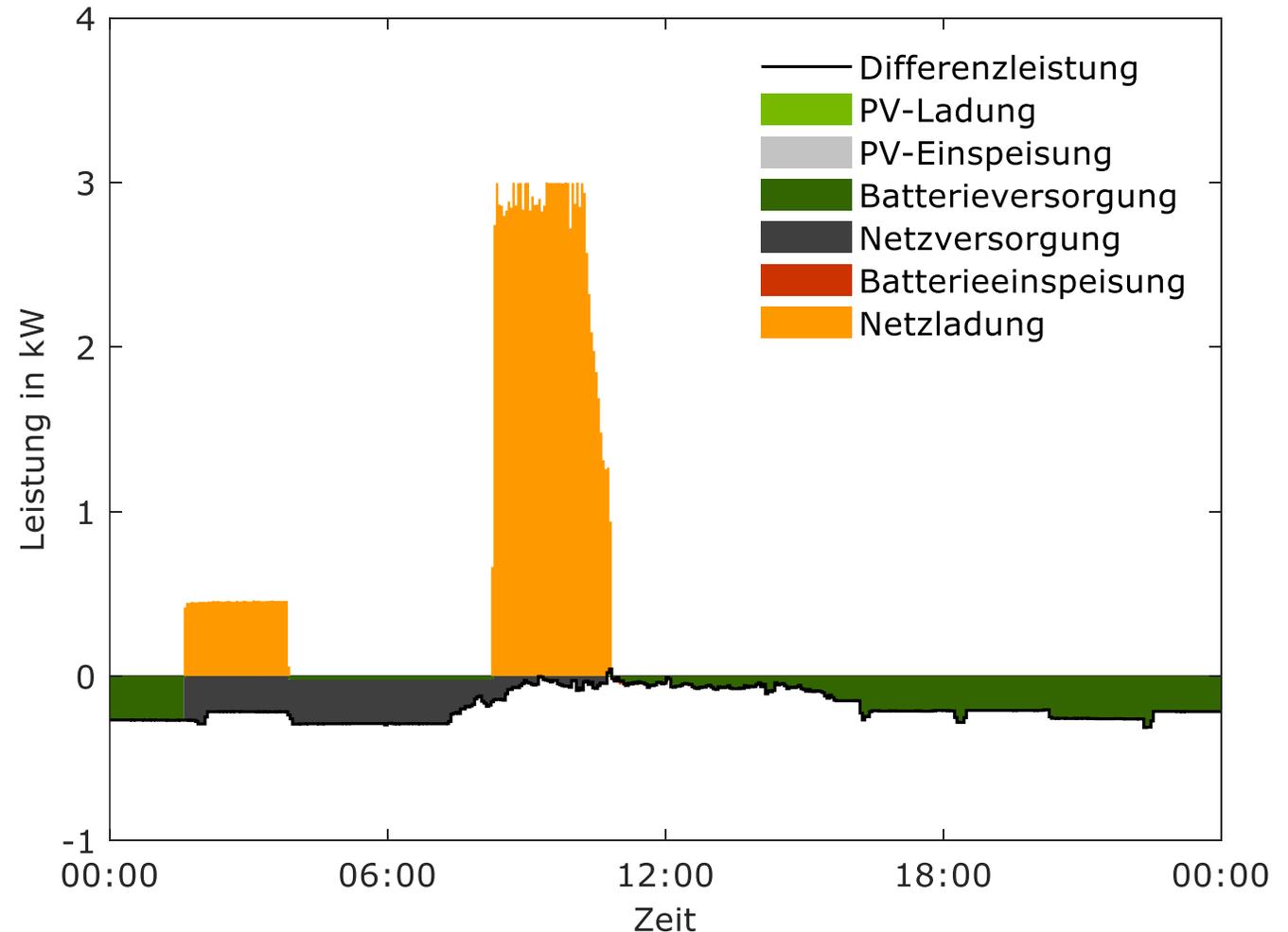
# Wie wirkt sich die Wahl des verwendeten Lastprofils auf den System Performance Index (SPI) der untersuchten Systeme aus?

- Die Grafik zeigt den mittleren SPI der untersuchten PV-Speichersysteme, der aus Simulationen mit **70 Haushaltslastprofilen** resultiert ([HTW Berlin 2015](#)).
- Darüber hinaus ist die **Dichtefunktion der Verteilung** der 70 SPI-Werte für die einzelnen Systeme dargestellt.
- Die **Standardabweichung** beträgt durchschnittlich 0,6 Prozentpunkte.
- Die auf Basis des **Referenzprofils** ermittelten SPI-Werte weichen um maximal 0,2 Prozentpunkte vom mittleren SPI ab.
- Im Gegensatz zu anderen Kennzahlen ist der SPI vergleichsweise wenig von der **Charakteristik des Lastprofils** abhängig.



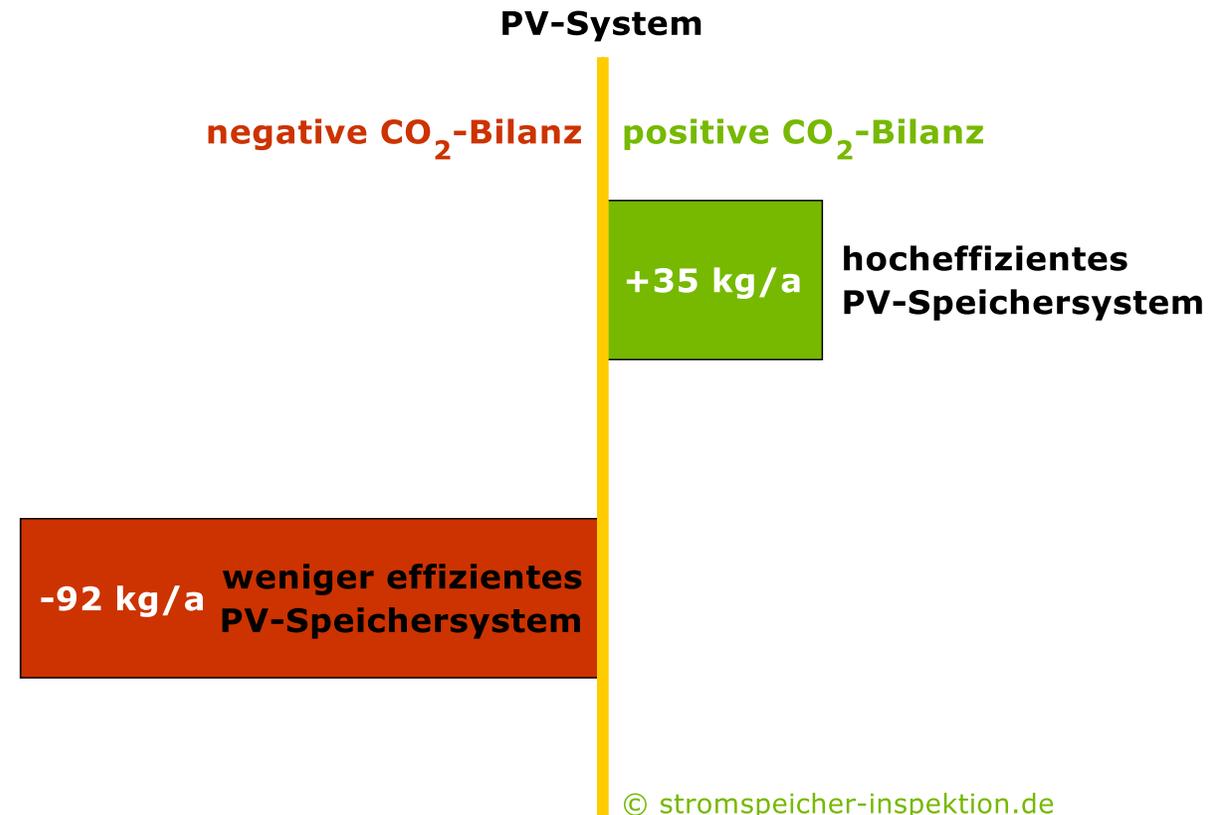
# Wodurch können im Betrieb weitere Verluste in PV-Speichersystemen auftreten?

- Standby-Leistungsaufnahme des **Batterie-managementsystems** (BMS).
- **Nachladung des Batteriespeichers** mit Netzstrom zur Kompensation der DC-Leistungsaufnahme im Standby.
- Vollständige Batterieladung an Wintertagen zum **Kalibrieren der Ladezustandsbestimmung** (siehe Grafik).
- Maßnahmen zum **Ladungsausgleich** zwischen den Batteriezellen.
- Kurzzeitige **Unterbrechungen** des Lade- oder Entladevorgangs.
- Alterungsbedingte Reduktion des **Batterie-wirkungsgrads** und der **nutzbaren Speicherkapazität**.



# Verringert der Betrieb von Batteriesystemen in Wohngebäuden mit Photovoltaik-Anlagen die CO<sub>2</sub>-Emissionen?

- Die Grafik vergleicht die **bilanziellen CO<sub>2</sub>-Emissionen** von einem Haus mit unterschiedlich effizienten PV-Speichersystemen im Jahr 2017.
- Hierzu wurden die durch den **Netzbezug** verursachten Emissionen mit den vermiedenen Emissionen aufgrund der **Netzeinspeisung** bilanziert.
- Die **CO<sub>2</sub>-Emissionen** zur Herstellung der Systemkomponenten wurden dabei nicht berücksichtigt.
- Im Vergleich zu einem PV-System ohne Batteriespeicher kann das hocheffiziente PV-Speichersystem **CO<sub>2</sub>-Einsparungen** vorweisen.
- Hohe Umwandlungs- und Bereitschaftsverluste von weniger effizienten Speichersystemen können allerdings zu einer **negativen CO<sub>2</sub>-Bilanz** führen.



Simulation von zwei DC-gekoppelten PV-Speichersystemen, nutzbare Speicherkapazität 5,7 kWh, PV-Leistung 5 kWp, elektrischer Energiebedarf 5010 kWh/a, stündliche CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren des Strommix in Deutschland im Jahr 2017 (Agora Energiewende), meteorologische Daten der Universität Oldenburg (2017)

# Schlussfolgerungen und Ausblick

- Ob ein Speichersystem die **CO<sub>2</sub>-Emissionen** verringert und somit einen Beitrag zum **Klimaschutz** leistet, hängt maßgeblich von dessen Energieeffizienz ab.
- Die Mehrzahl der 16 analysierten PV-Speichersysteme überzeugt mit einer **hohen Umwandlungseffizienz**.
- Nahezu alle bewerteten Systemkonfigurationen können einen sehr guten **System Performance Index (SPI) über 88%** vorweisen.
- Im Vergleich zur Stromspeicher-Inspektion 2018 haben sich mehr Anbieter an der Studie beteiligt, die mit einer **hohen Systemeffizienz** punkten können.
- Weiterhin sind Produkte erhältlich, für die **keine vergleichbaren technischen Daten** vorliegen.
- Bis Ende 2019 können sich Systemanbieter mit Labormessdaten an der nächsten Ausgabe der **Stromspeicher-Inspektion** beteiligen.



Hochschule für Technik  
und Wirtschaft Berlin

University of Applied Sciences

[www.stromspeicher-inspektion.de](http://www.stromspeicher-inspektion.de)

gefördert durch



Deutsche  
Bundesstiftung Umwelt

[www.dbu.de](http://www.dbu.de)



unterstützt mit Labormessdaten durch



LG Chem

