

# STROMSPEICHER Inspektion



Hochschule für Technik  
und Wirtschaft Berlin

University of Applied Sciences

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

**Präsentation zur Studie**  
Stromspeicher-Inspektion 2021

## **Autor:innen**

Johannes Weniger

Nico Orth

Isabel Lawaczeck

Lucas Meissner

Volker Quaschnig

Forschungsgruppe Solarspeichersysteme  
Hochschule für Technik und Wirtschaft (HTW) Berlin

## **Version**

Version 1.0 (Juni 2021)

## **Webseite**

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

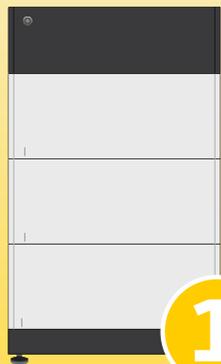
# Testsieger der Stromspeicher-Inspektion 2021

© stromspeicher-inspektion.de

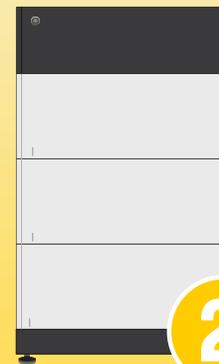
## STROMSPEICHER Inspektion



SPI (5 kWp)



1.

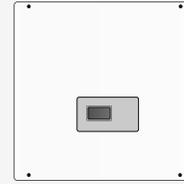


2.



3.

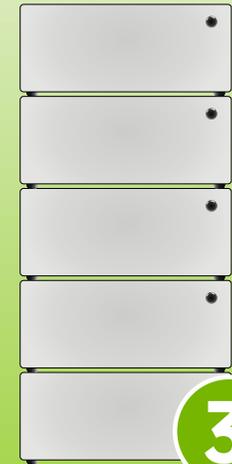
SPI (10 kWp)



1.



2.



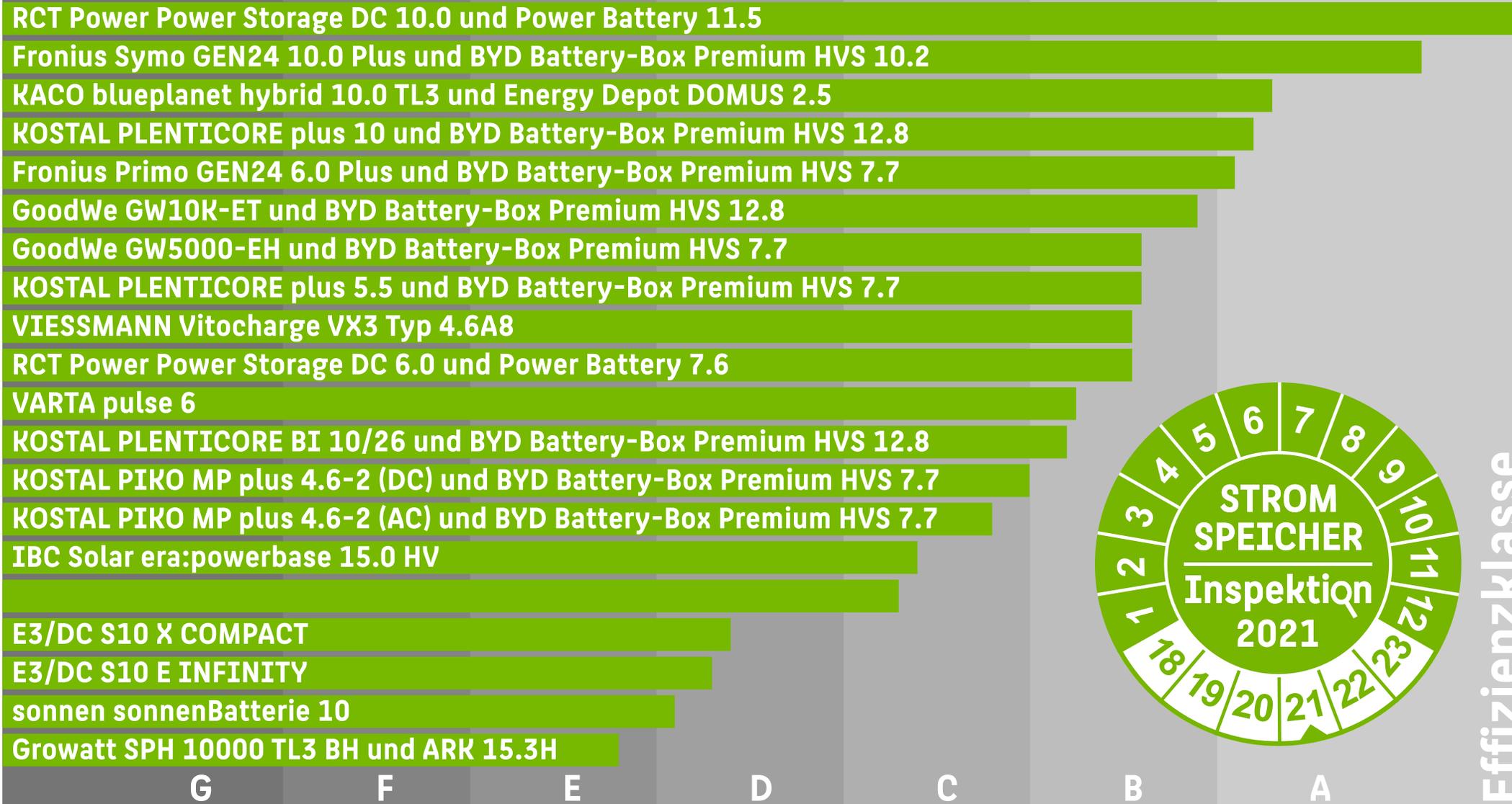
3.

Bewertung von 20 Stromspeichersystemen mit dem System Performance Index (SPI)

# Rangliste der Stromspeicher-Inspektion 2021

Stromspeicher-Inspektion 2021

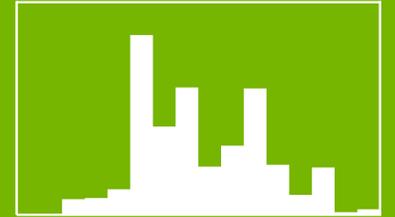
© stromspeicher-inspektion.de



# Schwerpunkte der Stromspeicher-Inspektion 2021

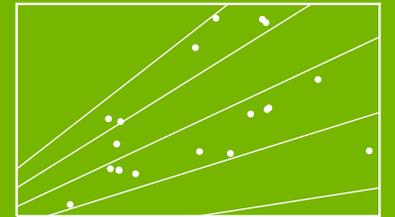
**1**

**Analyse des Markts für Photovoltaik-Speichersysteme in Deutschland**



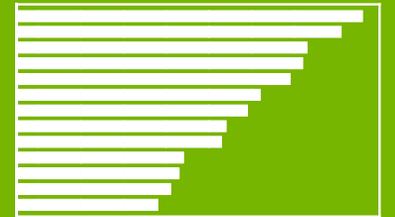
**2**

**Vergleich der Systemeigenschaften auf Basis der bereitgestellten Prüfberichte gemäß Effizienzleitfaden**



**3**

**Simulationsbasierte Bewertung der Speichersysteme mit dem System Performance Index (SPI)**

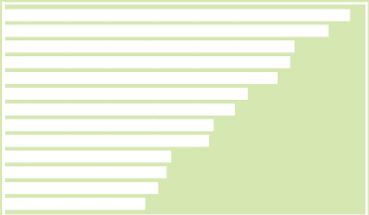


**4**

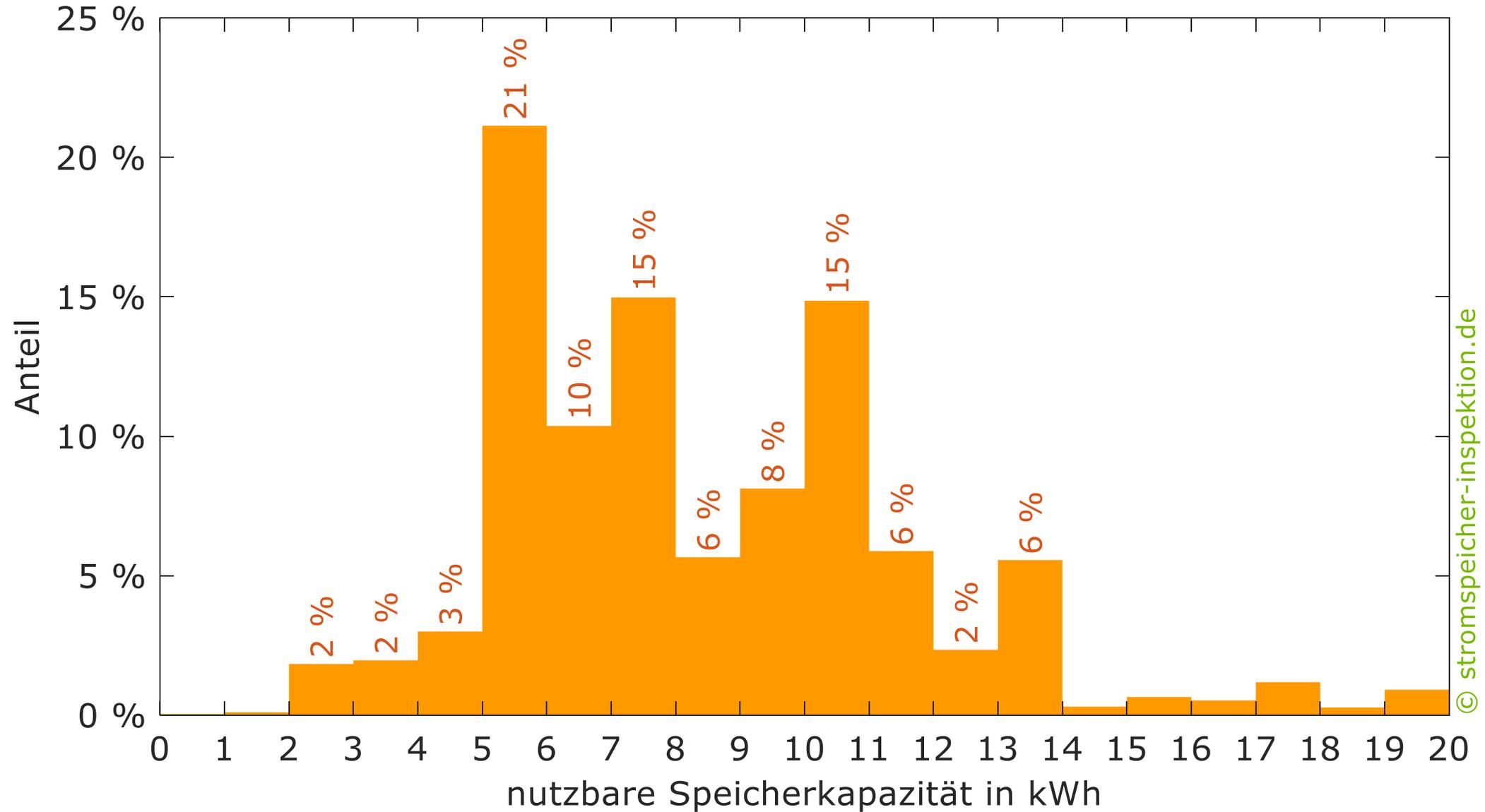
**FAQ: Antworten auf Fragen zur Auslegung von Photovoltaik-Speichersystemen**



# Schwerpunkte der Stromspeicher-Inspektion 2021

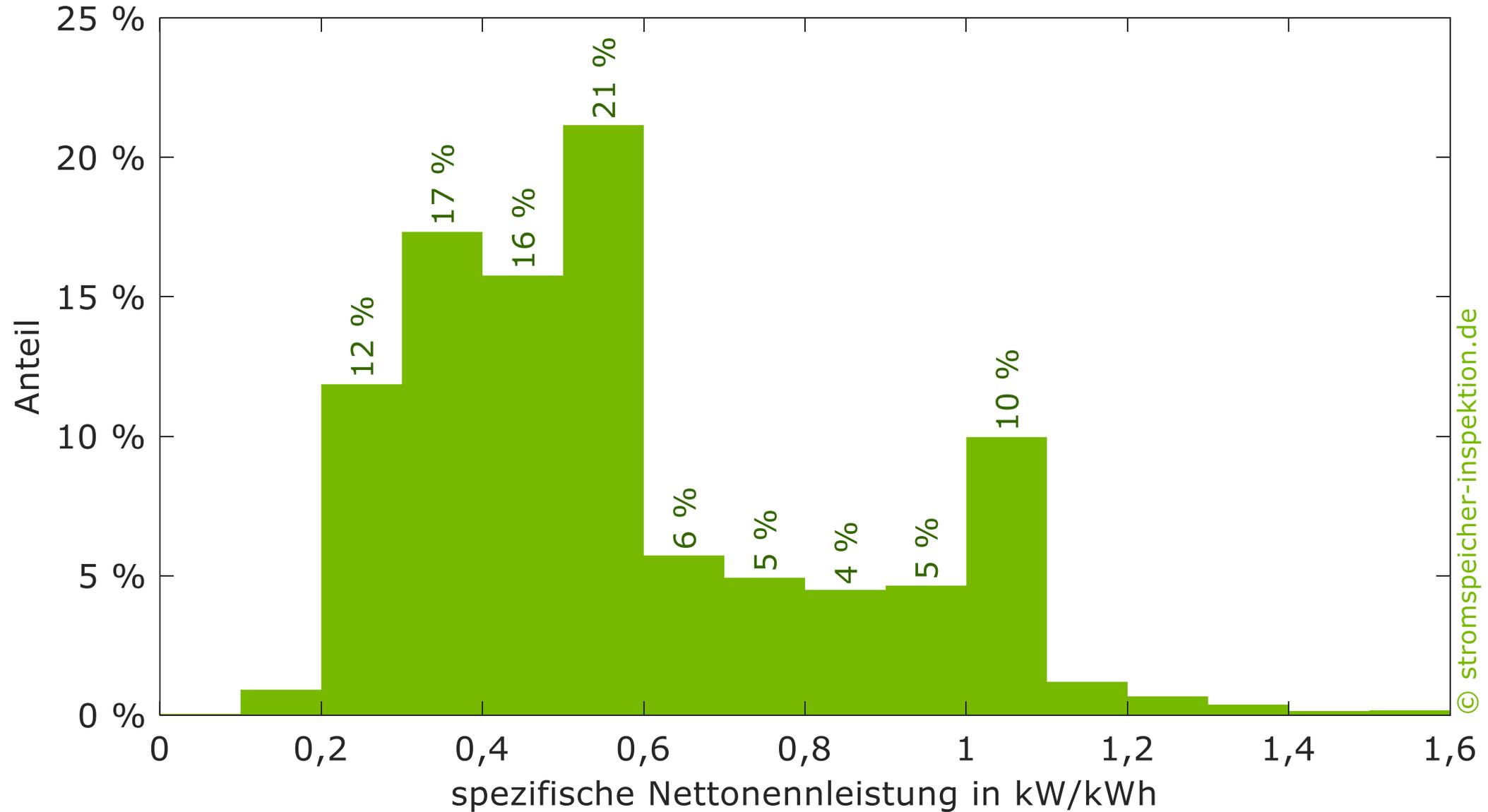
<b>1</b>	<b>Analyse des Markts für Photovoltaik-Speichersysteme in Deutschland</b>	
<b>2</b>	<b>Vergleich der Systemeigenschaften auf Basis der bereitgestellten Prüfberichte gemäß Effizienzleitfaden</b>	
<b>3</b>	<b>Simulationsbasierte Bewertung der Speichersysteme mit dem System Performance Index (SPI)</b>	
<b>4</b>	<b>FAQ: Antworten auf Fragen zur Auslegung von Photovoltaik-Speichersystemen</b>	

# Speicherkapazität der im Jahr 2020 installierten Speichersysteme



© stromspeicher-inspektion.de

# Speicherleistung der im Jahr 2020 installierten Speichersysteme



# Techniktrends im Speichermarkt

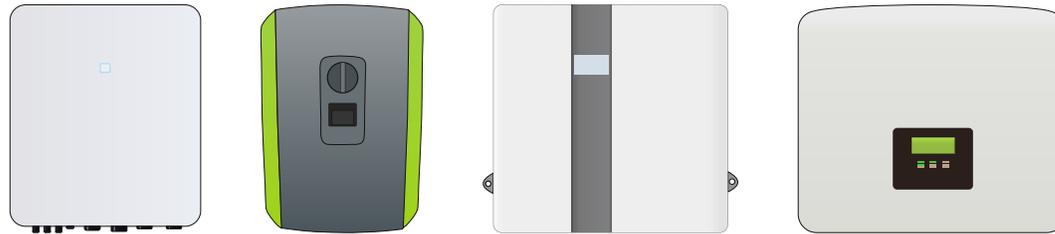
## #1 Größere Batteriespeicher



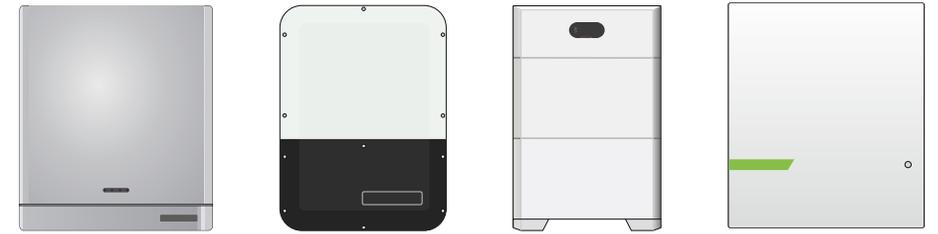
## #4 Mehr Hybridwechselrichter



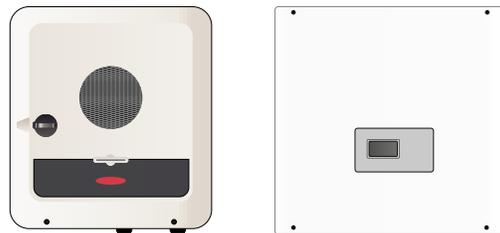
## #2 Leistungsfähigere Wechselrichter



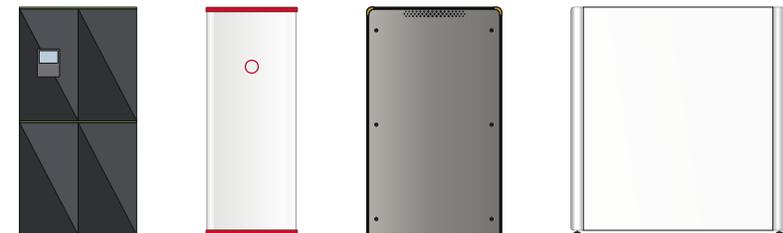
## #5 Flexiblere Systemkonzepte



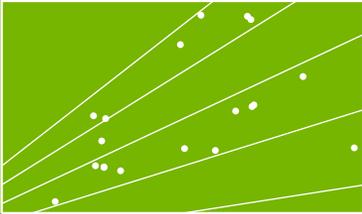
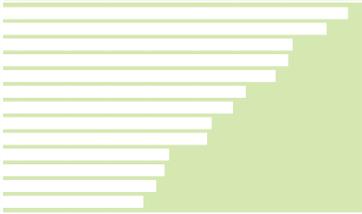
## #3 Effizientere Wechselrichter



## #6 Unterschiedliche Batterietechnologien

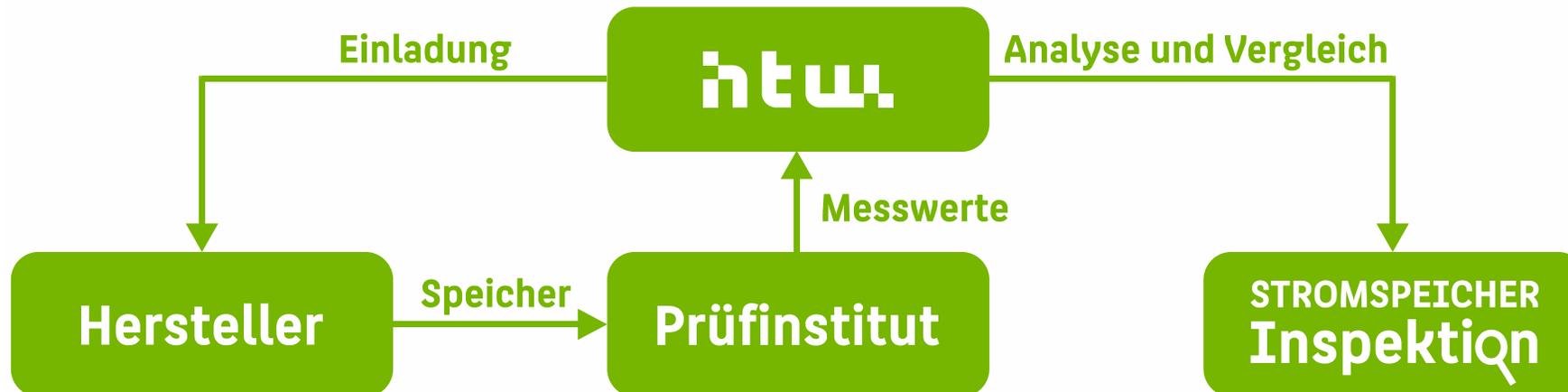


# Schwerpunkte der Stromspeicher-Inspektion 2021

<b>1</b>	Analyse des Markts für Photovoltaik-Speichersysteme in Deutschland	
<b>2</b>	Vergleich der Systemeigenschaften auf Basis der bereitgestellten Prüfberichte gemäß Effizienzleitfaden	
<b>3</b>	Simulationsbasierte Bewertung der Speichersysteme mit dem System Performance Index (SPI)	
<b>4</b>	FAQ: Antworten auf Fragen zur Auslegung von Photovoltaik-Speichersystemen	

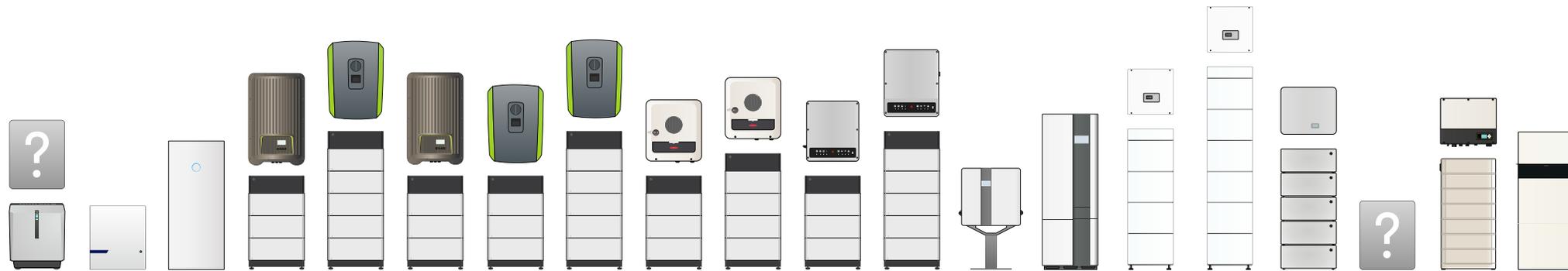
# Analyse der Systemeigenschaften gemäß Effizienzleitfaden

- Alle Hersteller von Systemen zur Speicherung von Solarstrom in Wohngebäuden wurden zur Teilnahme an der **Stromspeicher-Inspektion 2021** eingeladen.
- **15 Hersteller** haben sich mit Labormesswerten von insgesamt **20 Systemen** am Speichersystemvergleich beteiligt.
- Die Labortests wurden von **unabhängigen Prüfinstituten** gemäß „Effizienzleitfaden für PV-Speichersysteme“ (Version 2.0) durchgeführt.
- Jedes analysierte System wurde einem **Systemkürzel** (z. B. A1) zugeordnet.
- 2 Hersteller haben sich für die **anonyme Teilnahme** entschieden.



# Systeme der Stromspeicher-Inspektion 2021

- A1** IBC Solar era:powerbase 15.0 HV mit einem Batteriewechselrichter
- B1** VARTA pulse 6
- C1** sonnen sonnenBatterie 10
- D1** KOSTAL PIKO MP plus 4.6-2 (AC) und BYD Battery-Box Premium HVS 7.7
- D2** KOSTAL PLENTICORE BI 10/26 und BYD Battery-Box Premium HVS 12.8
- D3** KOSTAL PIKO MP plus 4.6-2 (DC) und BYD Battery-Box Premium HVS 7.7
- D4** KOSTAL PLENTICORE plus 5.5 und BYD Battery-Box Premium HVS 7.7
- D5** KOSTAL PLENTICORE plus 10 und BYD Battery-Box Premium HVS 12.8
- E1** Fronius Primo GEN24 6.0 Plus und BYD Battery-Box Premium HVS 7.7
- E2** Fronius Symo GEN24 10.0 Plus und BYD Battery-Box Premium HVS 10.2
- F1** GoodWe GW5000-EH und BYD Battery-Box Premium HVS 7.7
- F2** GoodWe GW10K-ET und BYD Battery-Box Premium HVS 12.8
- G1** E3/DC S10 E INFINITY
- G2** E3/DC S10 X COMPACT
- H1** RCT Power Power Storage DC 6.0 und Power Battery 7.6
- H2** RCT Power Power Storage DC 10.0 und Power Battery 11.5
- I1** KACO blueplanet hybrid 10.0 TL3 und Energy Depot DOMUS 2.5
- J1** DC-gekoppeltes System eines anonym teilnehmenden Herstellers
- K1** Growatt SPH 10000 TL3 BH und ARK 15.3H
- L1** VIESSMANN Vitocharge VX3 Typ 4.6A8

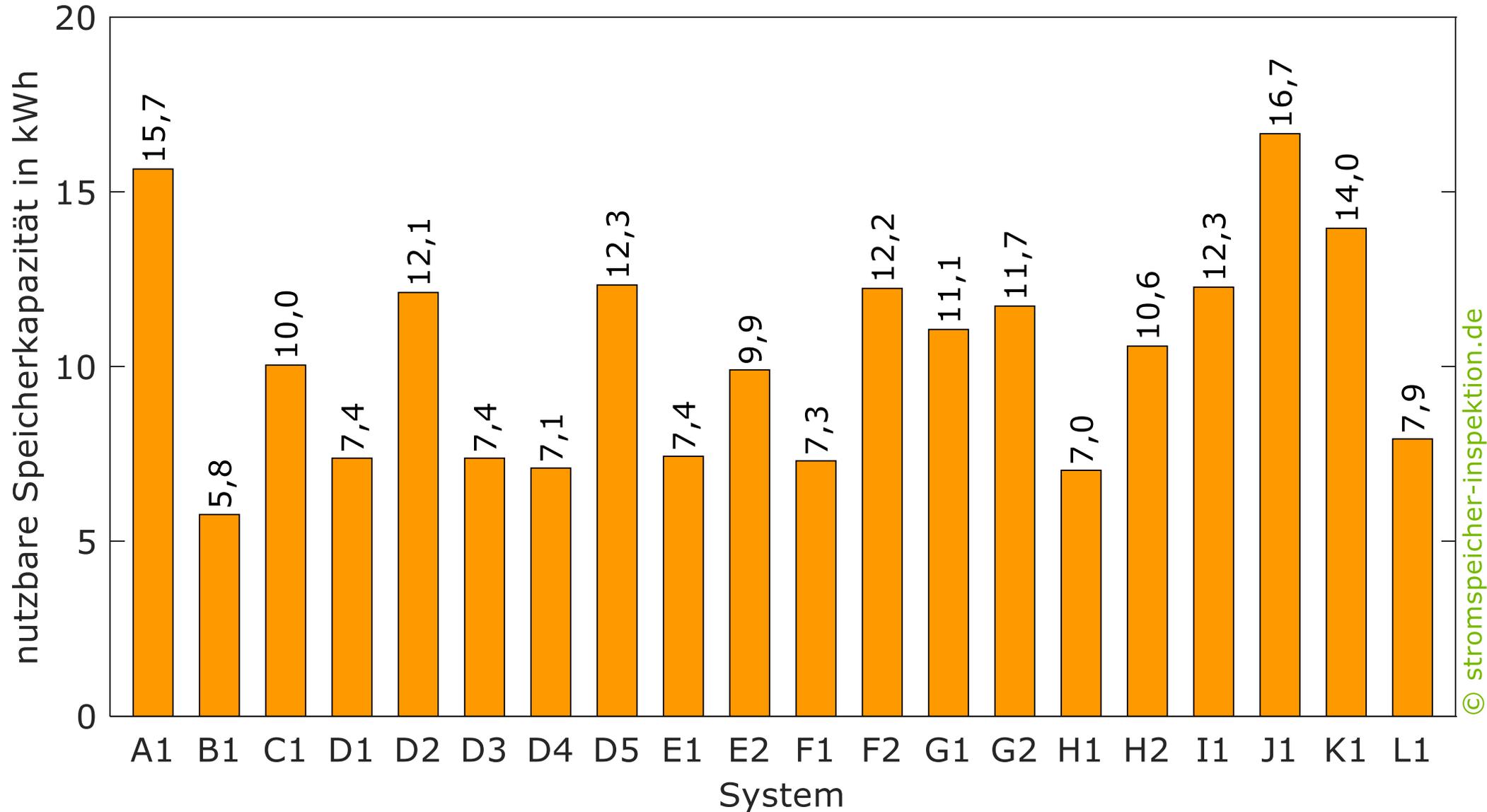


**A1 B1 C1 D1 D2 D3 D4 D5 E1 E2 F1 F2 G1 G2 H1 H2 I1 J1 K1 L1**

AC-gekoppelte Systeme

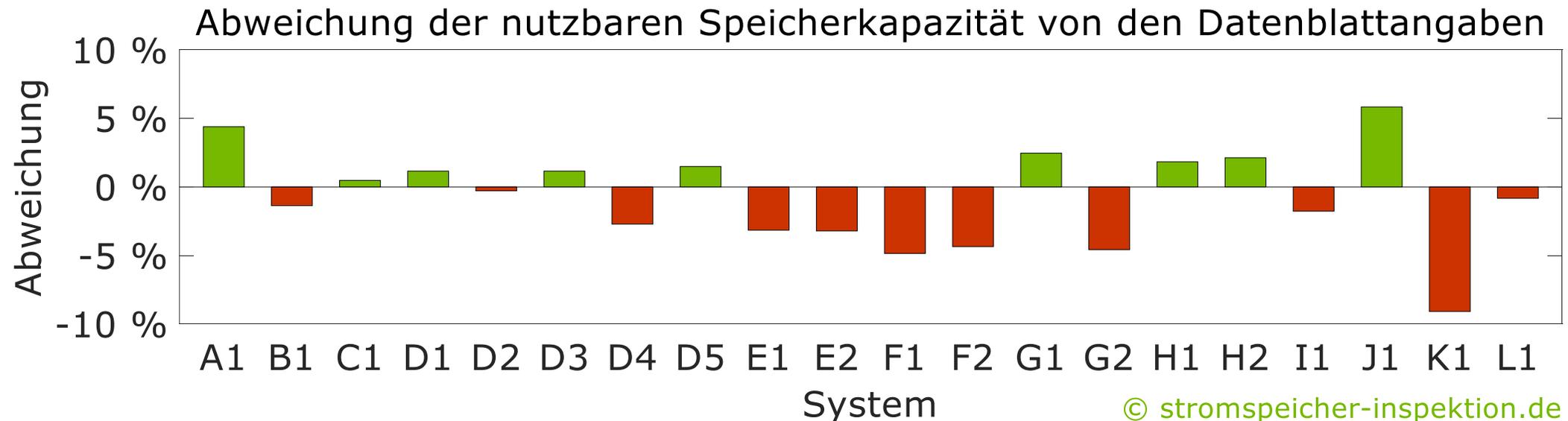
DC-gekoppelte Systeme

# Nutzbare Speicherkapazität der untersuchten Systeme

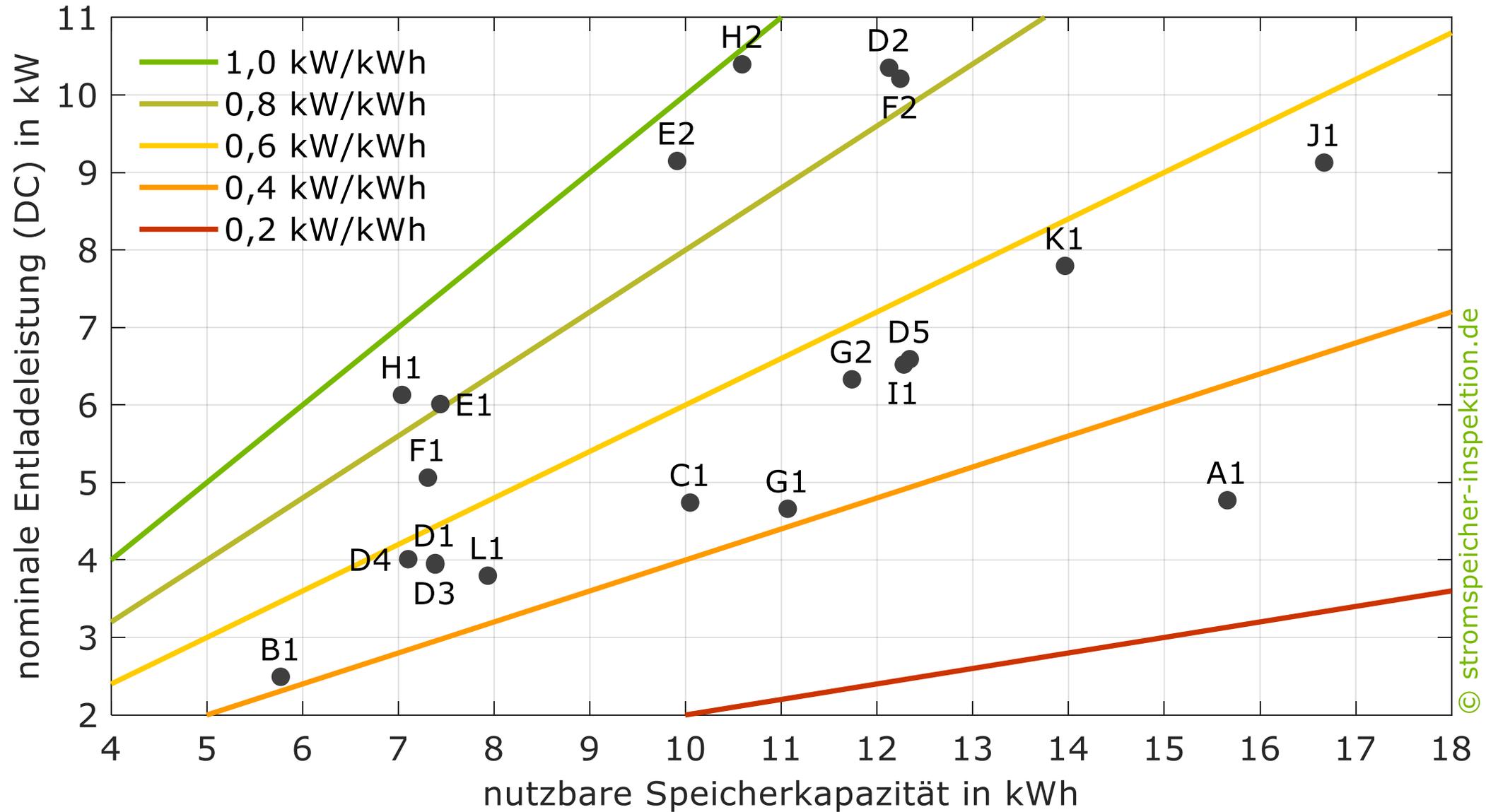


# Vergleich der Datenblattangaben und Labormesswerte

- Für die Hälfte der untersuchten Systeme wurden im Labortest im Vergleich zum Datenblatt **niedrigere nutzbare Speicherkapazitäten** ermittelt.
- Die vorgegebene Entladetiefe zum **Schutz vor Tiefenentladung** ist häufig der Grund dafür, weshalb die Messwerte niedriger als die Datenblattwerte sind.
- Im Vergleich zur Stromspeicher-Inspektion 2020 fallen die **Unterschiede zwischen den Mess- und Datenblattwerten** deutlich geringer aus.

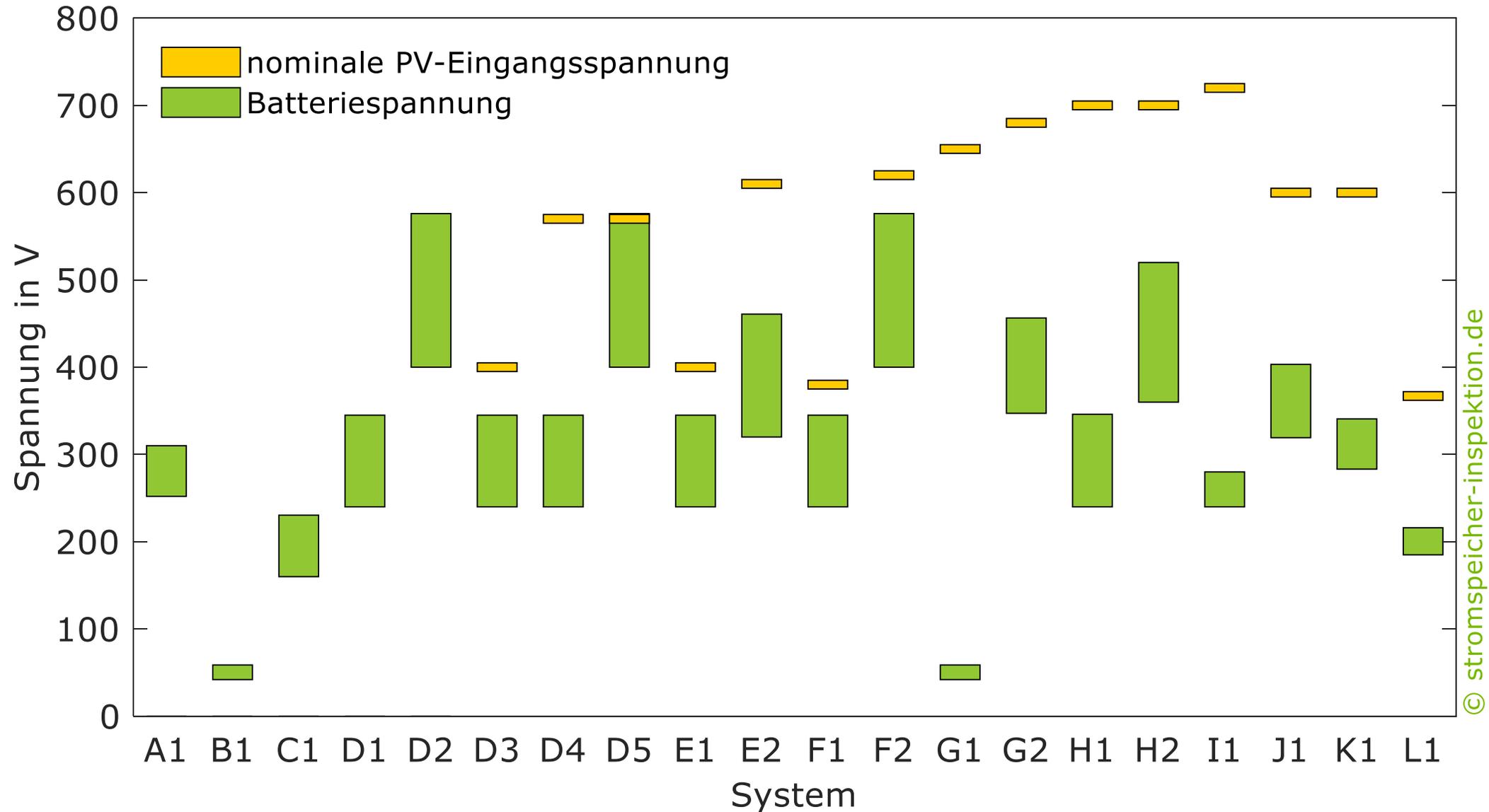


# Nominale Entladeleistung der untersuchten Systeme



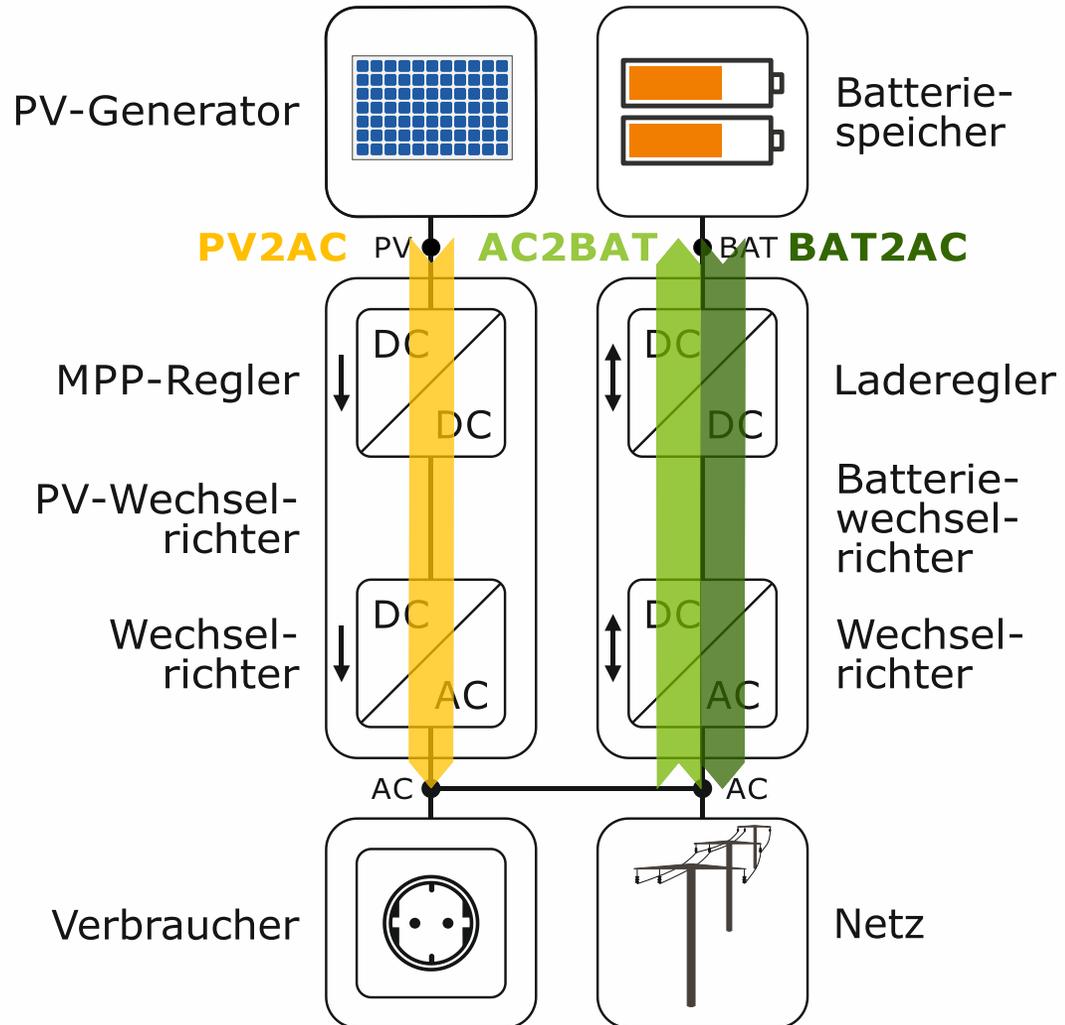
© stromspeicher-inspektion.de

# Spannungsniveau der untersuchten Systeme

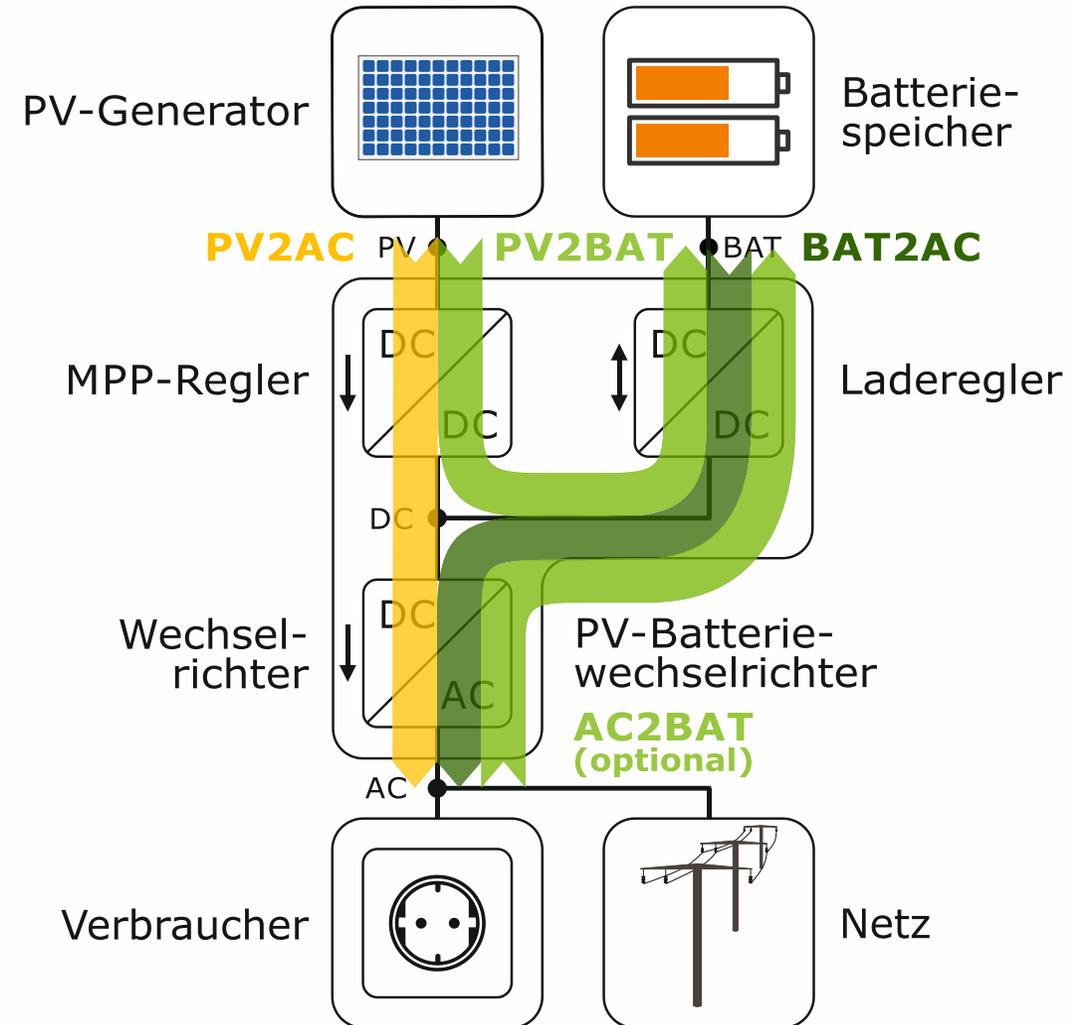


# Energieumwandlungspfade der einzelnen Systemtopologien

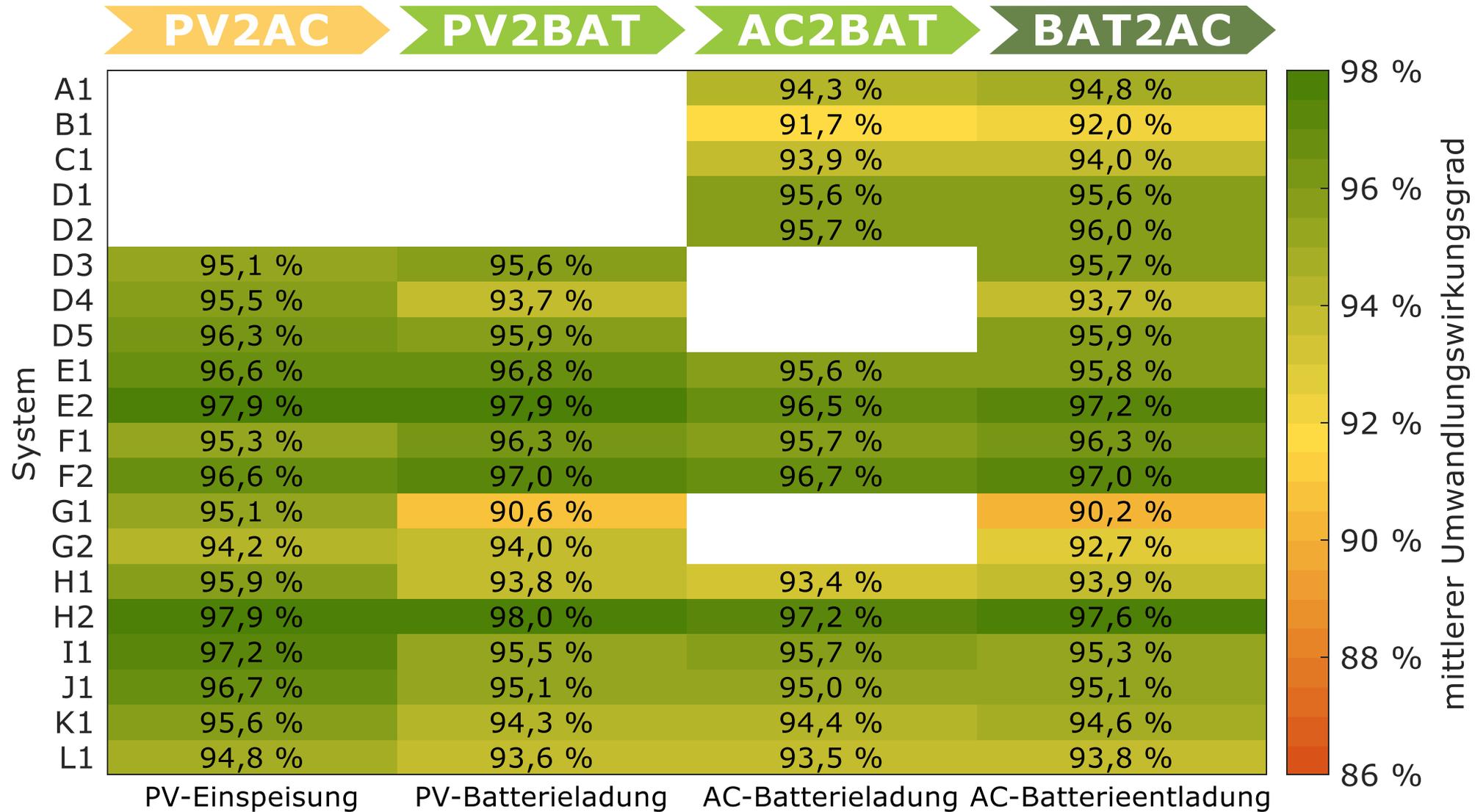
## AC-gekoppelte Systeme



## DC-gekoppelte Systeme



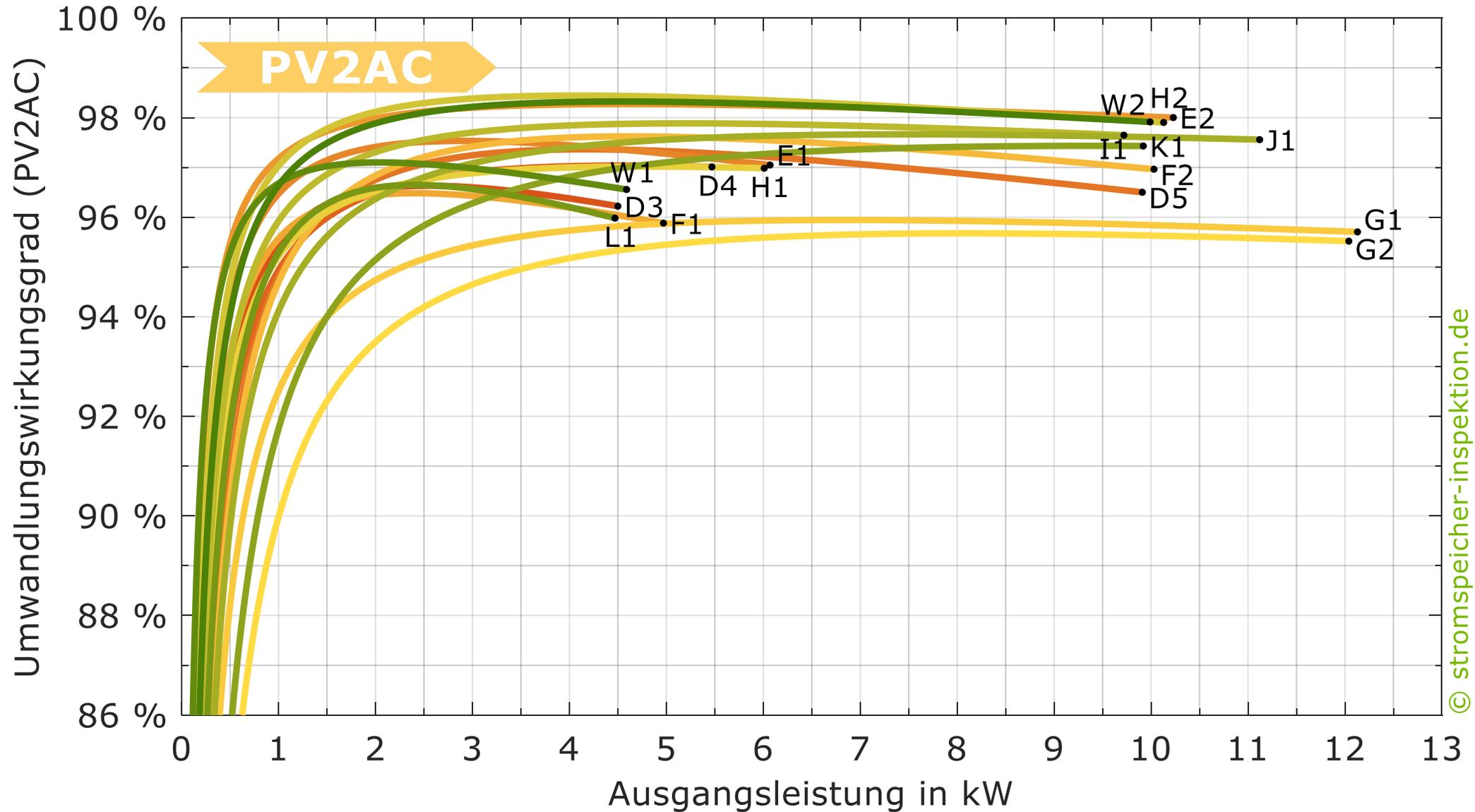
# Mittlere Umwandlungswirkungsgrade



Energieumwandlungspfad

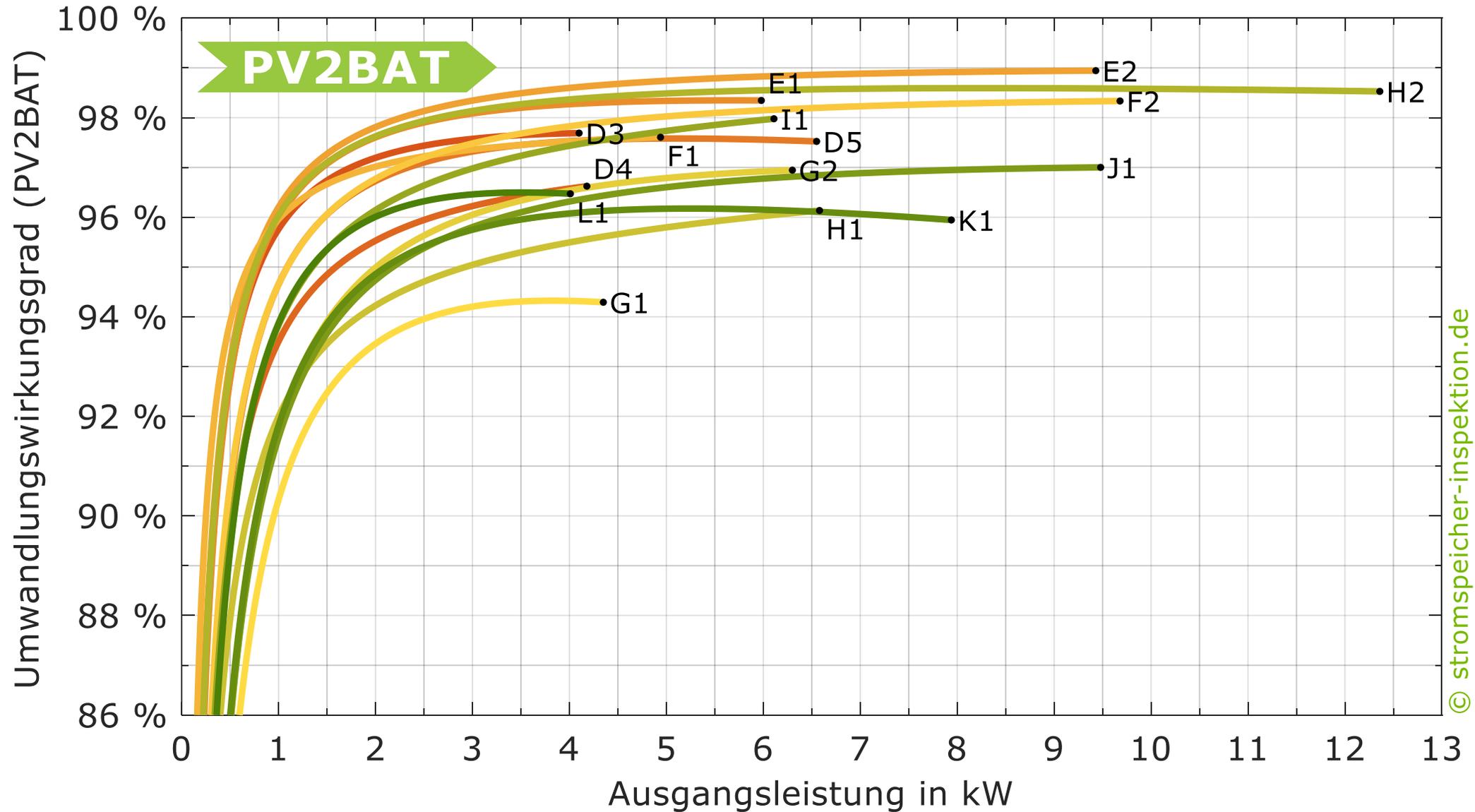
© stromspeicher-inspektion.de

# Umwandlungswirkungsgrad der PV-Einspeisung



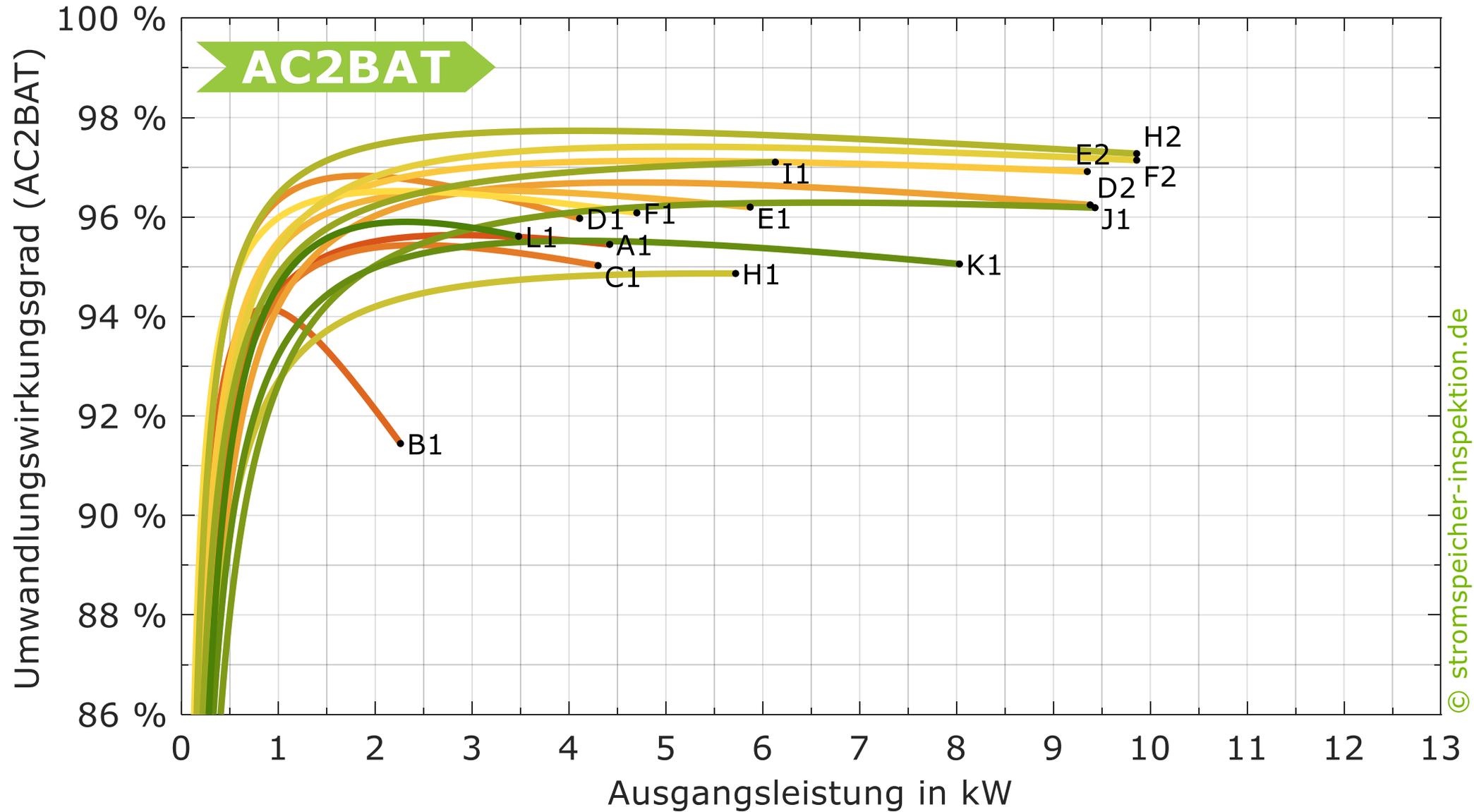
© stromspeicher-inspektion.de

# Umwandlungswirkungsgrad der PV-Batterieladung



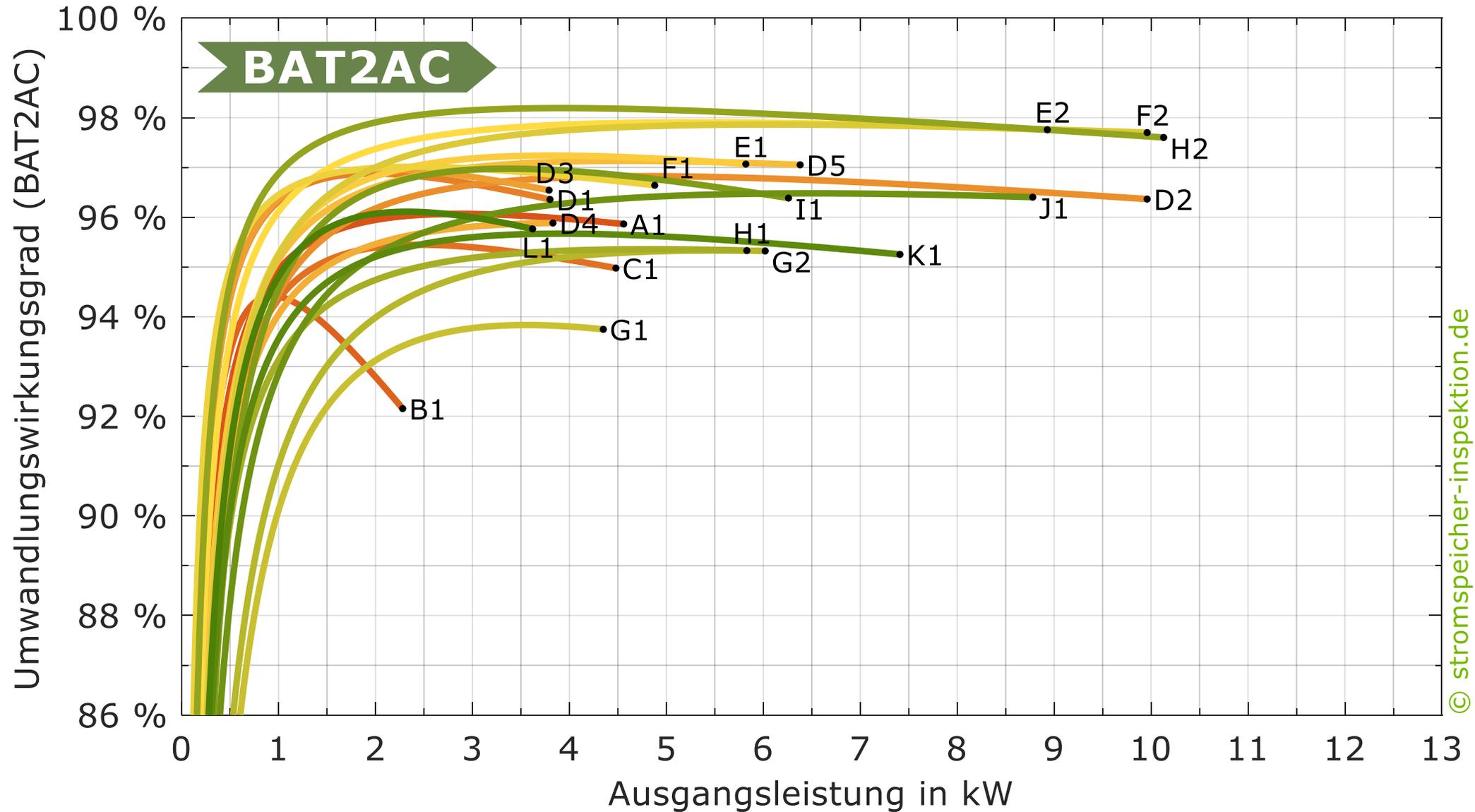
© stromspeicher-inspektion.de

# Umwandlungswirkungsgrad der AC-Batterieladung



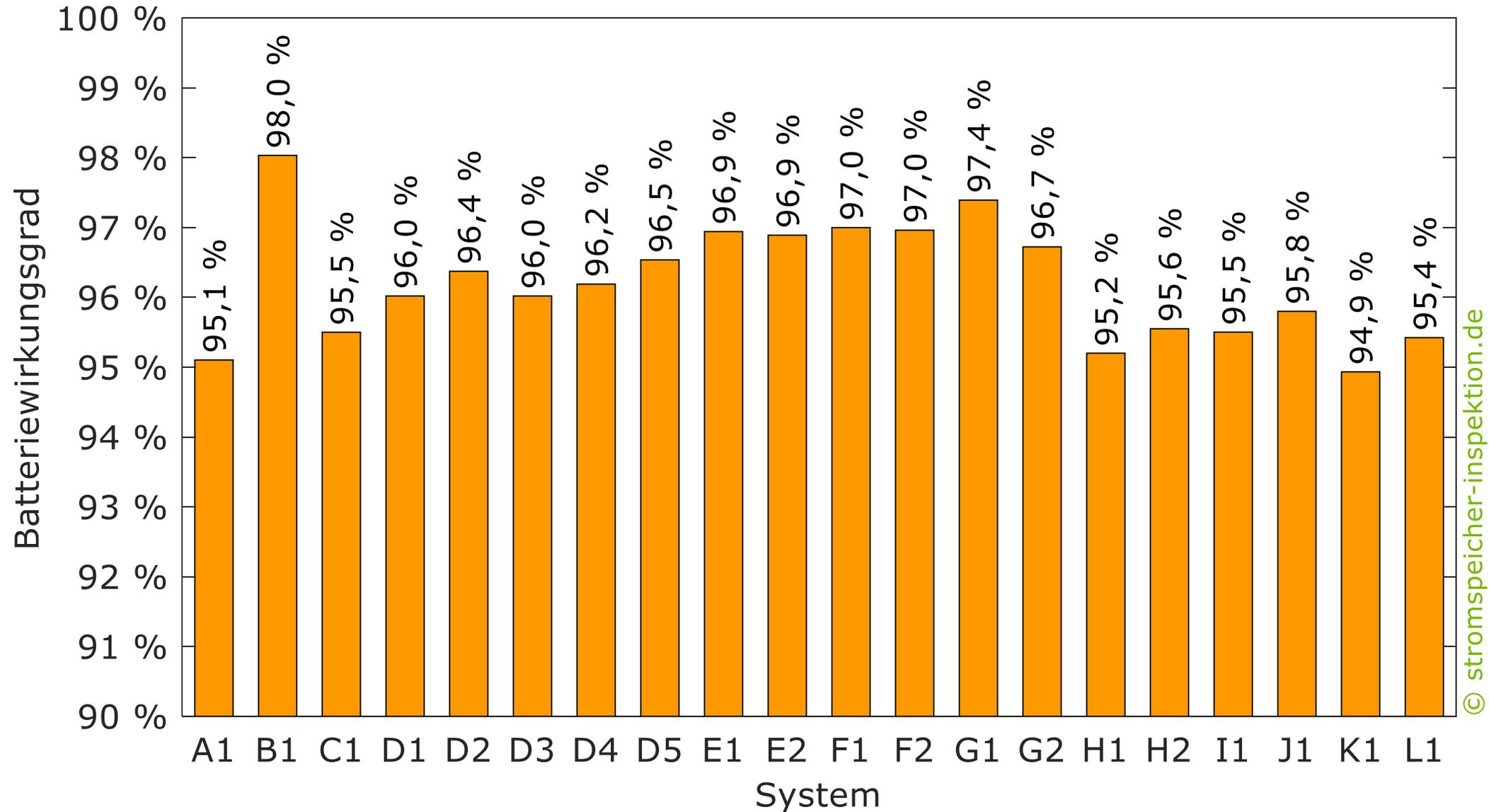
© stromspeicher-inspektion.de

# Umwandlungswirkungsgrad der AC-Batterieentladung

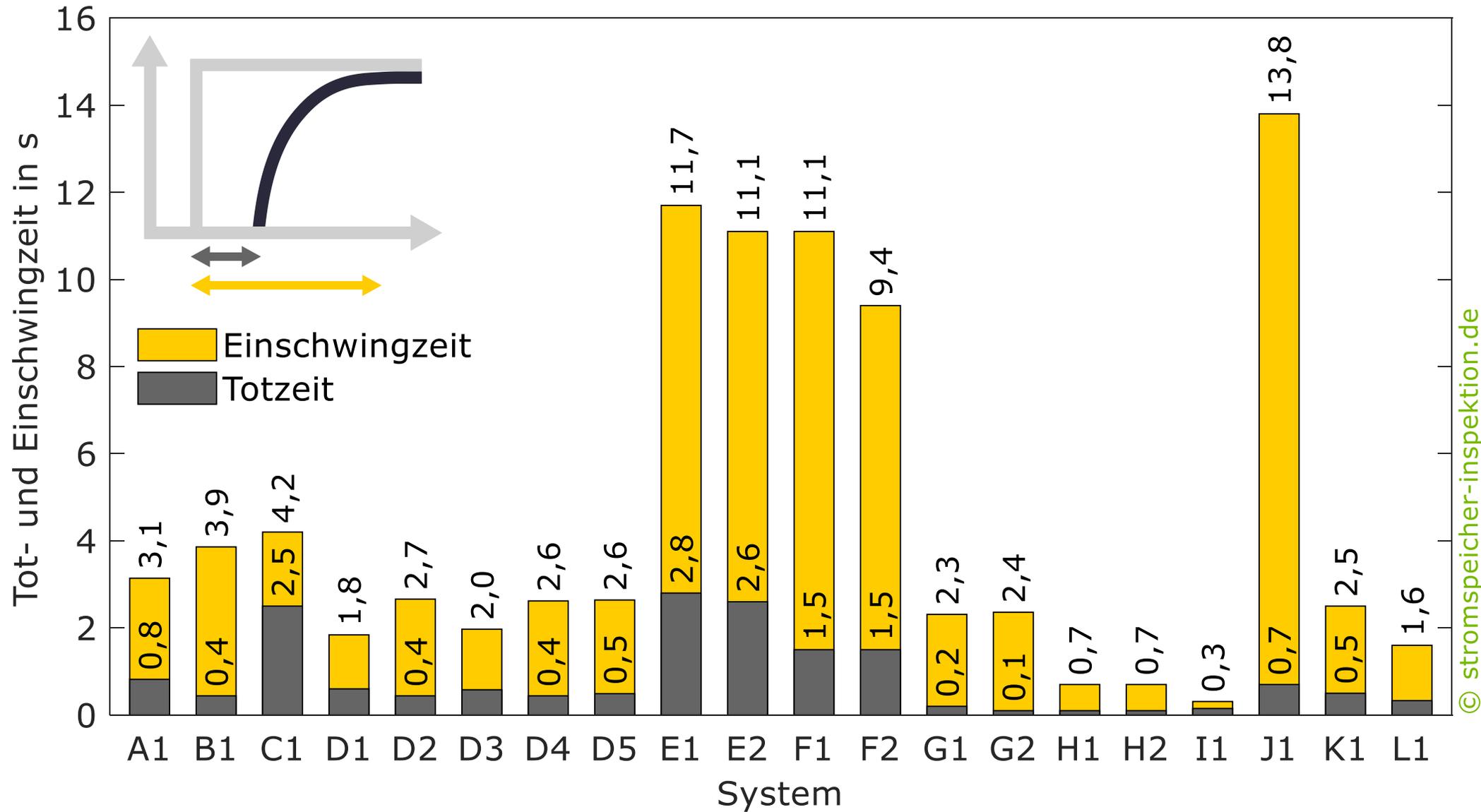


© stromspeicher-inspektion.de

# Mittlere Batteriewirkungsgrade



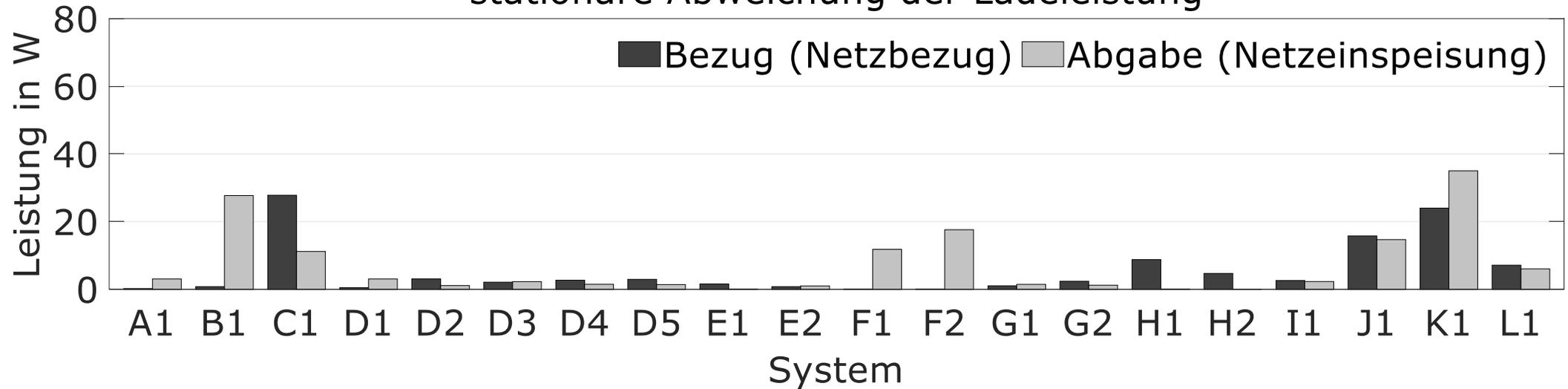
# Dynamische Regelungsabweichungen



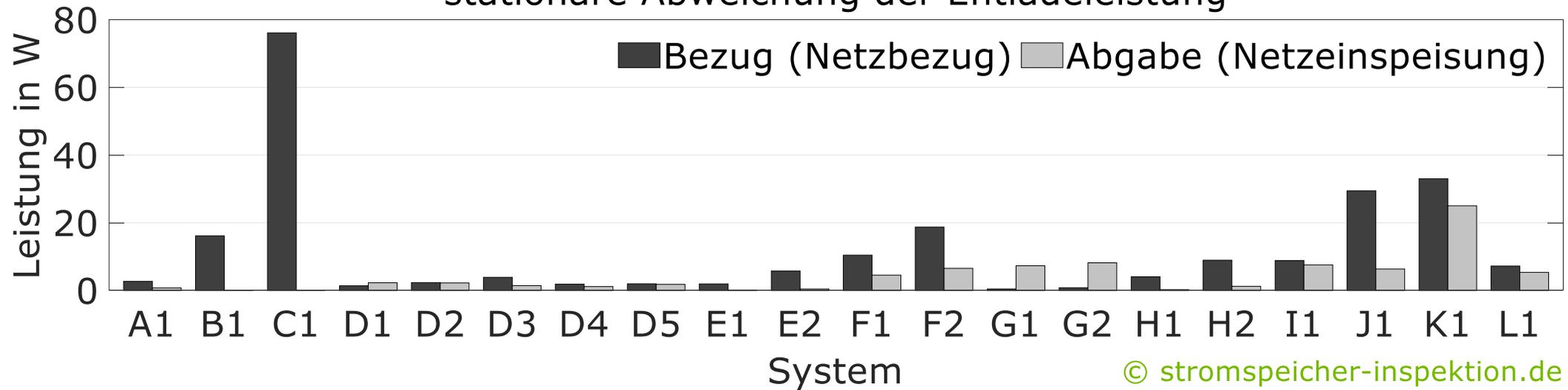
© stromspeicher-inspektion.de

# Stationäre Regelungsabweichungen

stationäre Abweichung der Ladeleistung

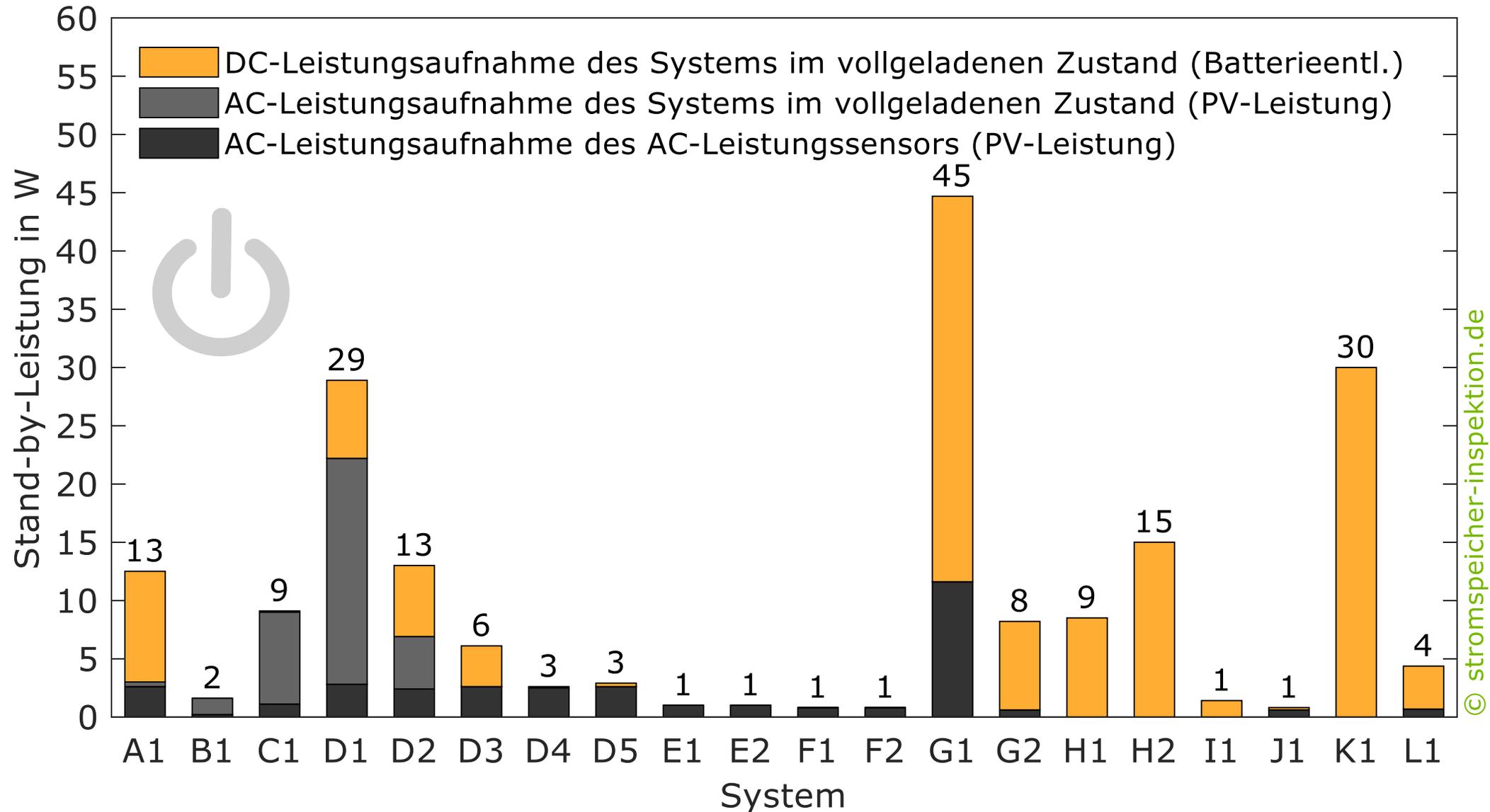


stationäre Abweichung der Entladeleistung



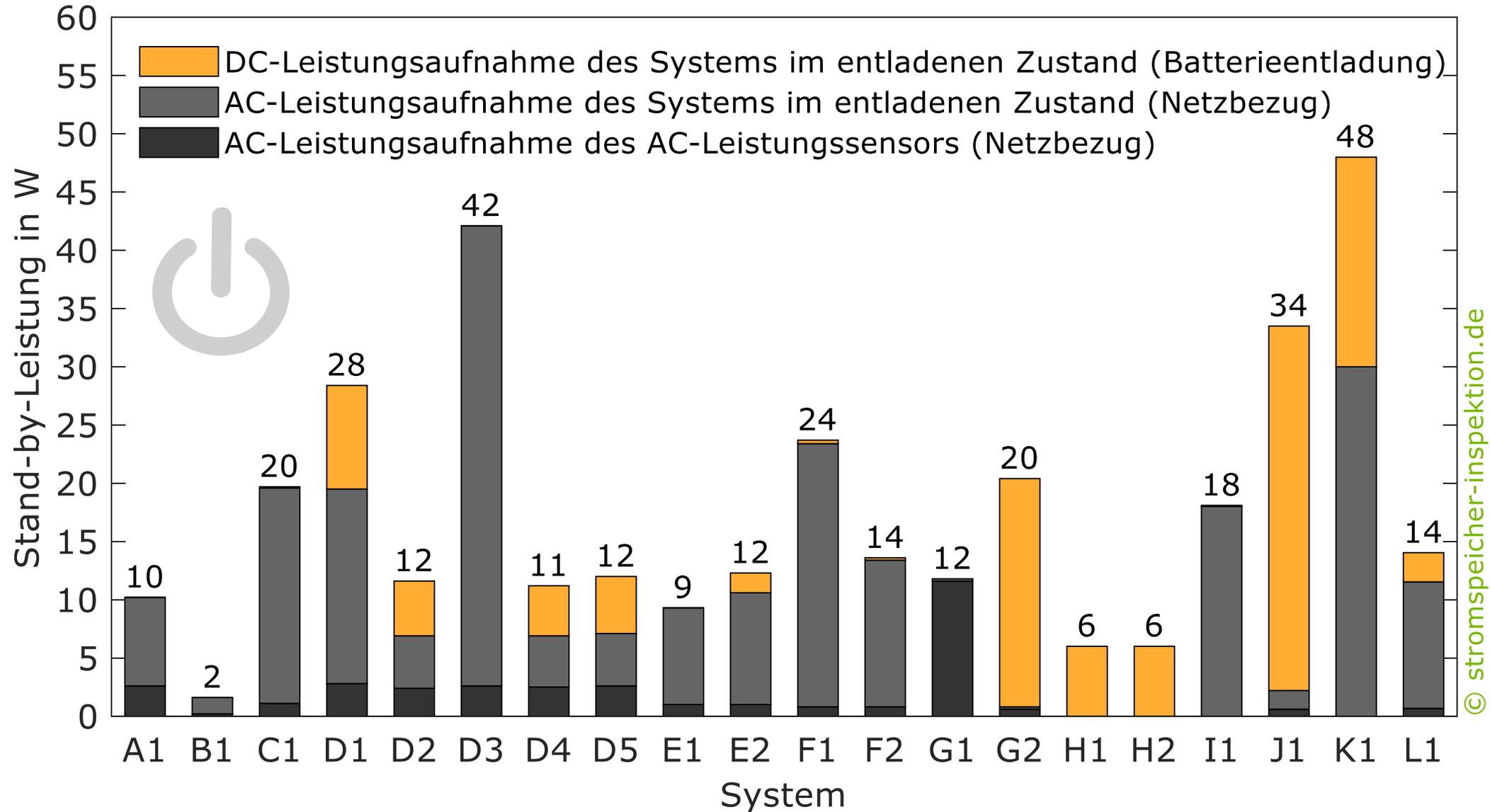
© stromspeicher-inspektion.de

# Stand-by-Leistungsaufnahme bei vollgeladenem Batteriespeicher



© stromspeicher-inspektion.de

# Stand-by-Leistungsaufnahme bei entladenem Batteriespeicher



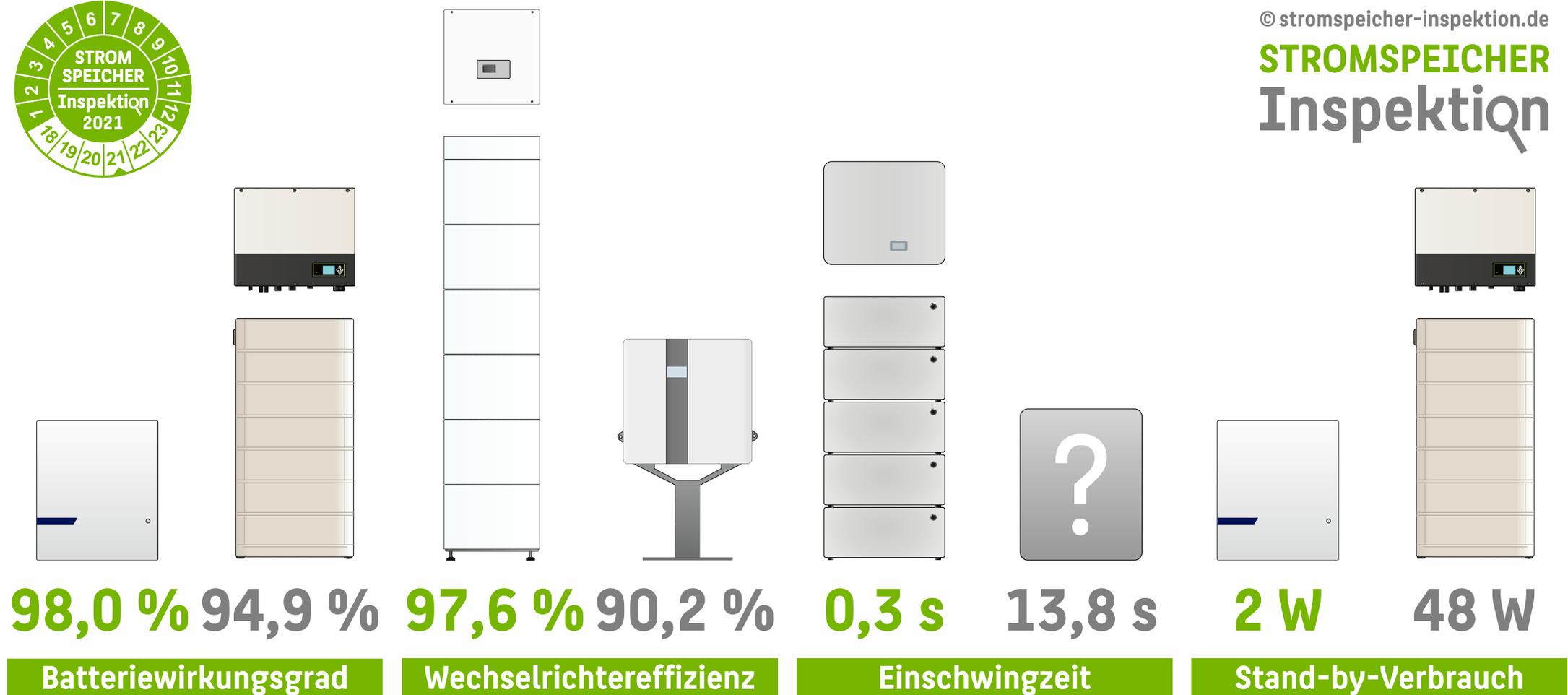
© stromspeicher-inspektion.de

# Bandbreite der wichtigsten Effizienzeigenschaften

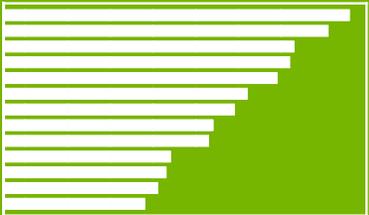


© stromspeicher-inspektion.de

**STROMSPEICHER**  
Inspektion

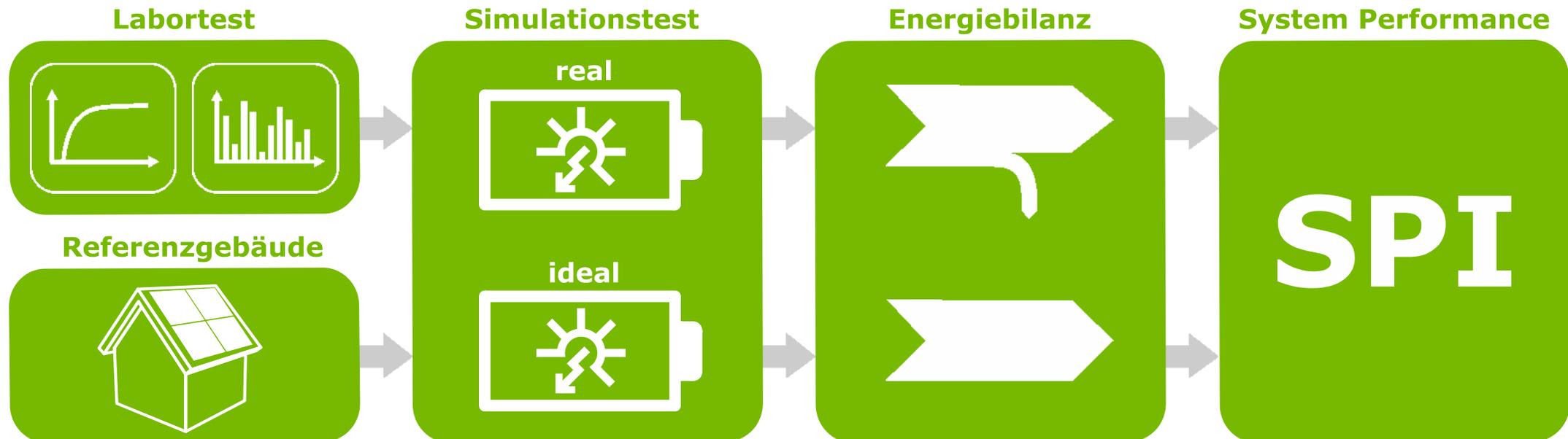


# Schwerpunkte der Stromspeicher-Inspektion 2021

<b>1</b>	Analyse des Markts für Photovoltaik-Speichersysteme in Deutschland	
<b>2</b>	Vergleich der Systemeigenschaften auf Basis der bereitgestellten Prüfberichte gemäß Effizienzleitfaden	
<b>3</b>	Simulationsbasierte Bewertung der Speichersysteme mit dem System Performance Index (SPI)	
<b>4</b>	FAQ: Antworten auf Fragen zur Auslegung von Photovoltaik-Speichersystemen	

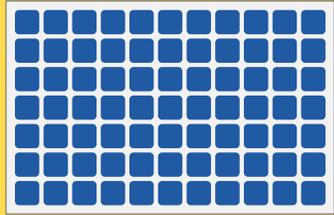
# Vorgehensweise zur simulationsbasierten Systembewertung

- **Simulation des Betriebsverhaltens** der PV-Speichersysteme unter identischen Rahmenbedingungen über ein Jahr.
- Der System Performance Index (SPI) bewertet die Systeme anhand der Energieflüsse am **Netzanschlusspunkt**.
- Die **AC-gekoppelten Systeme** werden in Kombination mit den PV-Wechselrichtern SMA Sunny Boy 5.0 (5 kWp) oder SMA Sunny Tripower 10.0 (10 kWp) bewertet.



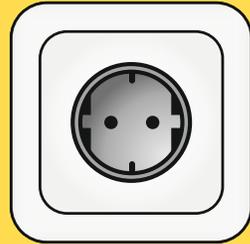
# System Performance Index SPI (5 kWp) und SPI (10 kWp)

## 1. Referenzfall für den System Performance Index SPI (5 kWp)



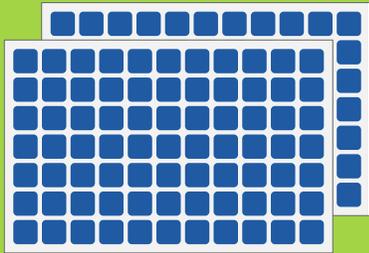
PV-Anlage  
(5 kWp)

+



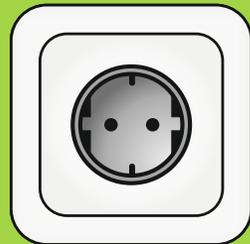
Haushalt  
(5010 kWh/a)

## 2. Referenzfall für den System Performance Index SPI (10 kWp)



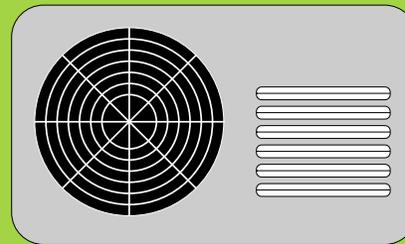
PV-Anlage  
(10 kWp)

+



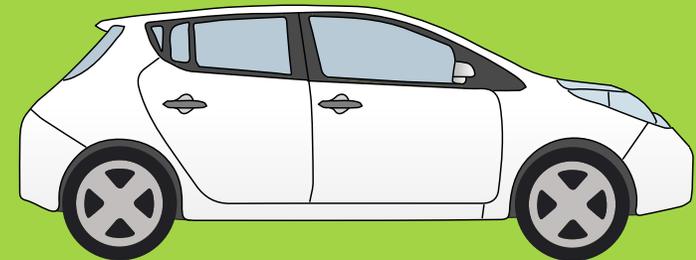
Haushalt  
(5010 kWh/a)

+



Wärmepumpe  
(2664 kWh/a)

+



Elektroauto  
(1690 kWh/a)

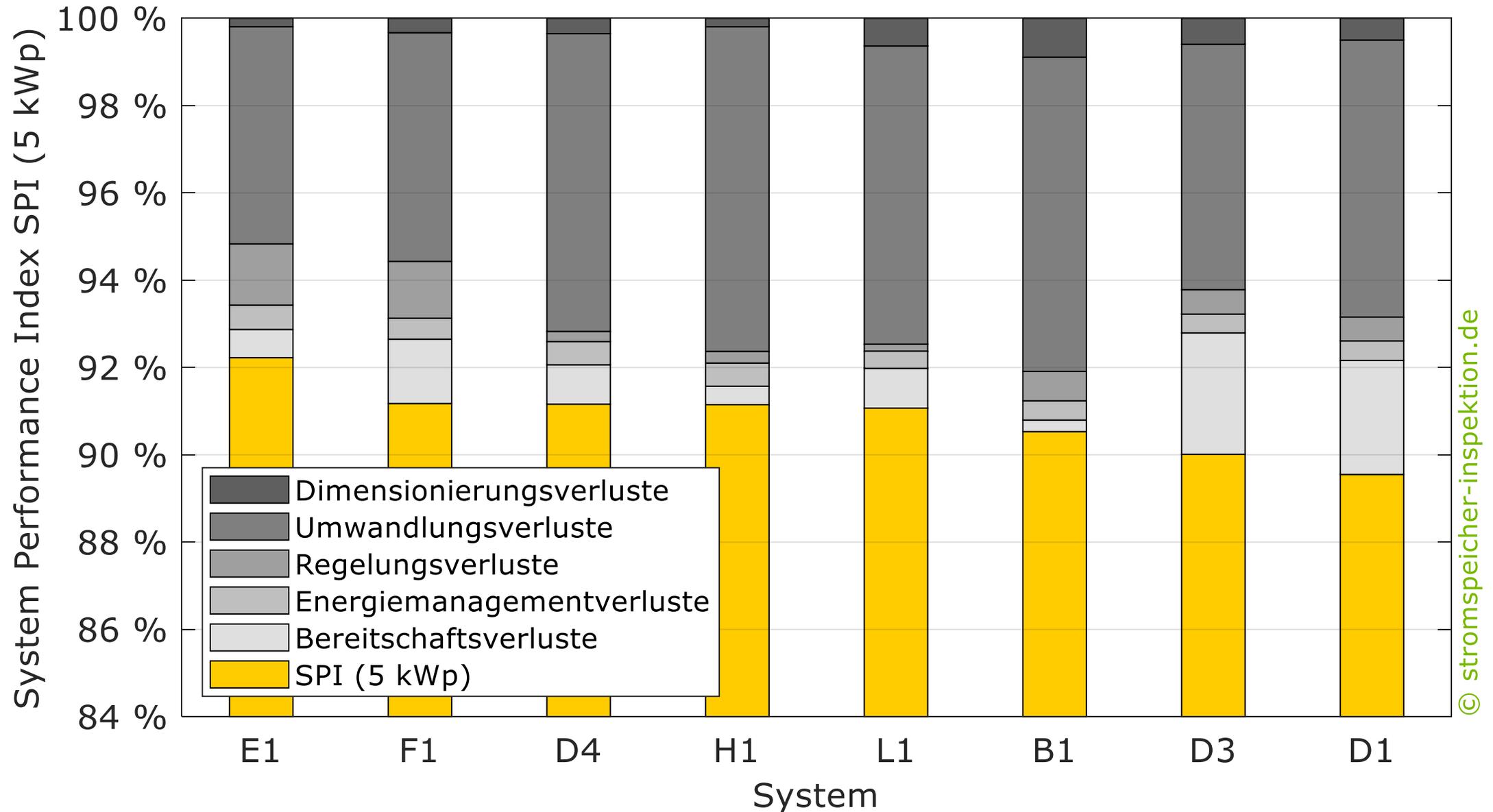
**Hinweis: SPI (5 kWp) und SPI (10 kWp) sind aufgrund der unterschiedlichen Rahmenbedingungen der beiden Referenzfälle nicht vergleichbar.**

# Zuordnung der Systeme zu den Referenzfällen

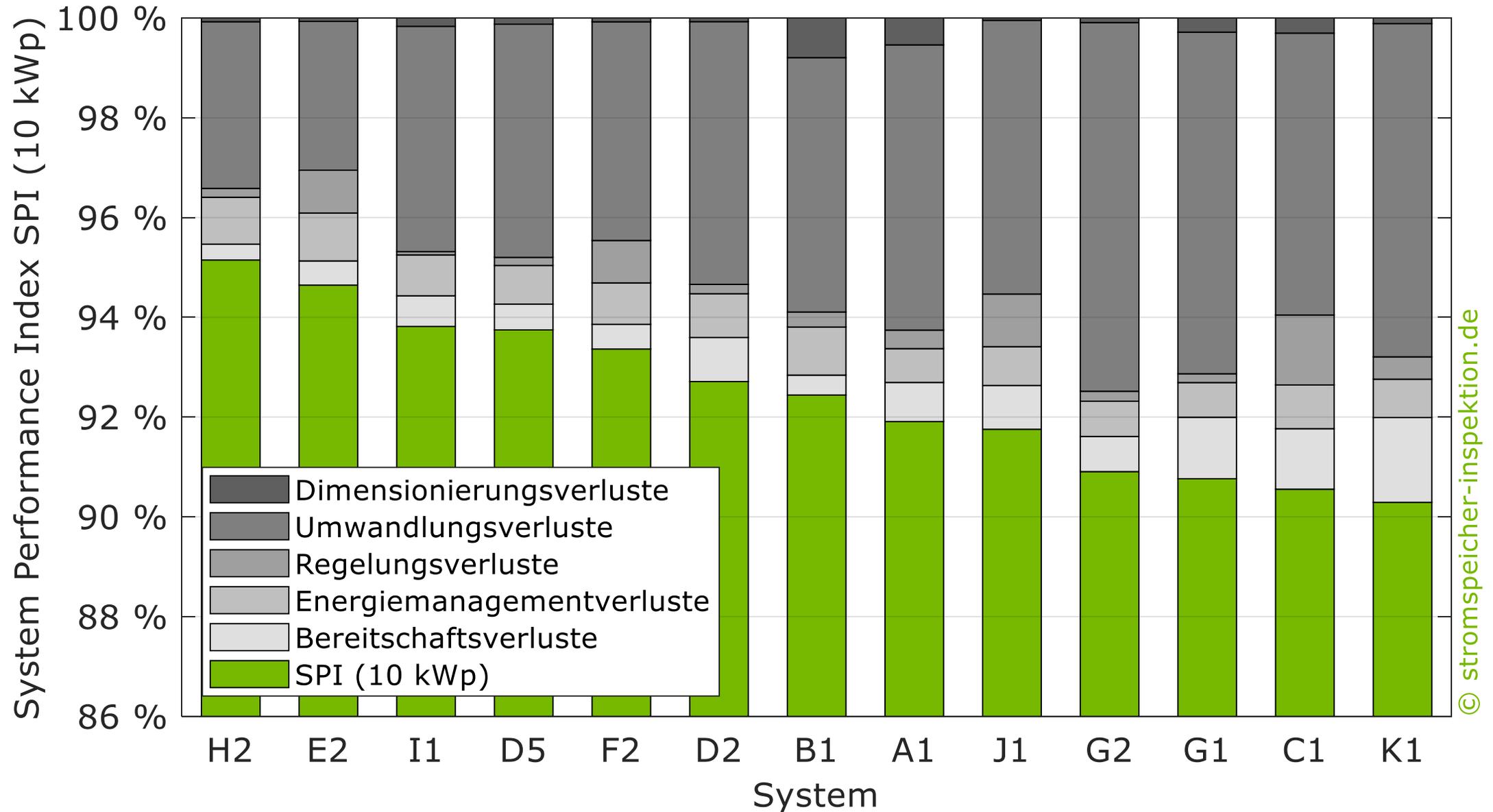
- Je nach Dimensionierung der **Leistungselektronik** und des **Batteriespeichers** ist die Effizienzbewertung mit dem **SPI (5 kWp)** oder **SPI (10 kWp)** sinnvoll.
- Nur Systeme mit nutzbaren Speicherkapazitäten kleiner als **8,0 kWh** wurden mit dem SPI (5 kWp) bewertet.
- Für die Bewertung mit dem SPI (10 kWp) war eine nutzbare Speicherkapazität kleiner als **16,0 kWh** erforderlich.
- 8 Systeme wurden mit dem SPI (5 kWp) und 13 Systeme mit dem SPI (10 kWp) bewertet. Für das AC-gekoppelte System B1 wurden beide Kennzahlen ermittelt.

System	A1	B1	C1	D1	D2	D3	D4	D5	E1	E2	F1	F2	G1	G2	H1	H2	I1	J1	K1	L1	
SPI (5 kWp)		■		■		■	■		■		■				■						■
SPI (10 kWp)	■	■	■		■			■		■		■	■	■		■	■	■	■	■	

# Verlustanalyse der mit dem SPI (5 kWp) bewerteten Systeme



# Verlustanalyse der mit dem SPI (10 kWp) bewerteten Systeme

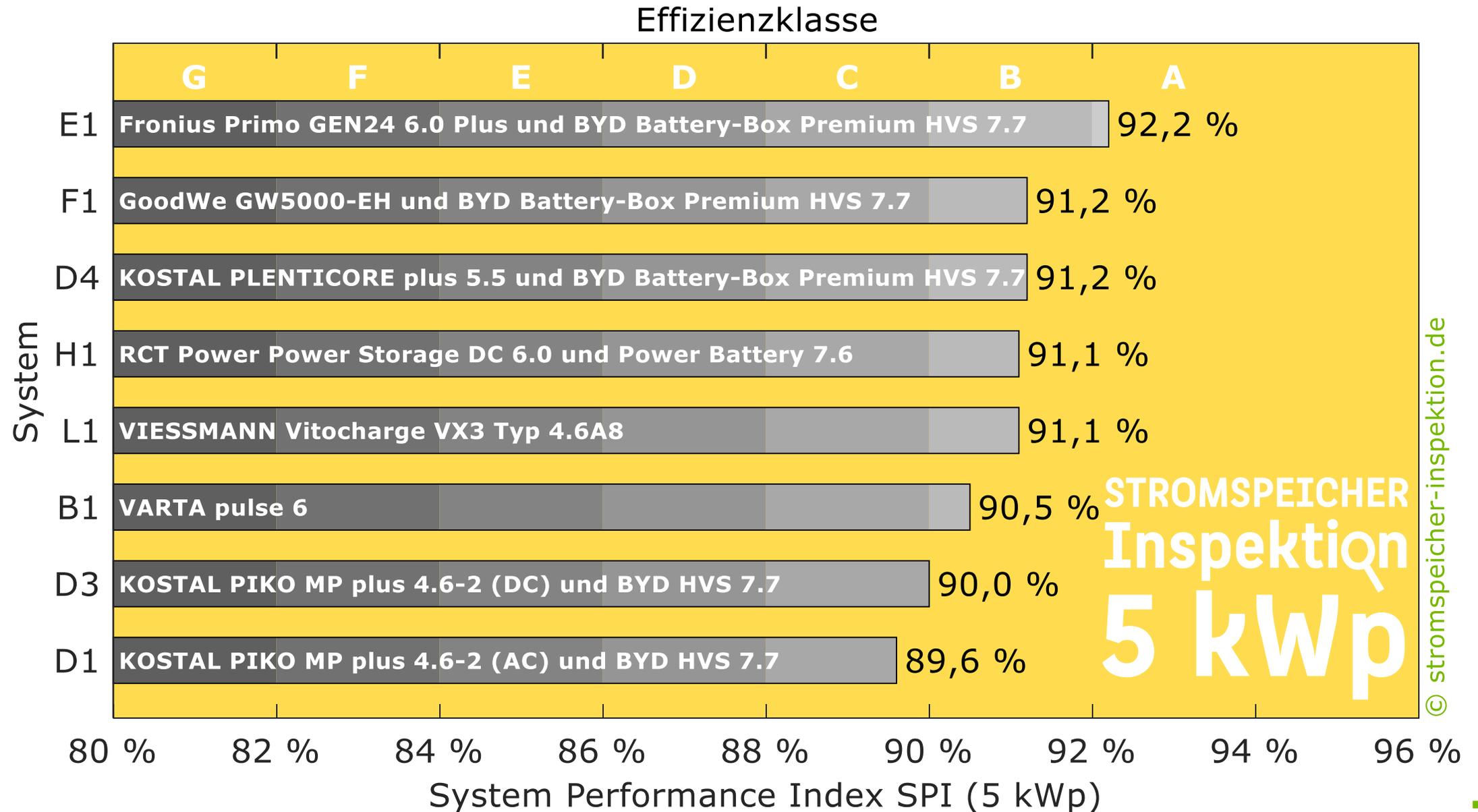


© stromspeicher-inspektion.de

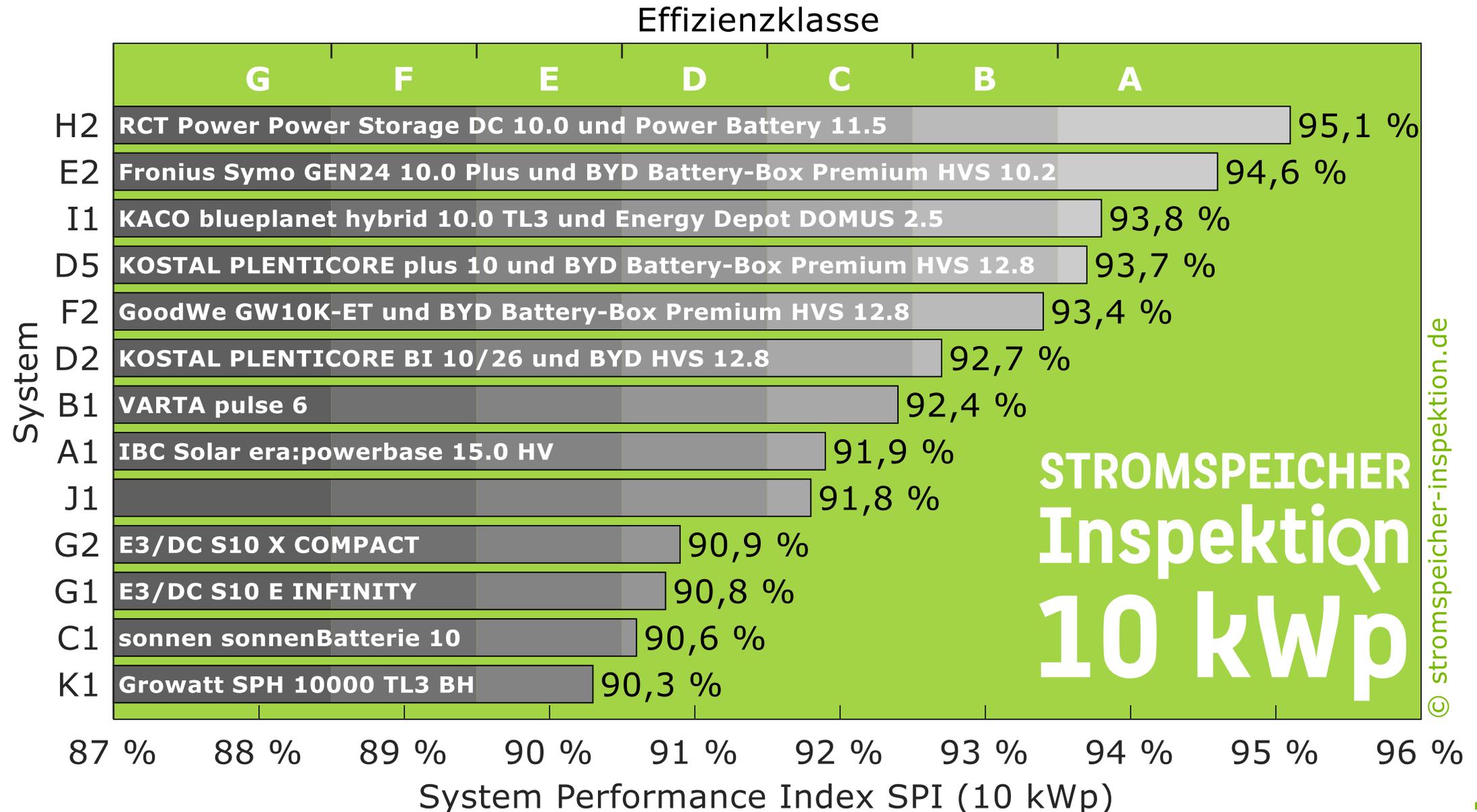
# Definition der Effizienzklassen für PV-Speichersysteme

Klasse	SPI (5 kWp)	SPI (10 kWp)
A	$\geq 92 \%$	$\geq 93,5 \%$
B	$\geq 90 \%$	$\geq 92,5 \%$
C	$\geq 88 \%$	$\geq 91,5 \%$
D	$\geq 86 \%$	$\geq 90,5 \%$
E	$\geq 84 \%$	$\geq 89,5 \%$
F	$\geq 82 \%$	$\geq 88,5 \%$
G	$< 82 \%$	$< 88,5 \%$

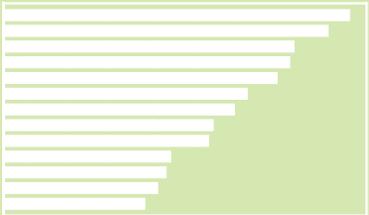
# SPI (5 kWp) und Effizienzklassen der analysierten Systeme



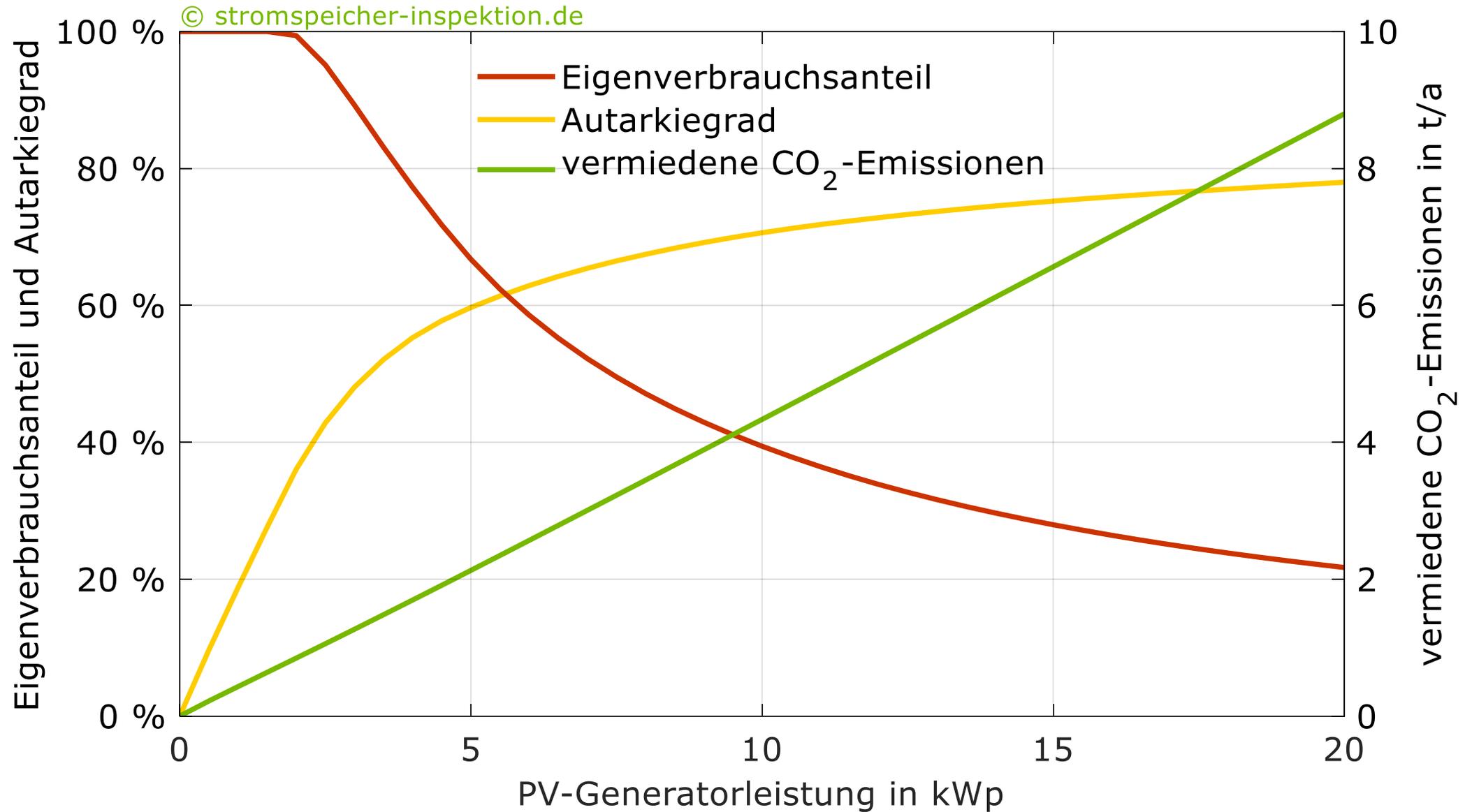
# SPI (10 kWp) und Effizienzklassen der analysierten Systeme



# Schwerpunkte der Stromspeicher-Inspektion 2021

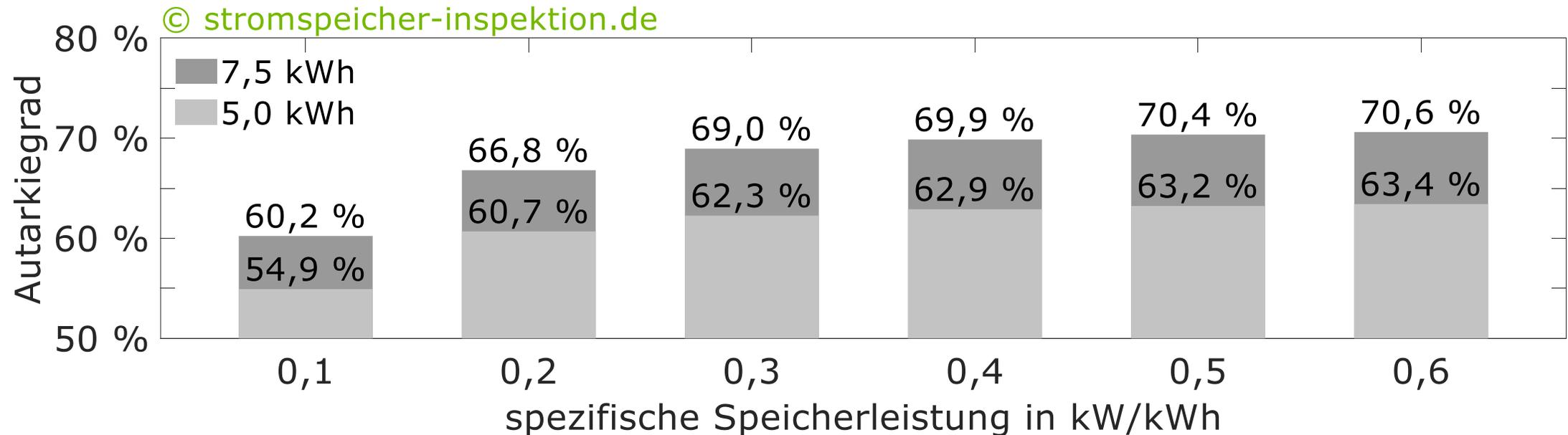
<b>1</b>	Analyse des Markts für Photovoltaik-Speichersysteme in Deutschland	
<b>2</b>	Vergleich der Systemeigenschaften auf Basis der bereitgestellten Prüfberichte gemäß Effizienzleitfaden	
<b>3</b>	Simulationsbasierte Bewertung der Speichersysteme mit dem System Performance Index (SPI)	
<b>4</b>	FAQ: Antworten auf Fragen zur Auslegung von Photovoltaik-Speichersystemen	

# Wie beeinflusst die Systemauslegung die CO<sub>2</sub>-Einsparungen?



# Wie groß sollte die nominale Leistung des Batteriespeichers sein?

- Die **max. Leistung des Batteriespeichers** beeinflusst das Lade- und Entladeverhalten des Batteriesystems und damit den möglichen Autarkiegrad.
- In Wohngebäuden ohne elektrische Großverbraucher wie z. B. Elektrofahrzeuge oder Durchlauferhitzer ist meist eine **Speicherleistung von 0,5 kW je kWh** nutzbare Speicherkapazität ausreichend.



- Weitere **Fragen** und **Antworten** in der Studie zur Stromspeicher-Inspektion 2021.

# Zusammenfassung

- Im Rahmen der Stromspeicher-Inspektion 2021 wurde die Energieeffizienz von **20 Stromspeichersystemen** analysiert und verglichen.
- Viele Hersteller haben in den vergangenen Jahren den **Stand-by-Verbrauch** sowie die **Einschwingzeit** ihrer Systeme deutlich verbessert.
- Mit einem mittleren Umwandlungswirkungsgrad im Entladebetrieb von 97,6 % und einer Einschwingzeit von 0,3 s wurden **neue Bestwerte** aufgestellt.
- System H2 erzielt mit einem **SPI (10 kWp)** von **95,1 %** die höchste im Rahmen der bisherigen Stromspeicher-Inspektionen nachgewiesene Systemeffizienz.
- Die Mehrzahl der 20 untersuchten PV-Speichersysteme erreicht die Effizienzklassen A und B und punktet mit einer **sehr guten Systemeffizienz**.
- Die nächste Ausgabe der Stromspeicher-Inspektion erscheint im Frühjahr 2022.



Hochschule für Technik  
und Wirtschaft Berlin

University of Applied Sciences

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

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



Unterstützt mit Labormessdaten durch:

