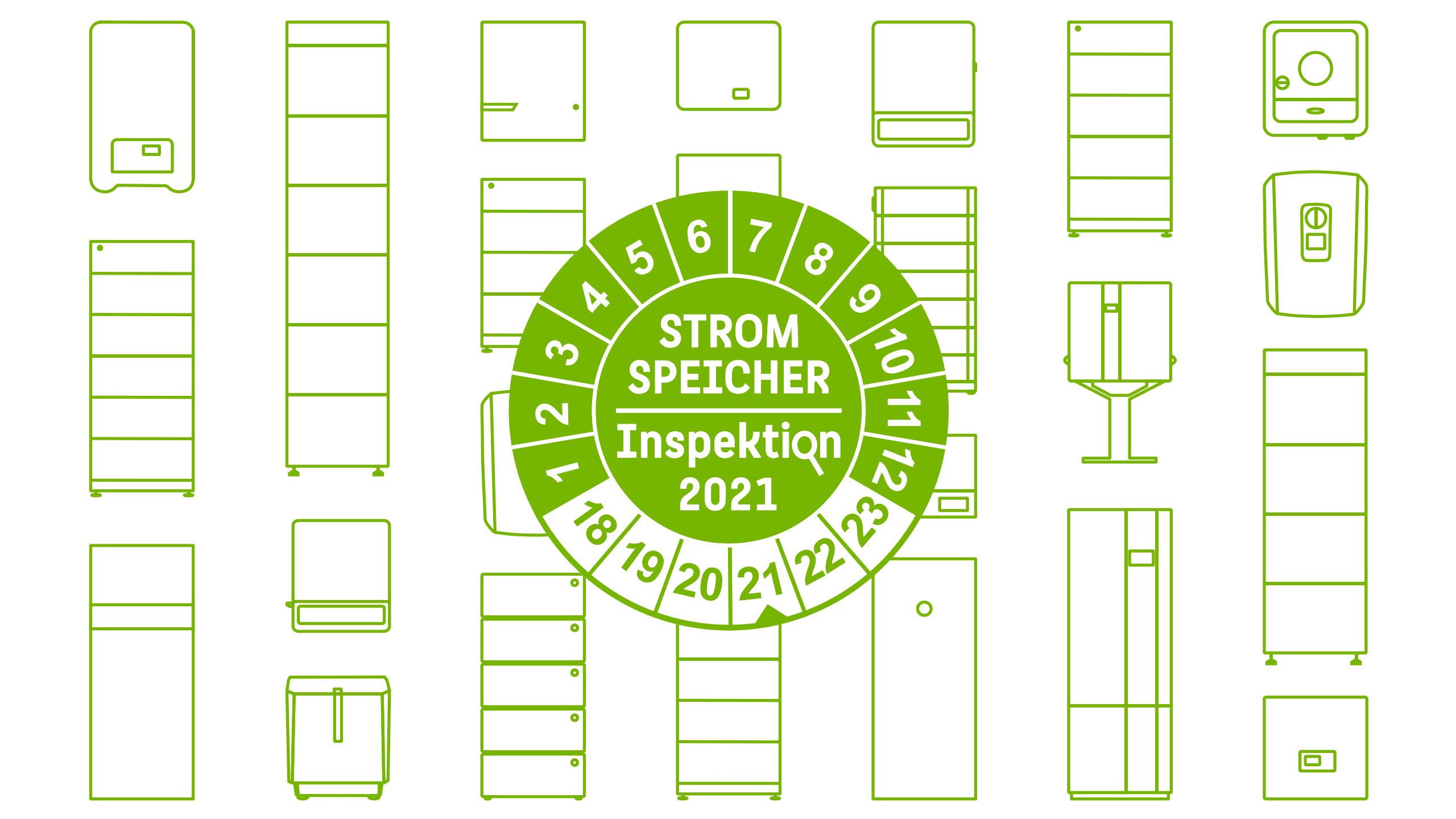

STROM
SPEICHER
Inspektion
2021
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
18
19
20
21
22
23

STROMSPEICHER Inspektion

Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin

University of Applied Sciences

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Präsentation zur Studie

Stromspeicher-Inspektion 2021

Autor:innen

Johannes Weniger

Nico Orth

Isabel Lawaczeck

Lucas Meissner

Volker Quaschning

Forschungsgruppe Solarspeichersysteme

Hochschule für Technik und Wirtschaft (HTW) Berlin

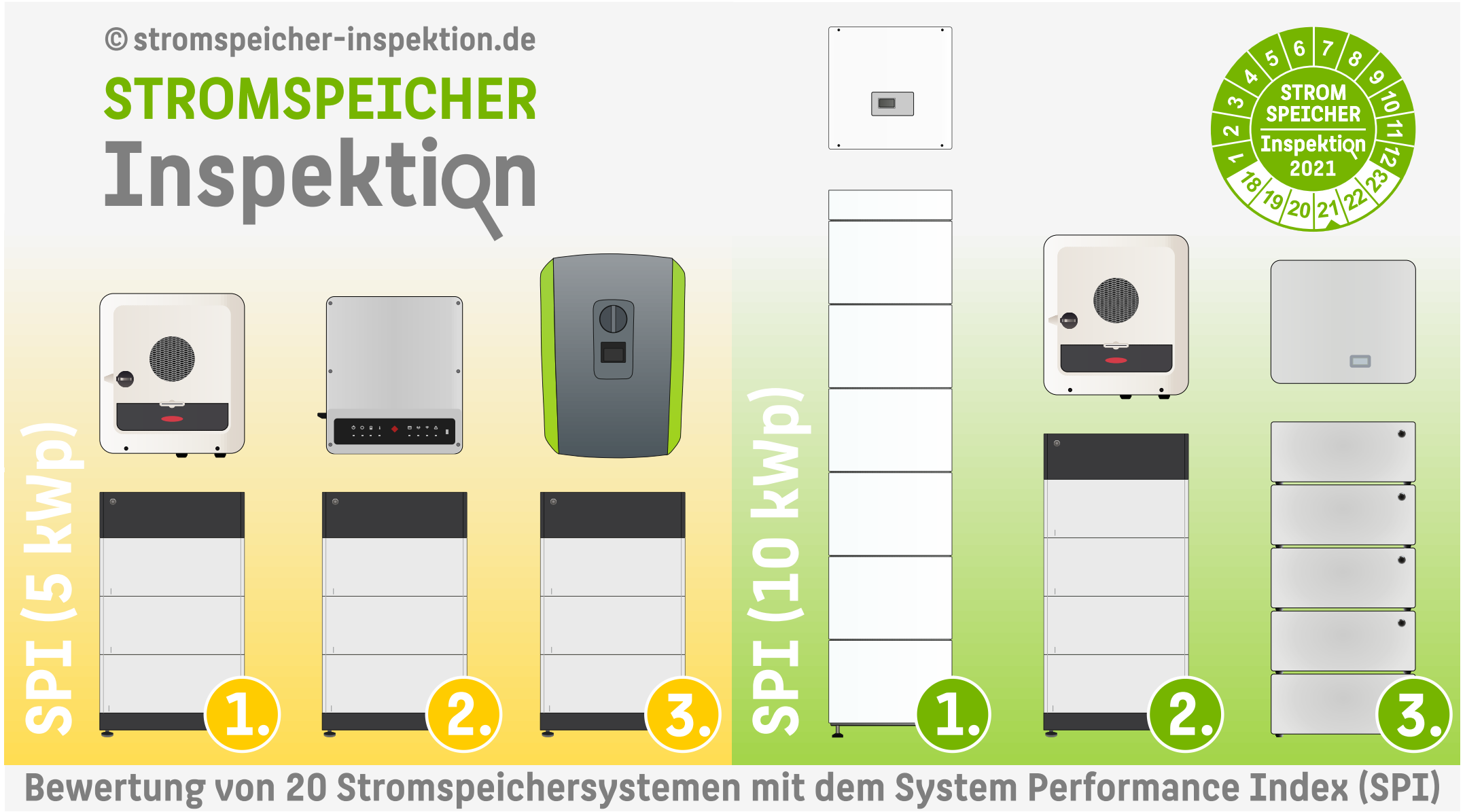
Version

Version 1.0 (Juni 2021)

Webseite

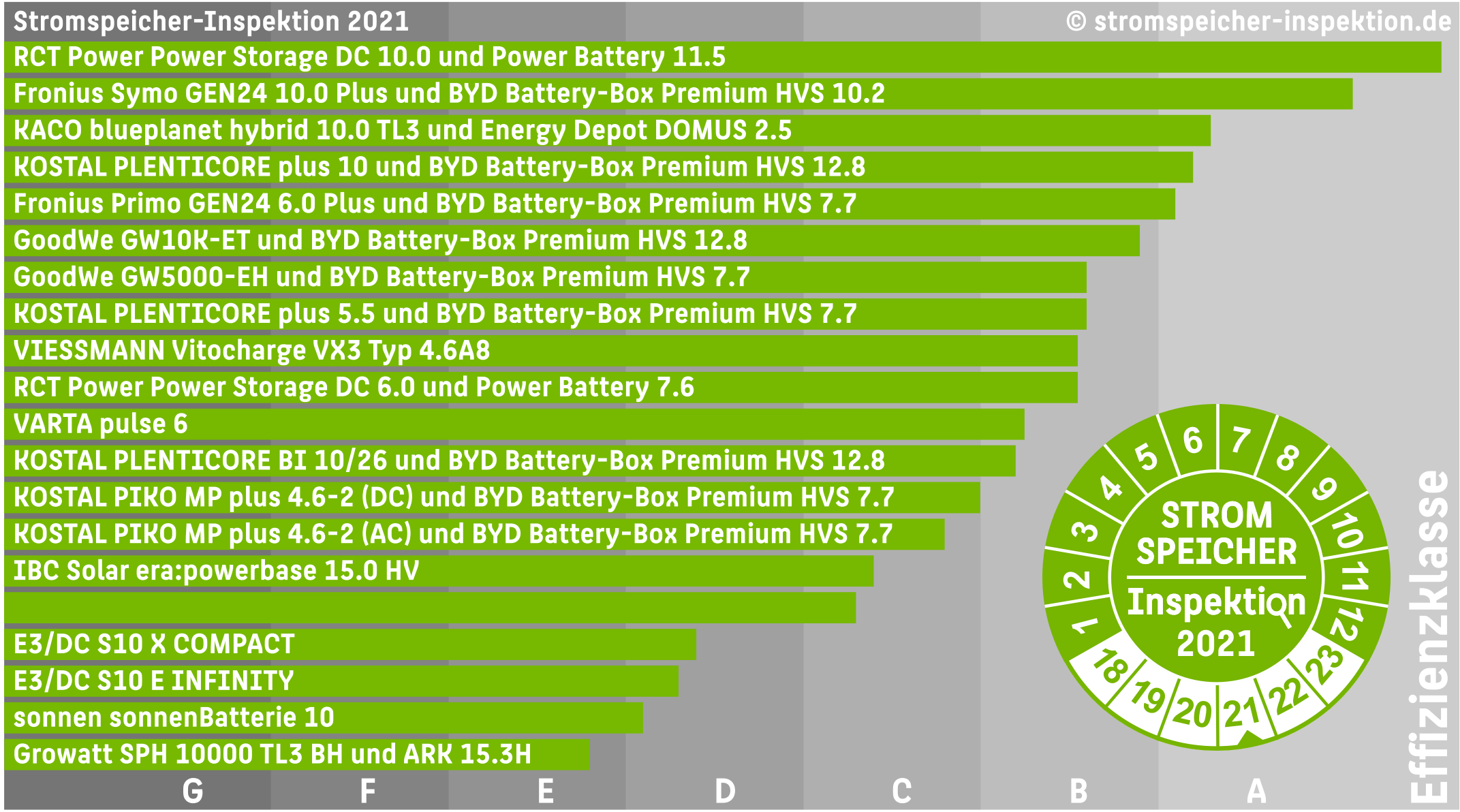
www.stromspeicher-inspektion.de

Testsieger der Stromspeicher-Inspektion 2021



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

Rangliste der Stromspeicher-Inspektion 2021

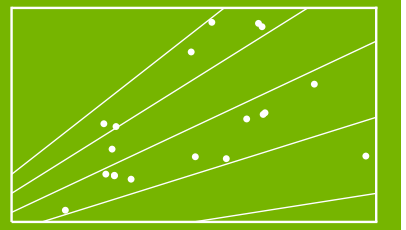


Die Effizienzklassifizierung basiert auf den Kennzahlen System Performance Index SPI (5 kWp) und SPI (10 kWp).

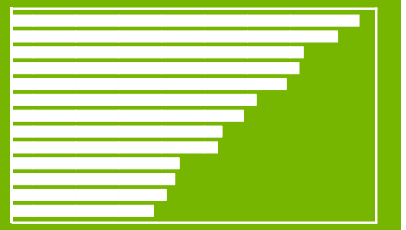
Schwerpunkte der Stromspeicher-Inspektion 2021

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

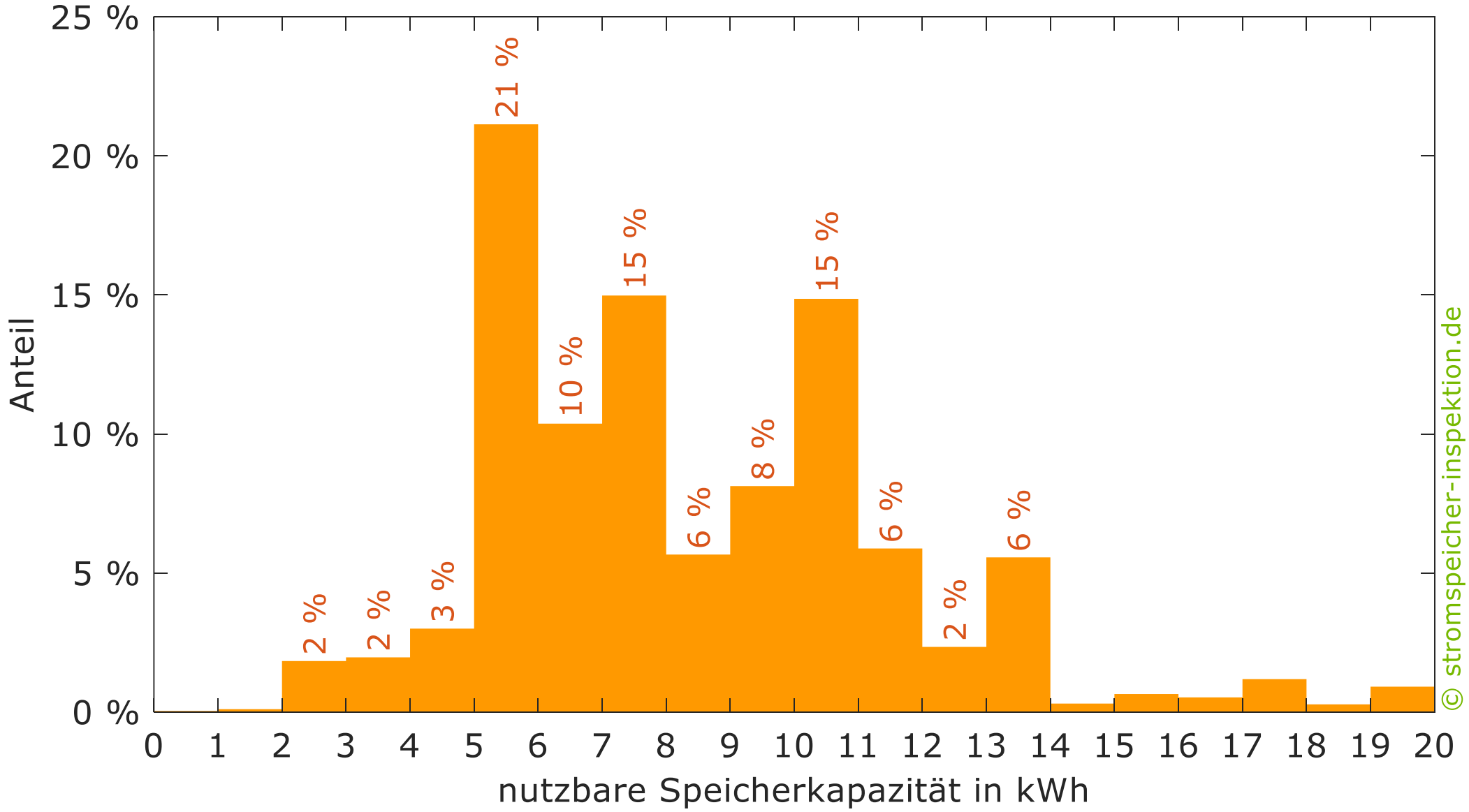
1 **Analyse des Markts für Photovoltaik-Speichersysteme in Deutschland**

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

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

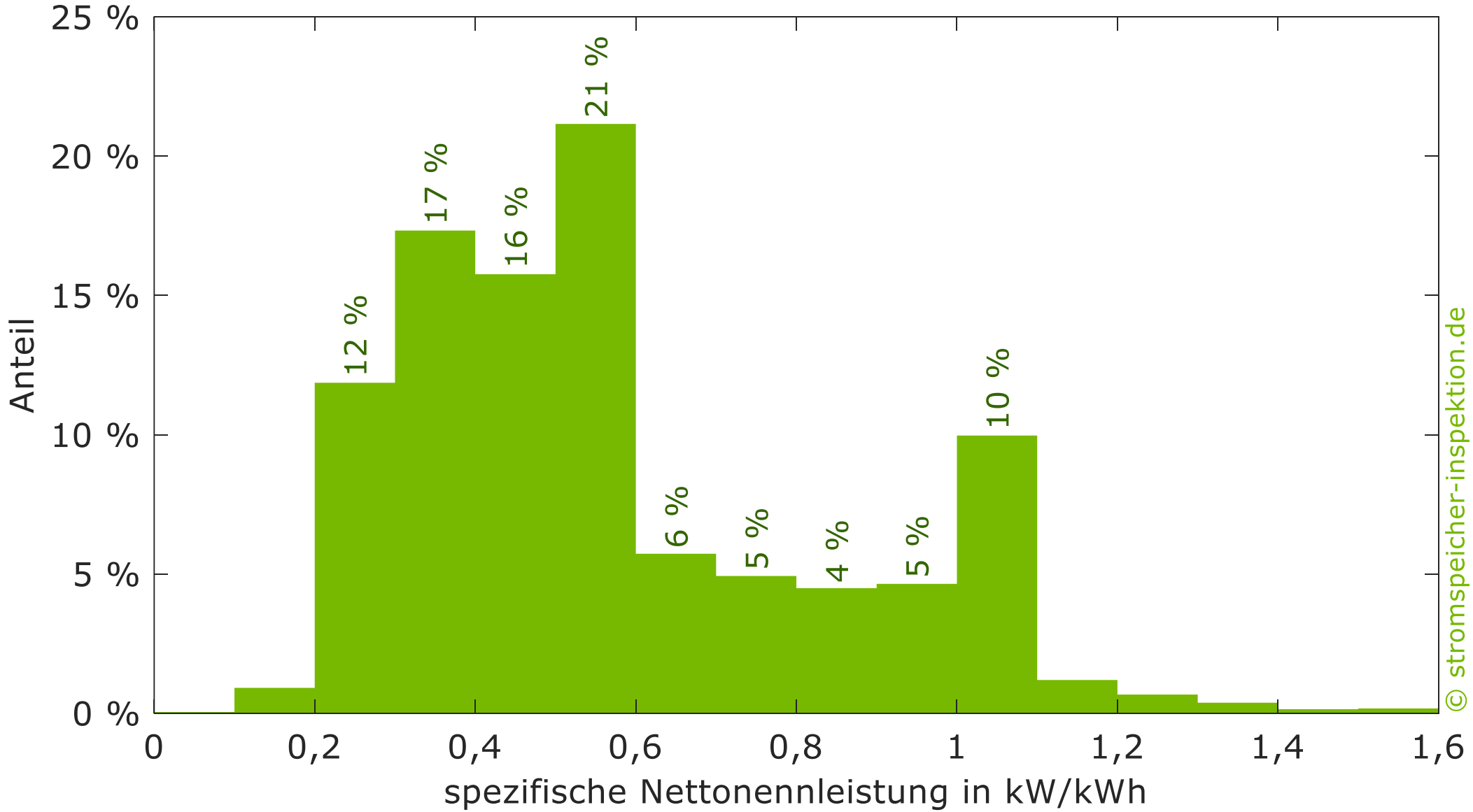
4 **FAQ: Antworten auf Fragen zur Auslegung von Photovoltaik-Speichersystemen**

Speicherkapazität der im Jahr 2020 installierten Speichersysteme



Daten: Marktstammdatenregister, 82.479 Speichersysteme kleiner als 20 kWh und 20 kW

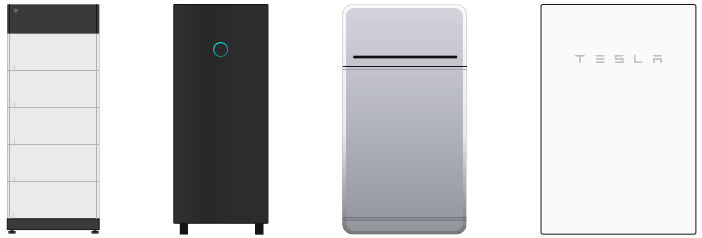
Speicherleistung der im Jahr 2020 installierten Speichersysteme



Daten: Marktstammdatenregister, 82.479 Speichersysteme kleiner als 20 kWh und 20 kW

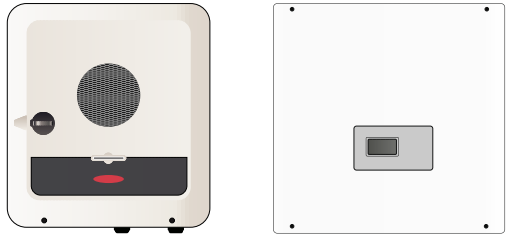
Techniktrends im Speichermarkt

#1 Größere Batteriespeicher



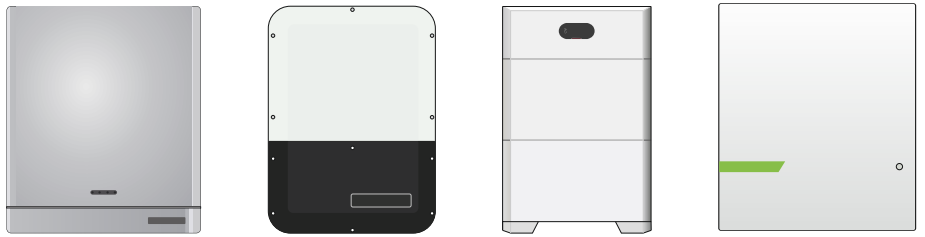
#2 Leistungsfähigere Wechselrichter

#3 Effizientere Wechselrichter

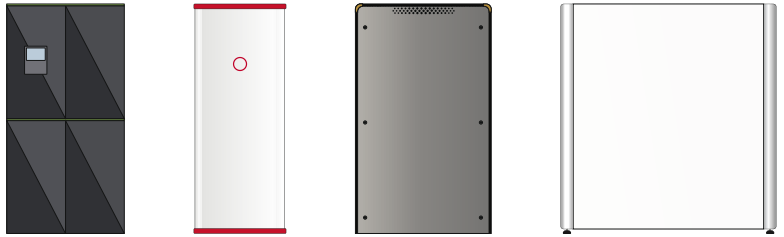


#4 Mehr Hybridwechselrichter

#5 Flexiblere Systemkonzepte



#6 Unterschiedliche Batterietechnologien

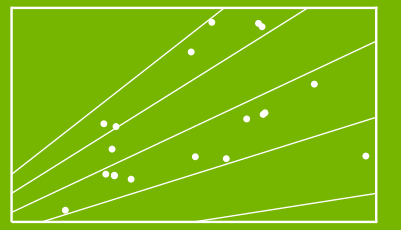


Die Produktbeispiele wurden unabhängig von der Teilnahme der jeweiligen Hersteller an der Stromspeicher-Inspektion ausgewählt.

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

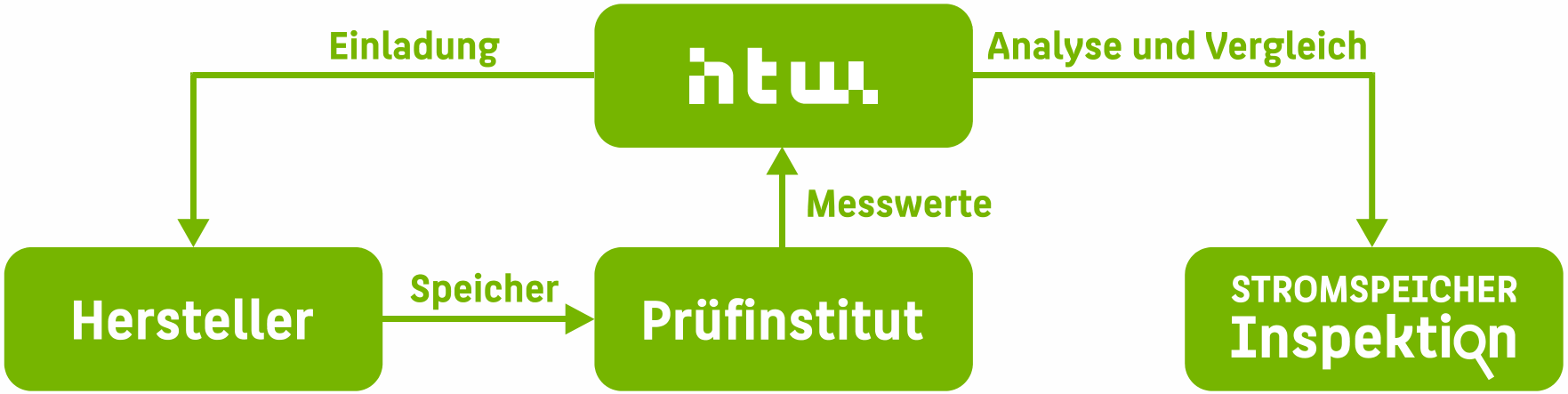


3 Simulationsbasierte Bewertung der Speichersysteme mit dem System Performance Index (SPI)

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

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

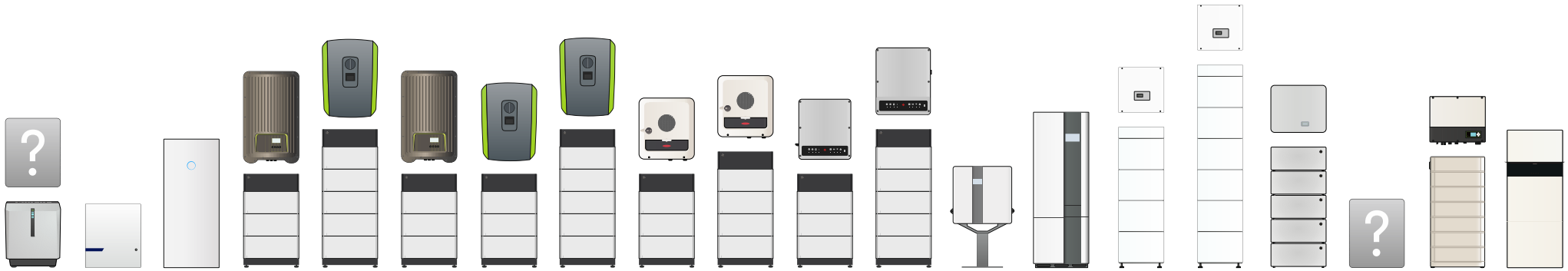
H2 RCT Power Power Storage DC 10.0 und Power Battery 11.5

I1 KACO blueplanet hybrid 10.0 TL3 und Energy Depot DOMUS 2.5

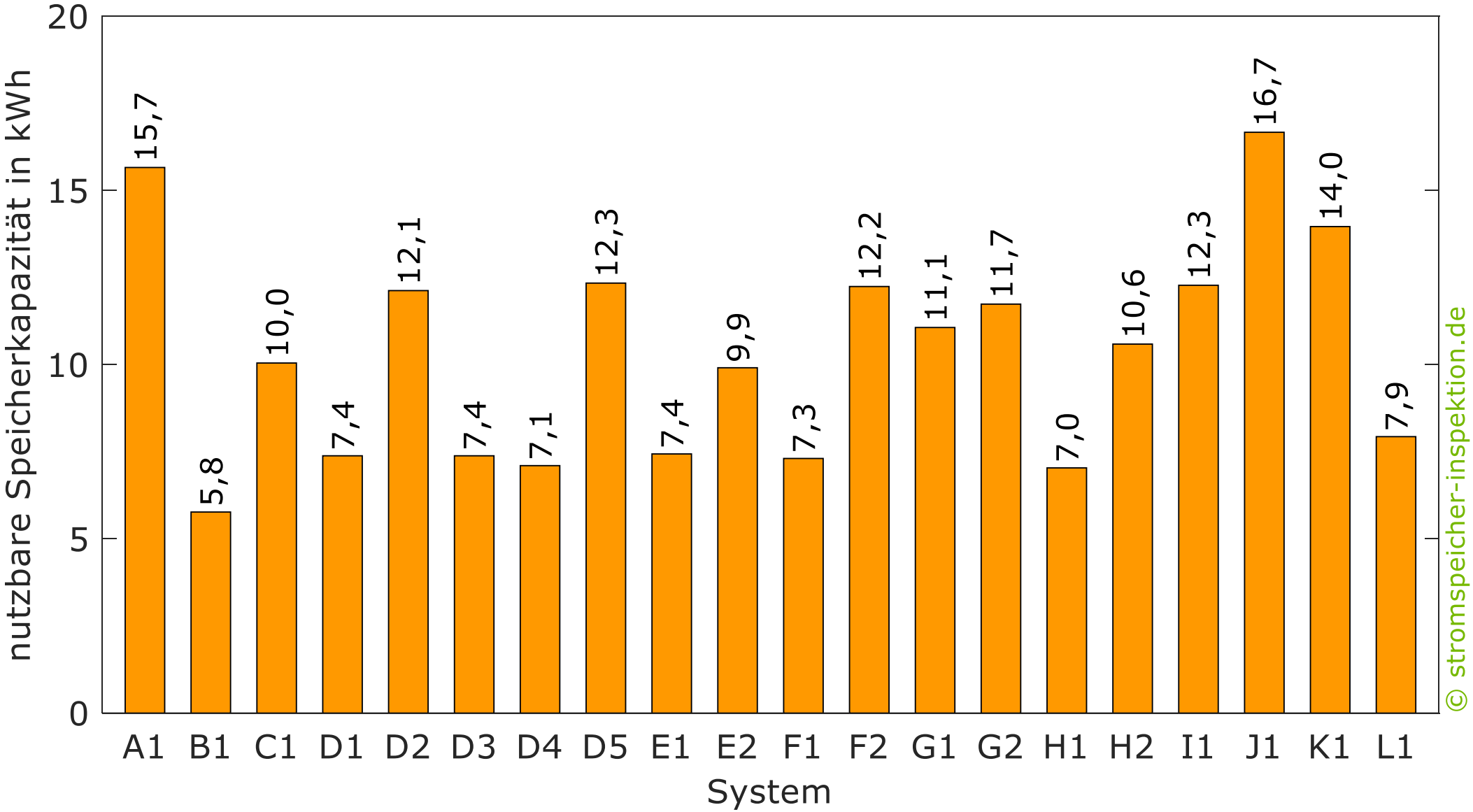
J1 DC-gekoppeltes System eines anonym teilnehmenden Herstellers

K1 Growatt SPH 10000 TL3 BH und ARK 15.3H

L1 VIESSMANN Vitocharge VX3 Typ 4.6A8



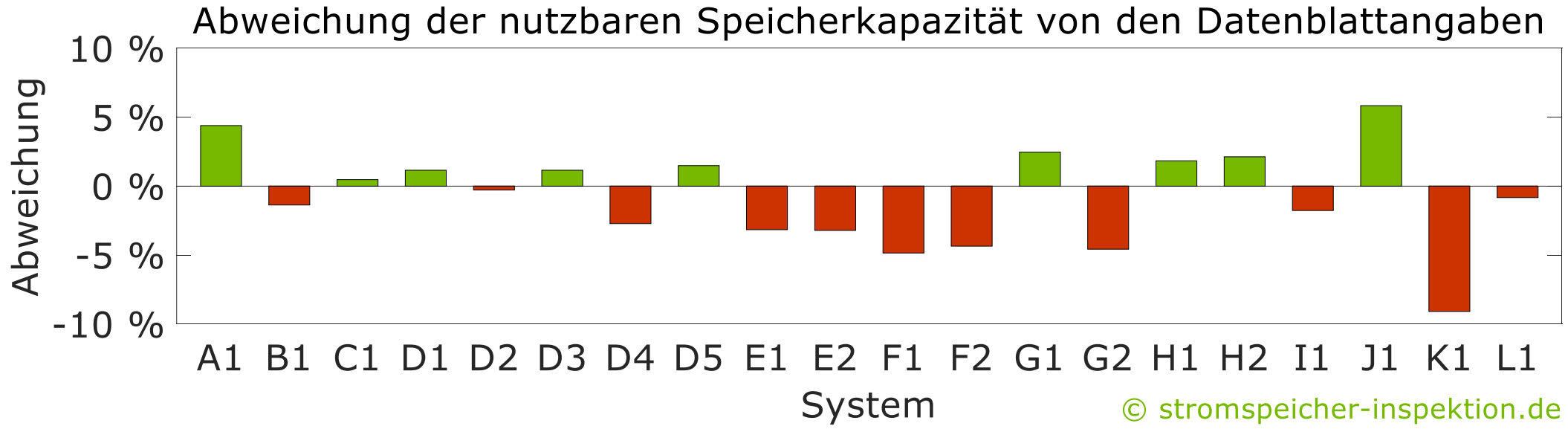
Nutzbare Speicherkapazität der untersuchten Systeme



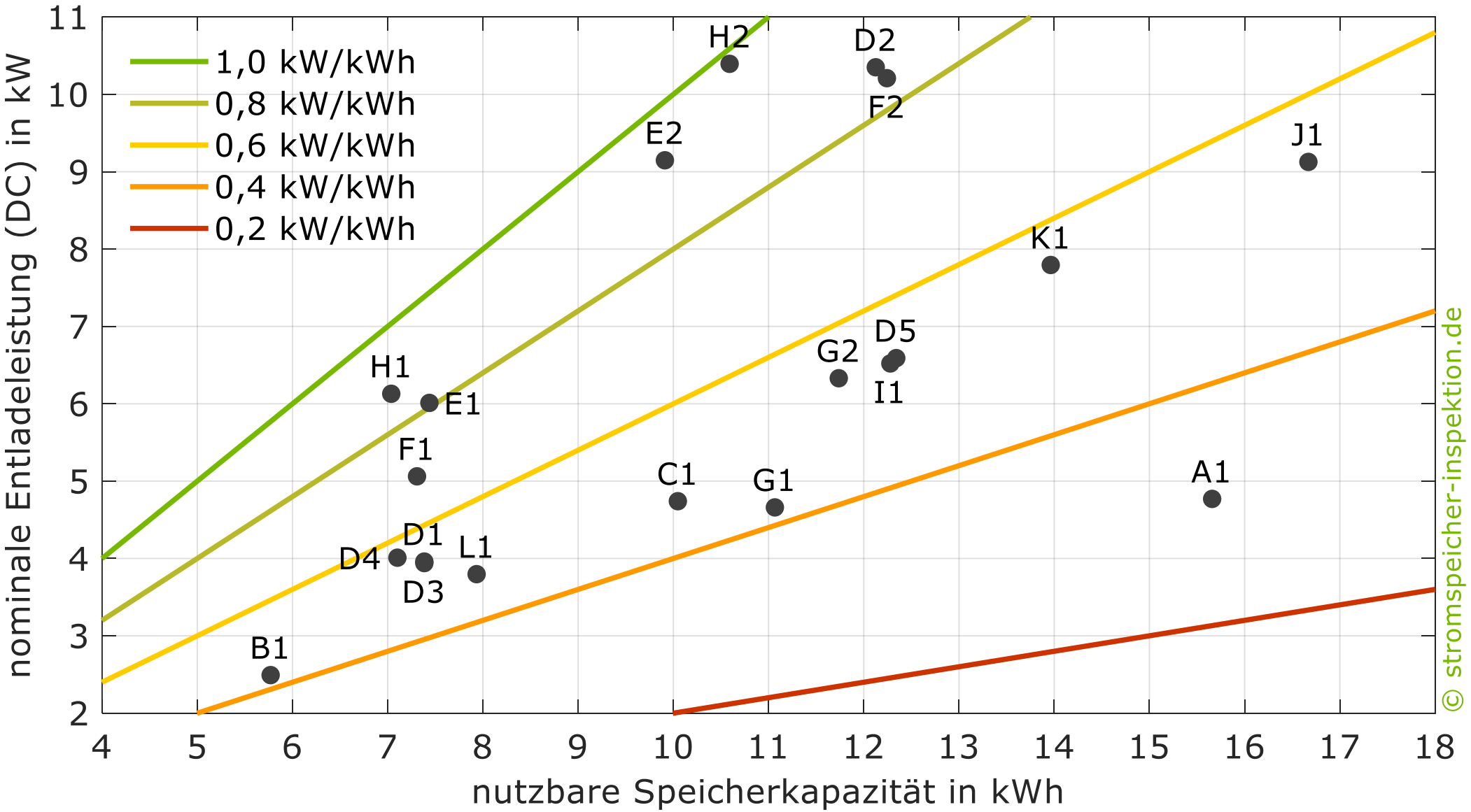
H1 und H2: Aufgrund einer temperaturbedingten Abregelung konnte der Test nicht mit nominaler Leistung durchgeführt werden.

Vergleich der Datenblattangaben und Labormesswerte

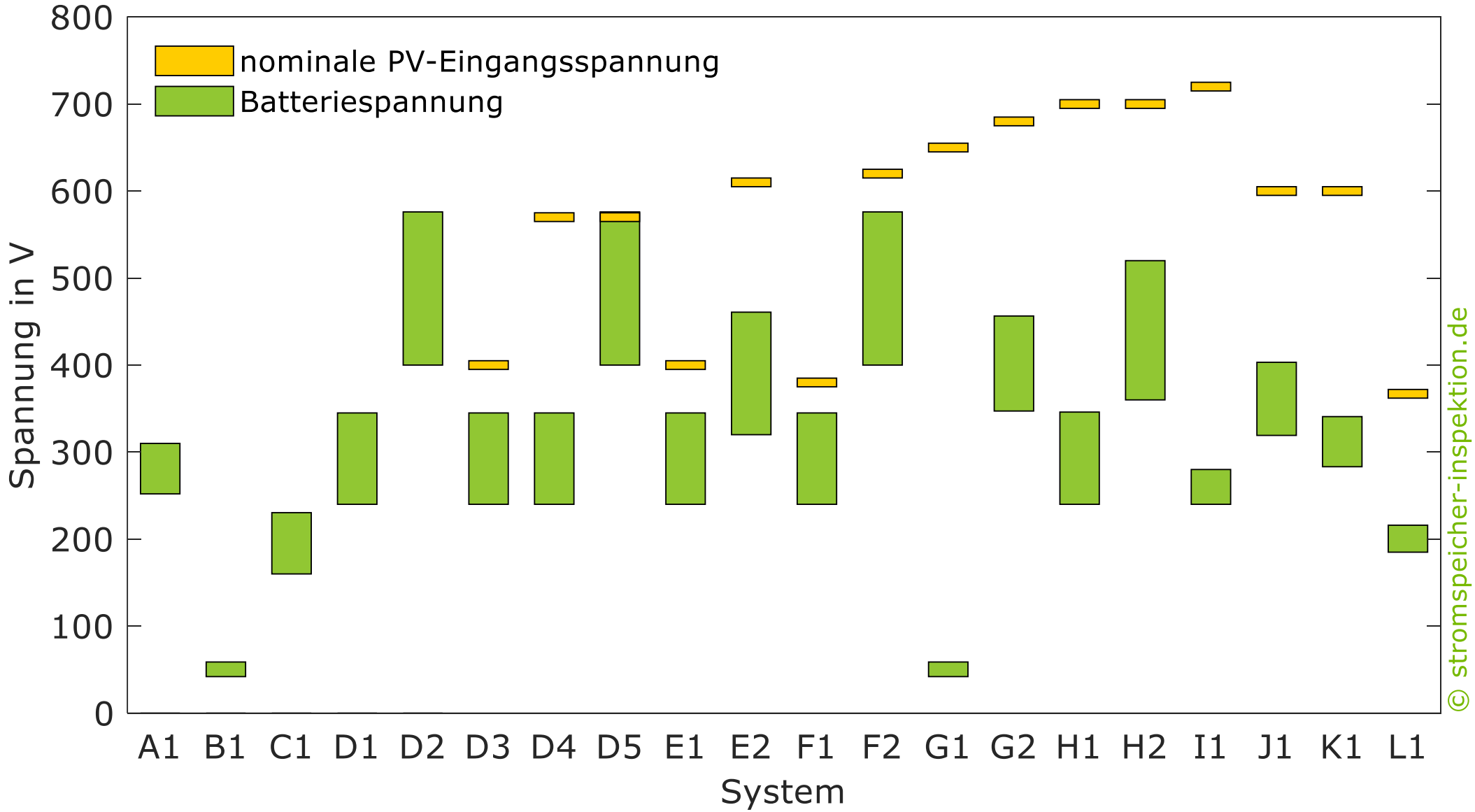
- Für die Hälfte der untersuchten Systeme wurden im Labortest im Vergleich zum Datenblatt **niedrigere nutzbare Speicherkapazitäten** ermittelt.
- Die vorgegebene Entladetiefe zum **Schutz vor Tiefenentladung** ist häufig der Grund dafür, weshalb die Messwerte niedriger als die Datenblattwerte sind.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



Nominale Entladeleistung der untersuchten Systeme

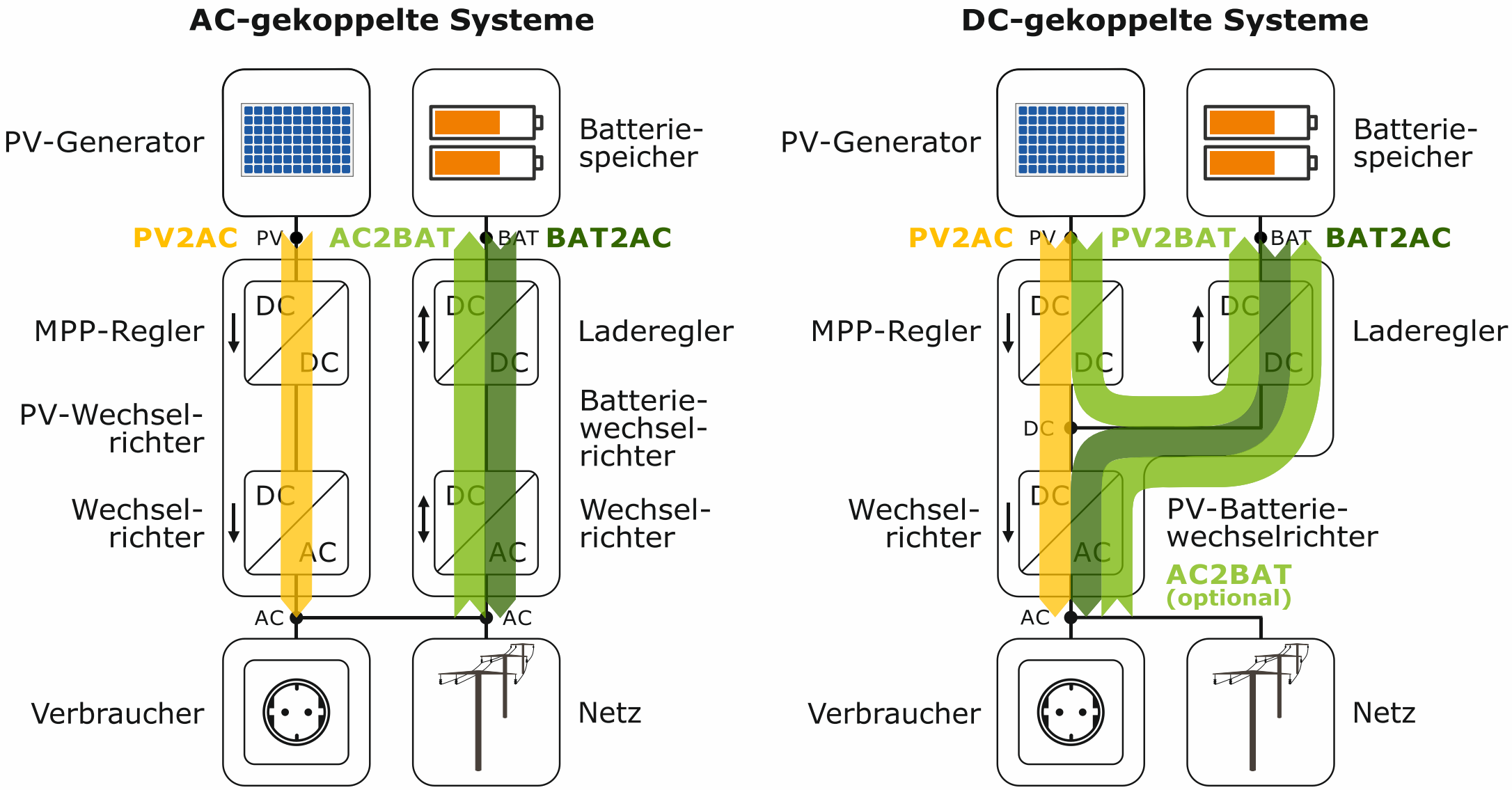


Spannungsniveau der untersuchten Systeme

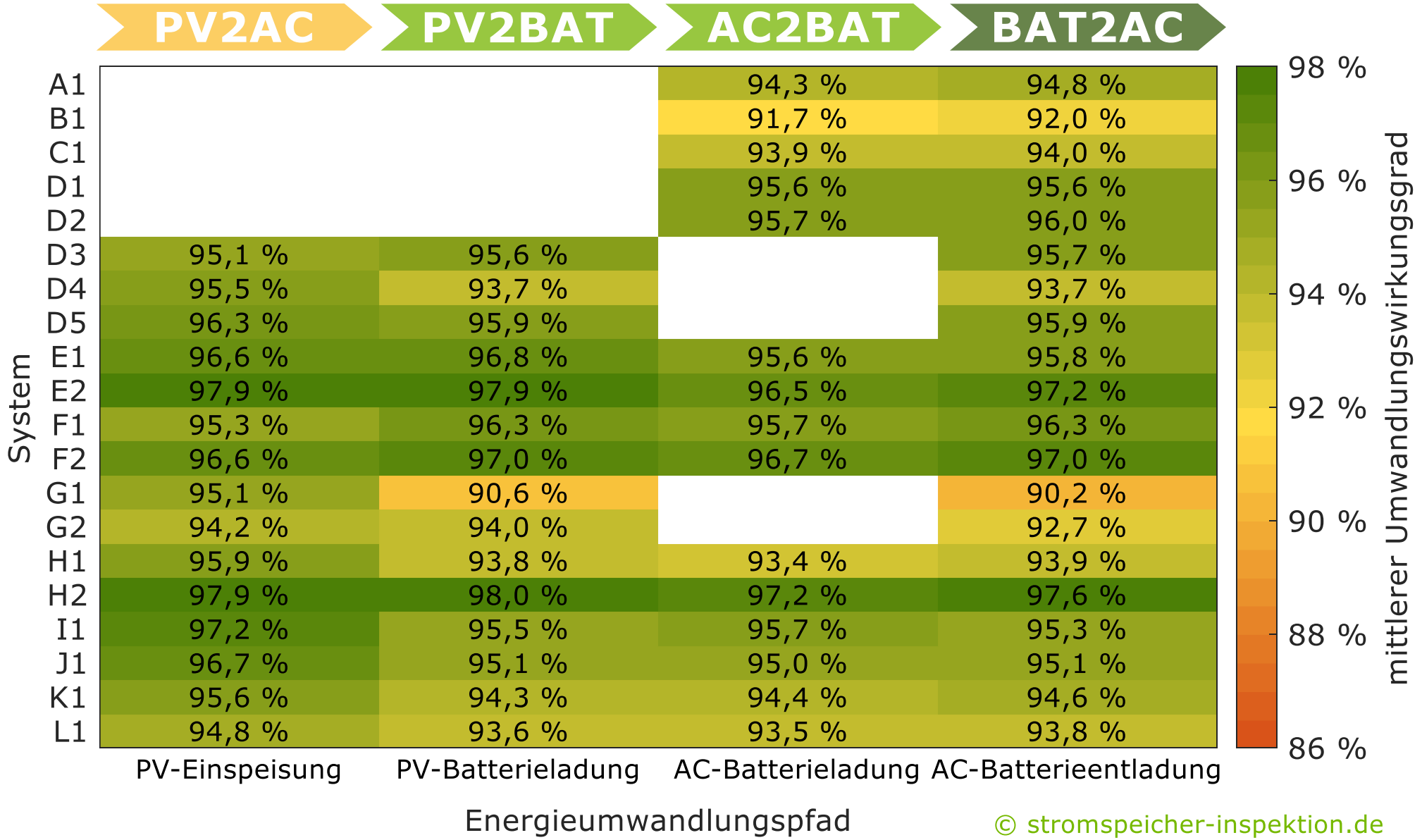


Keine Angabe der nominalen PV-Eingangsspannung bei den AC-gekoppelten Systemen A1 bis D2.

Energieumwandlungspfade der einzelnen Systemtopologien



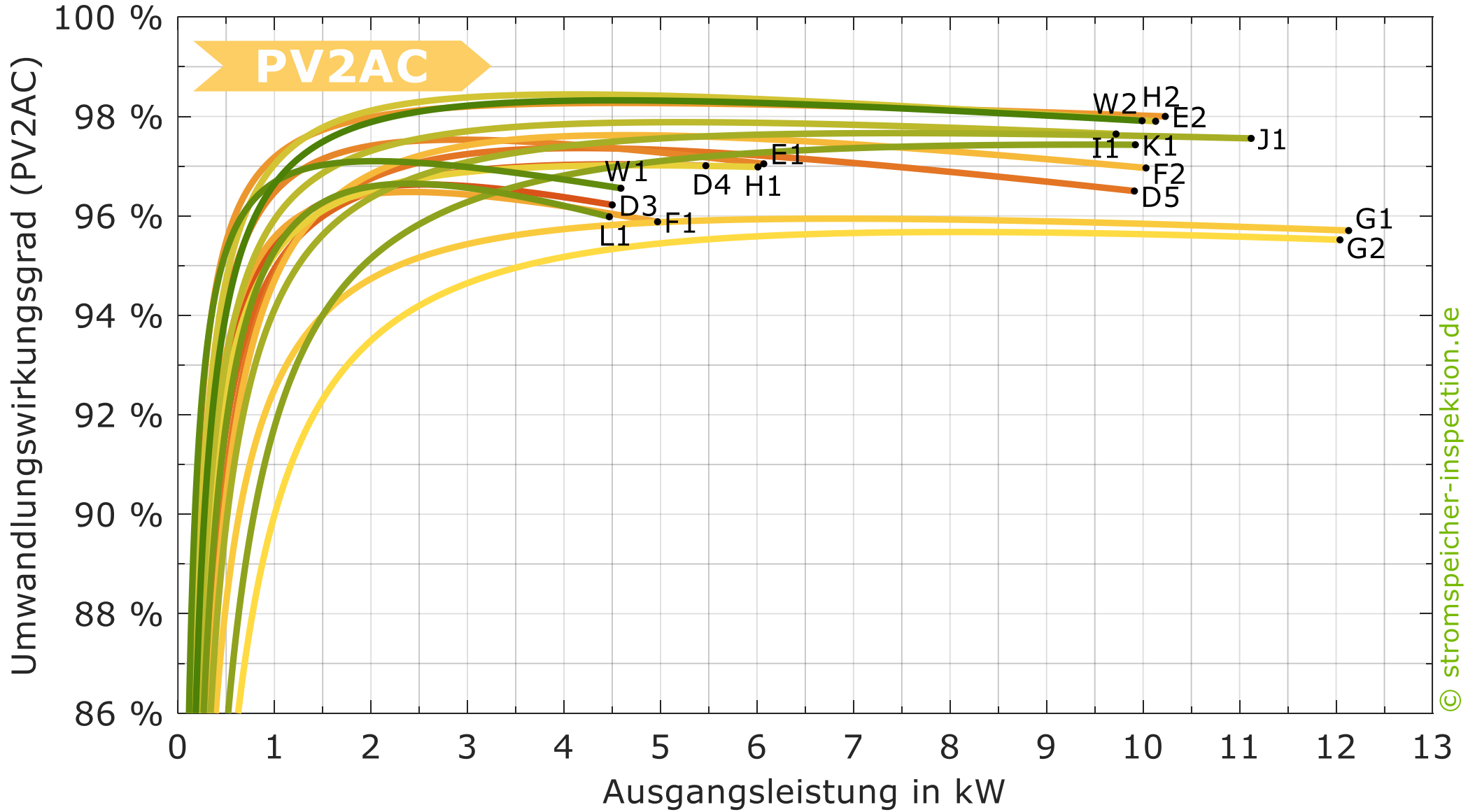
Mittlere Umwandlungswirkungsgrade



© stromspeicher-inspektion.de

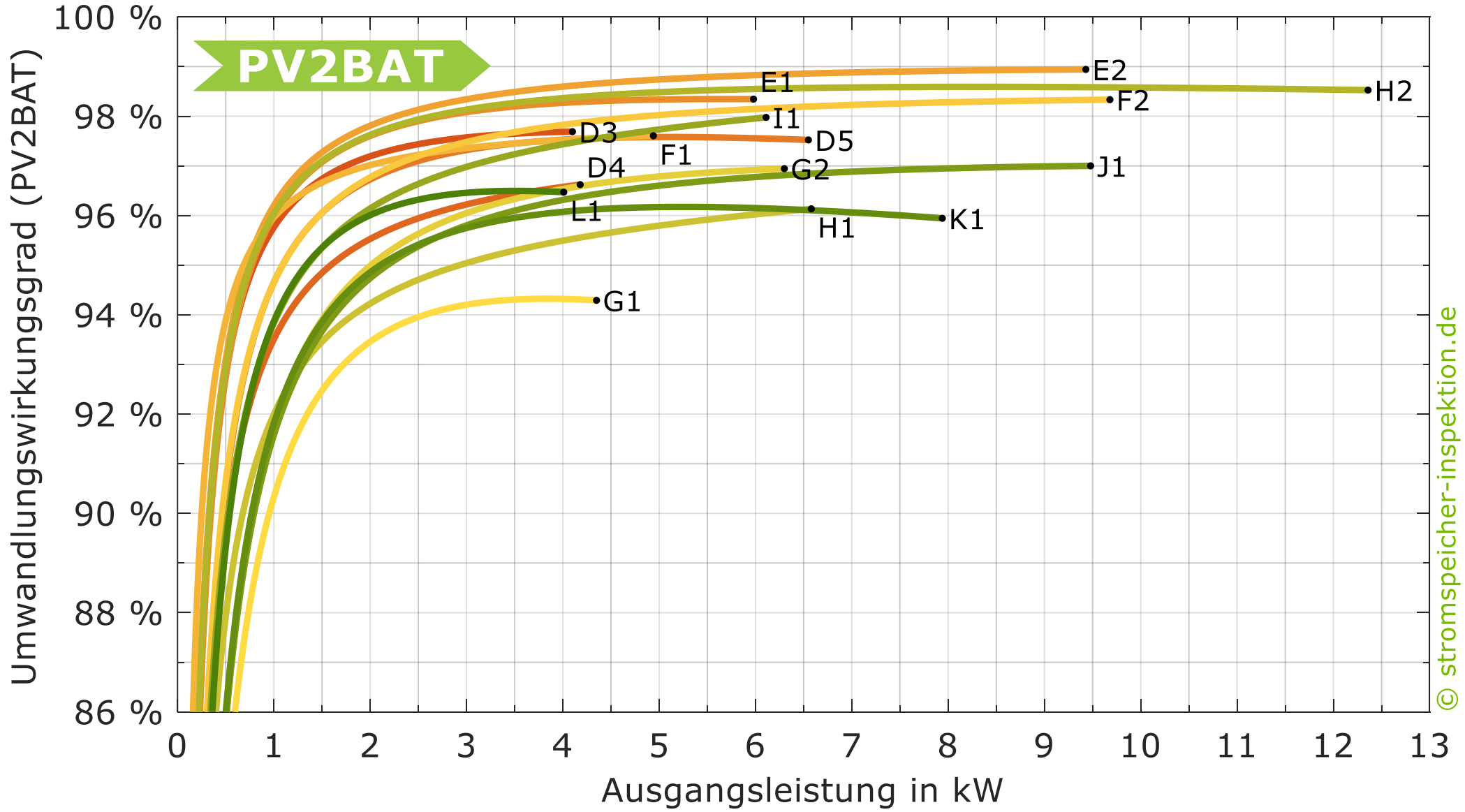
Mittlere Pfadwirkungsgrade entsprechend dem „Effizienzleitfaden für PV-Speichersysteme“ 2.0.

Umwandlungswirkungsgrad der PV-Einspeisung

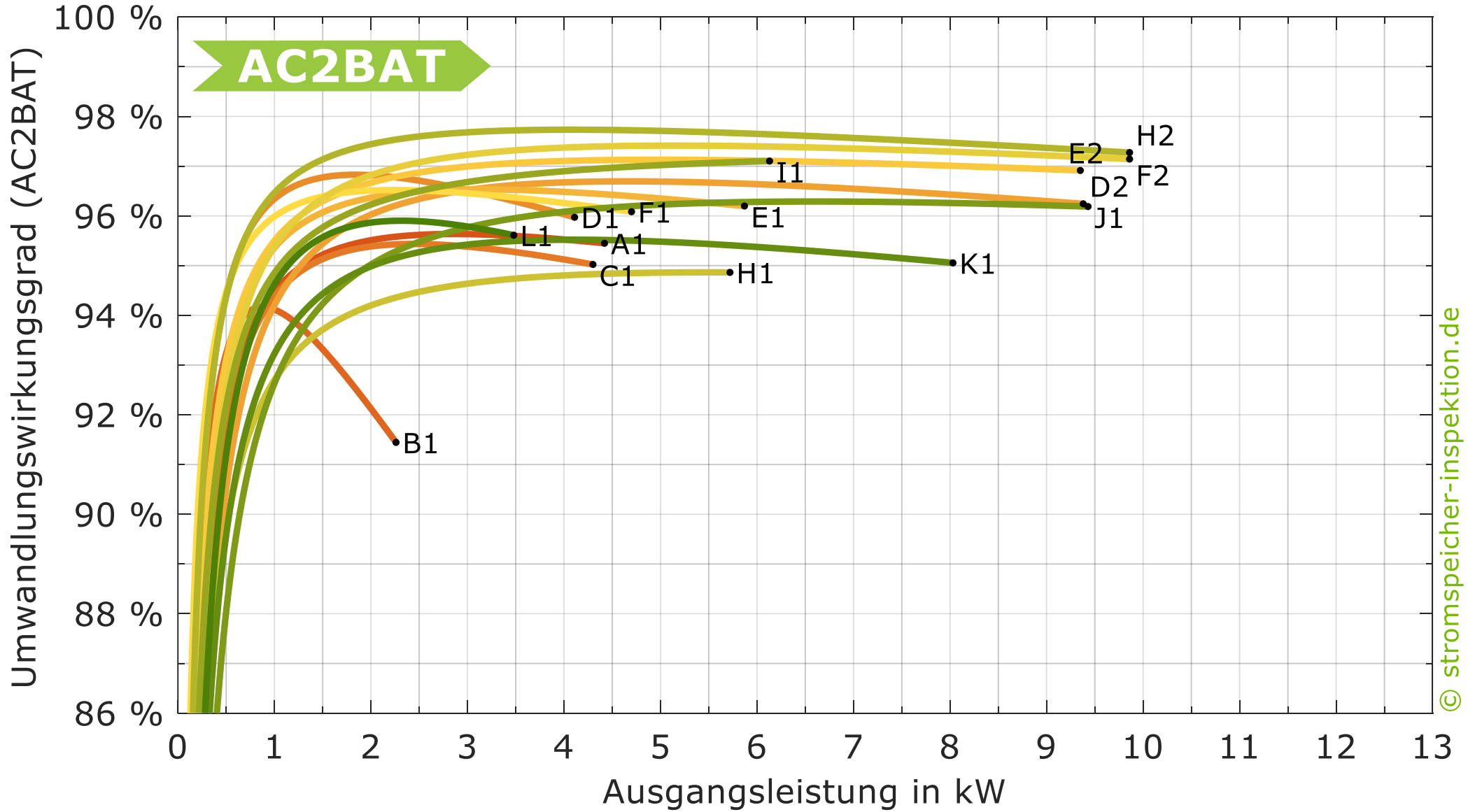


W1 und W2: PV-Wechselrichter zur Bewertung der AC-gekoppelten Systeme mit dem SPI (5 kWp) und SPI (10 kWp).

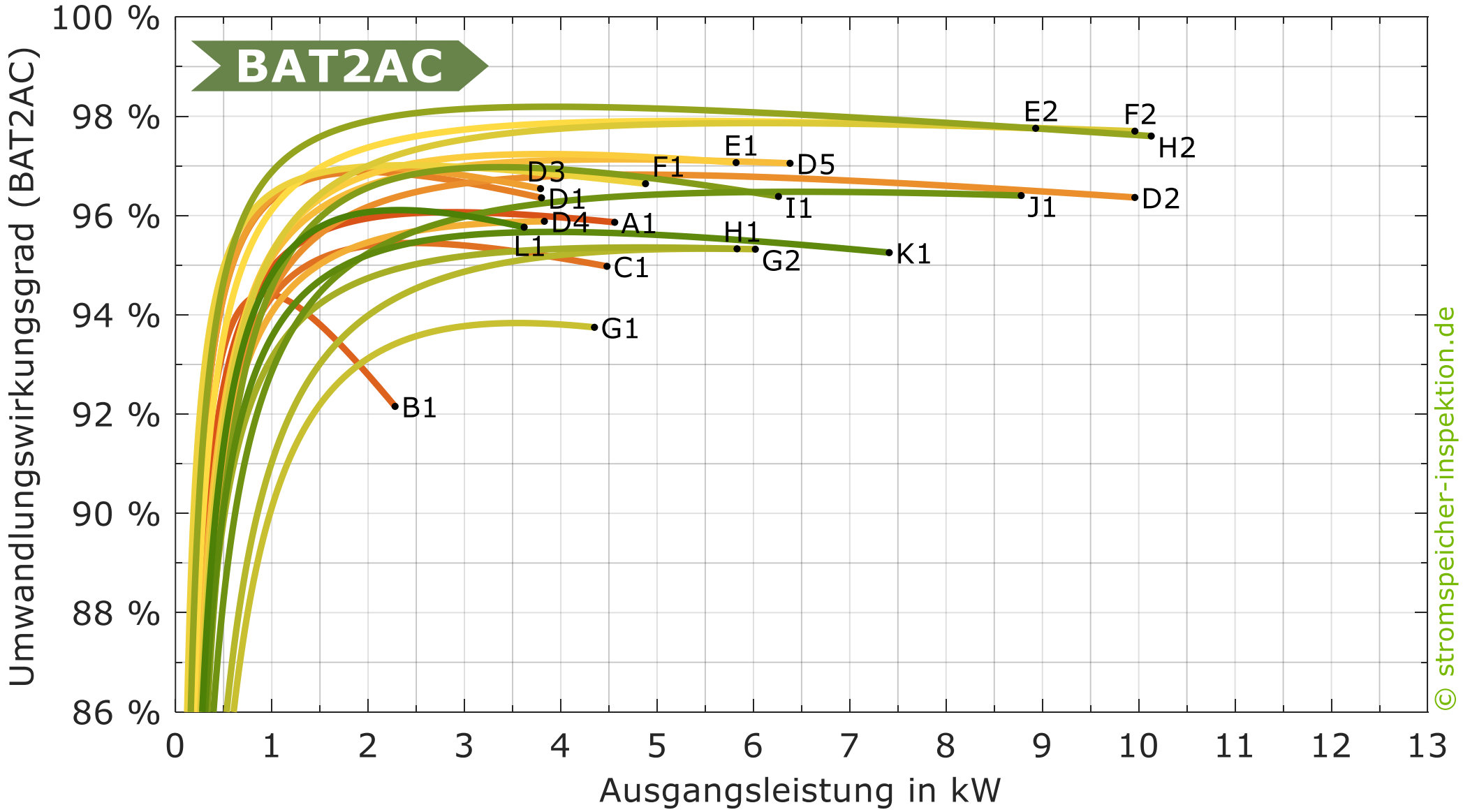
Umwandlungswirkungsgrad der PV-Batterieladung



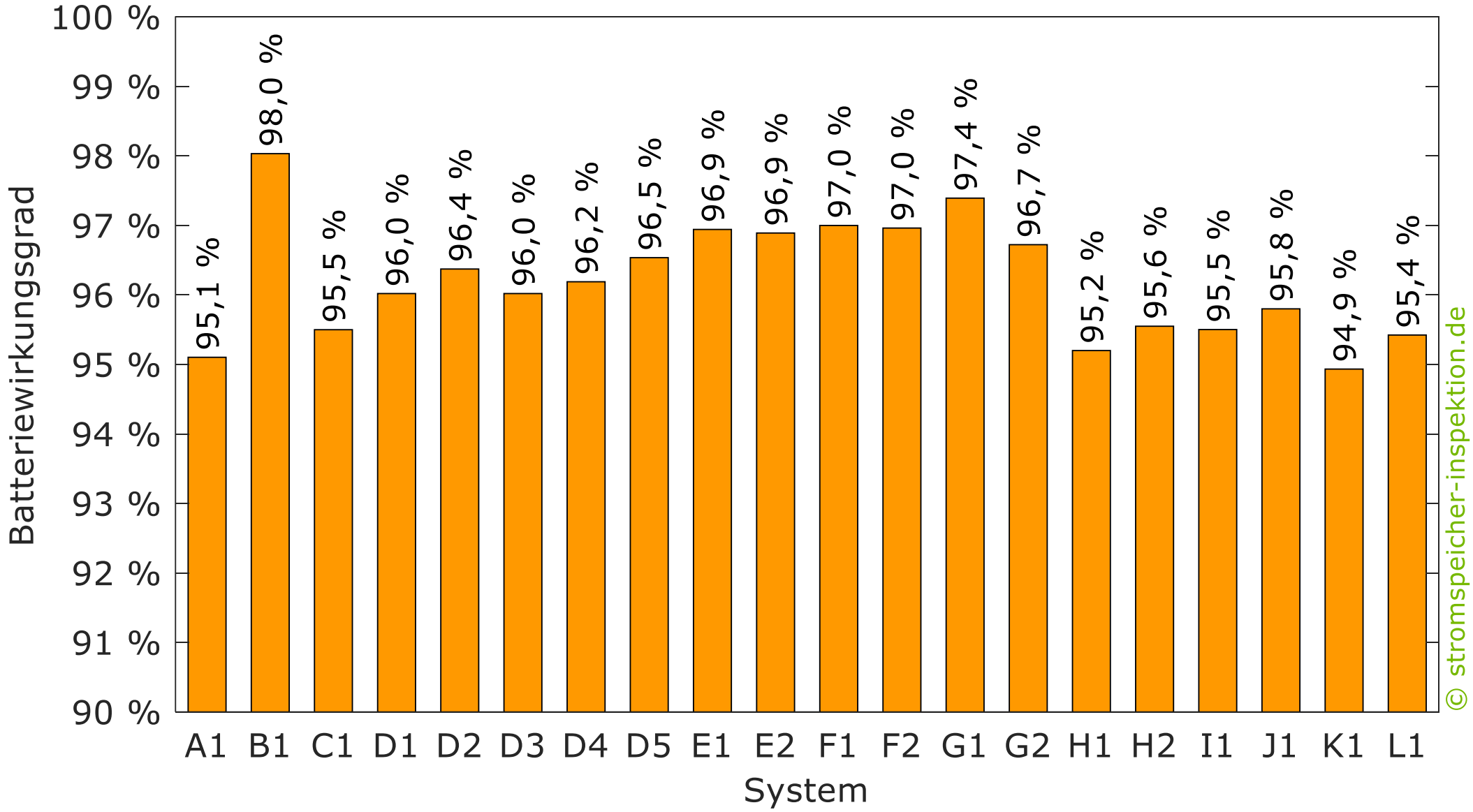
Umwandlungswirkungsgrad der AC-Batterieladung



Umwandlungswirkungsgrad der AC-Batterieentladung

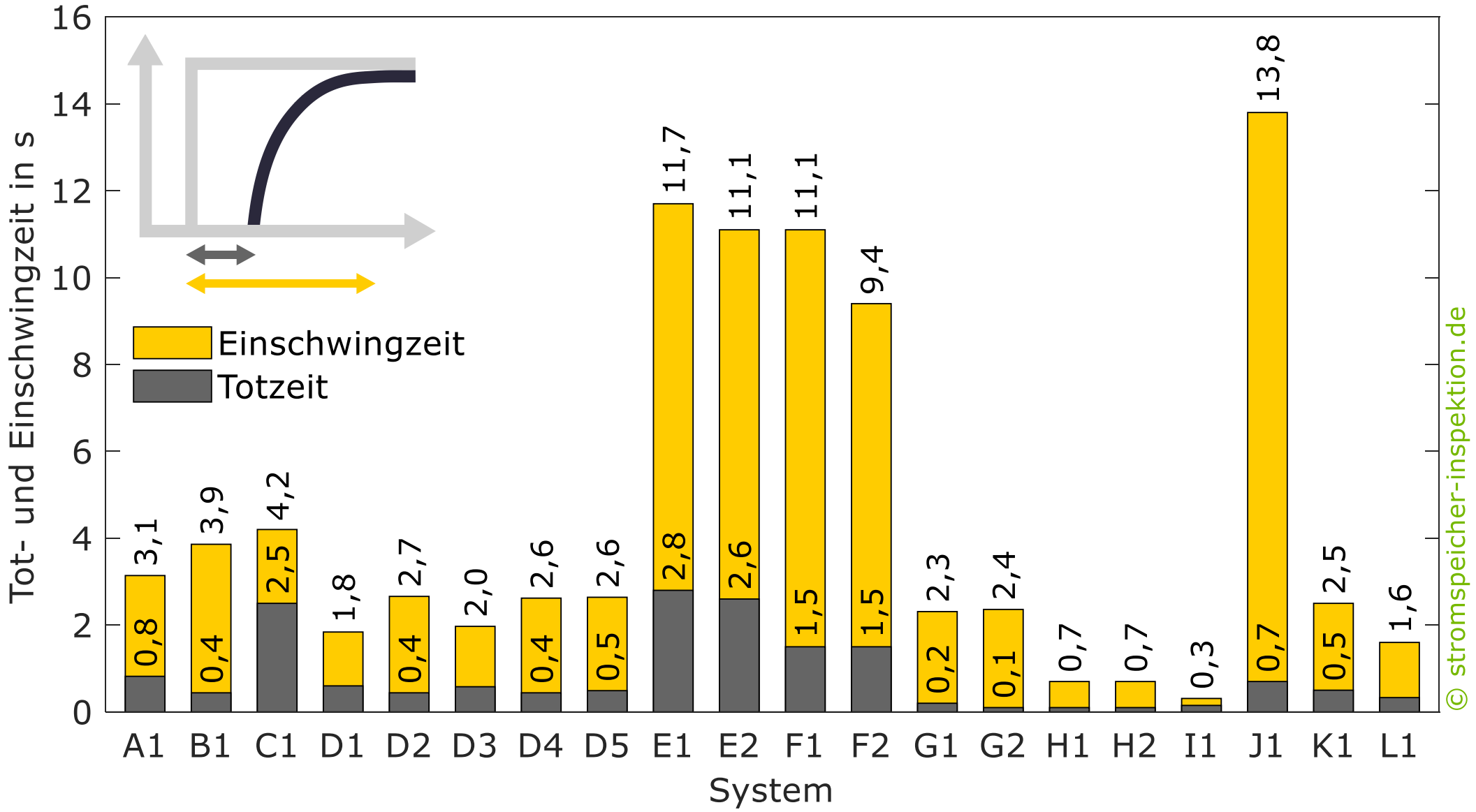


Mittlere Batteriewirkungsgrade

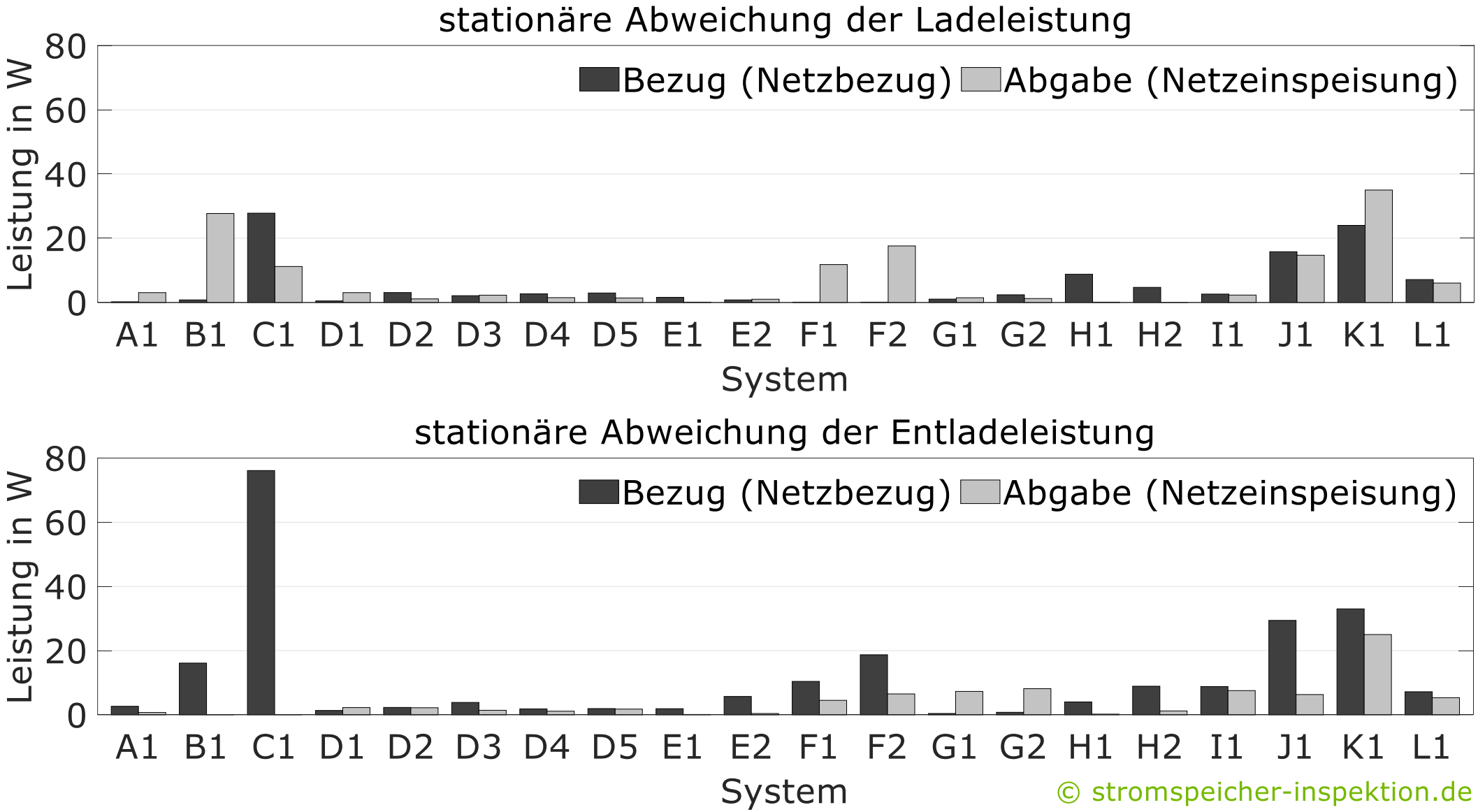


H1 und H2: Aufgrund einer temperaturbedingten Abregelung konnte der Test nicht mit nominaler Leistung durchgeführt werden.

Dynamische Regelungsabweichungen

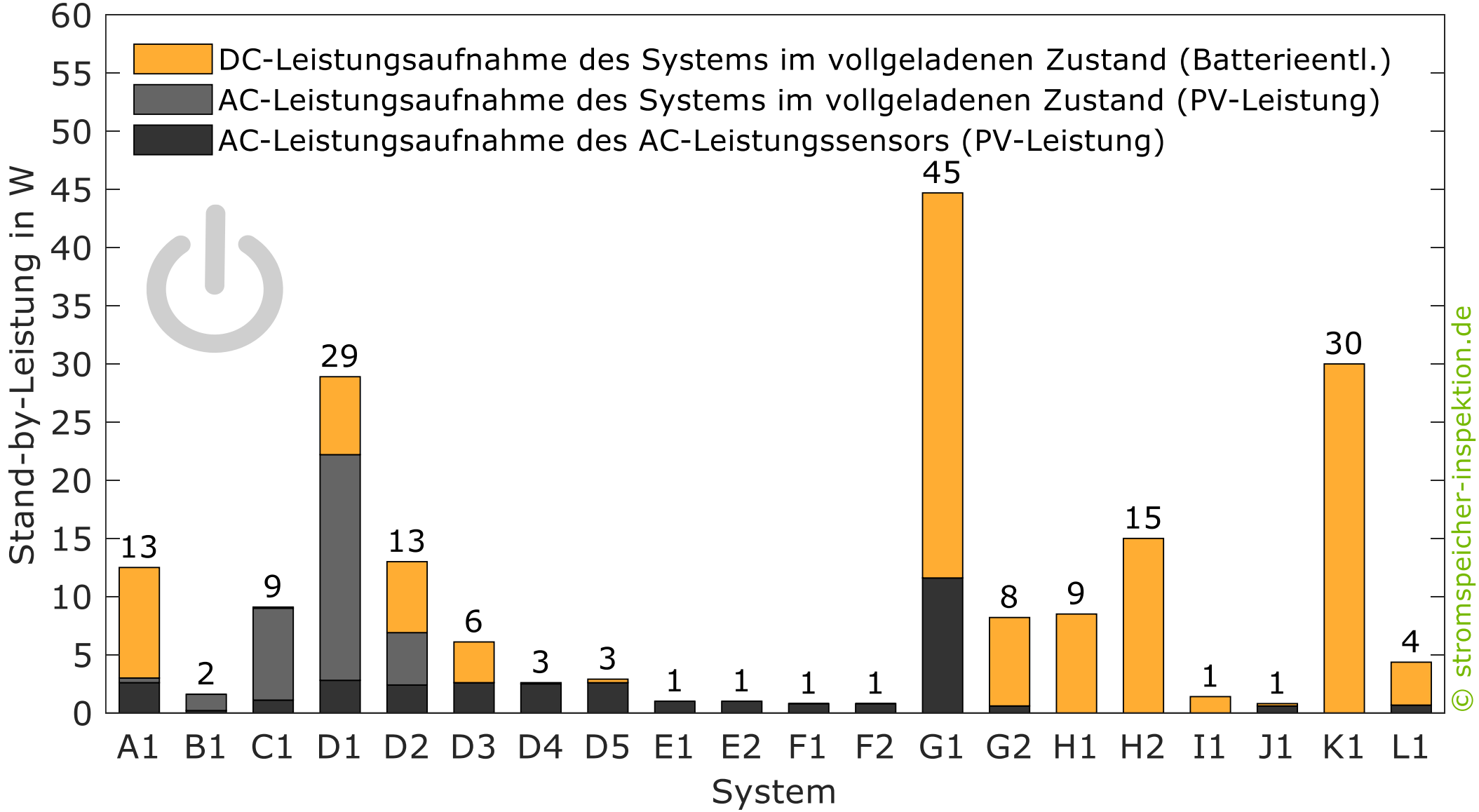


Stationäre Regelungsabweichungen



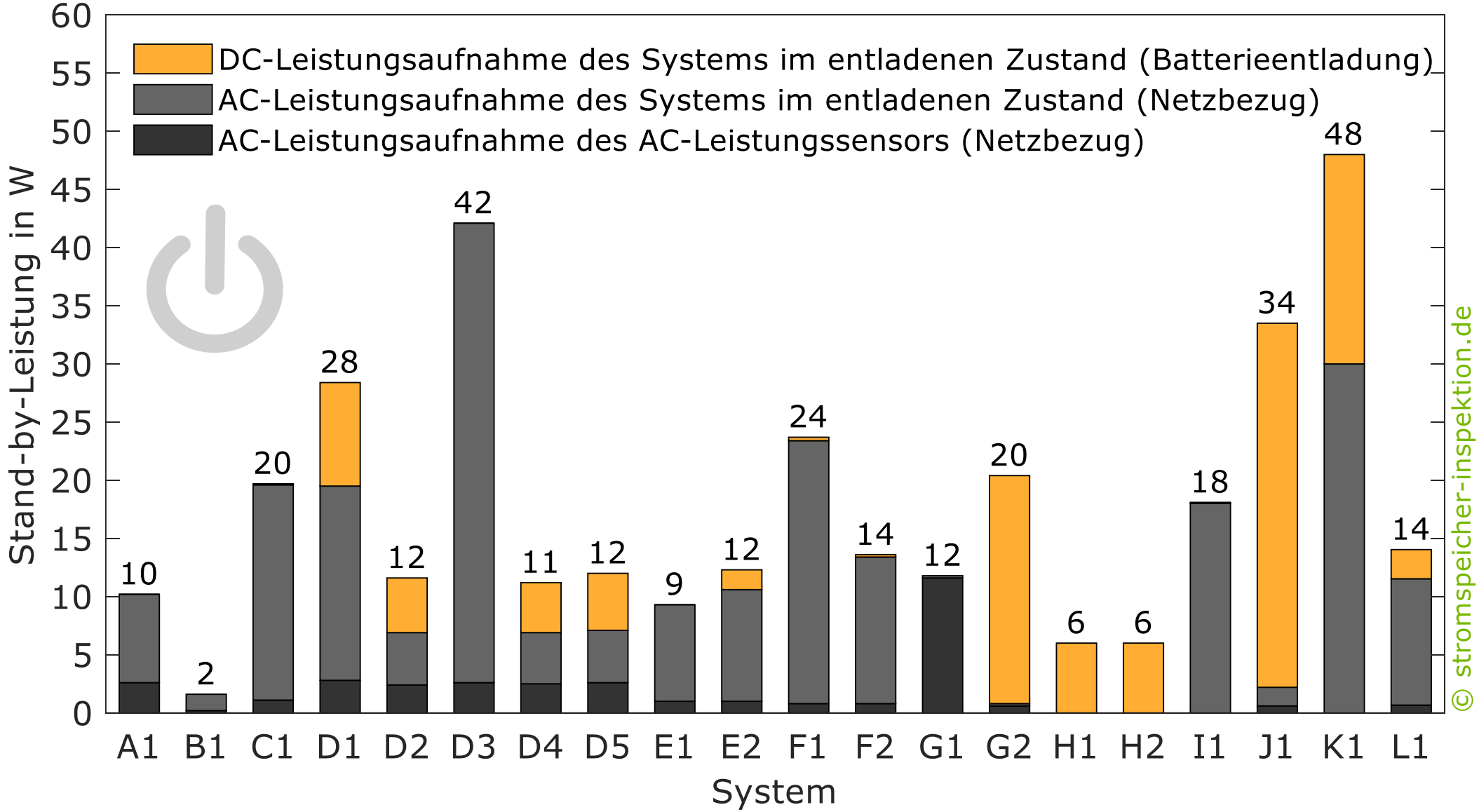
© stromspeicher-inspektion.de

Stand-by-Leistungsaufnahme bei vollgeladenem Batteriespeicher



System G1 wird über ein separates Netzteil versorgt, dessen Leistungsaufnahme dem AC-Sensorverbrauch zugeordnet ist.

Stand-by-Leistungsaufnahme bei entladenem Batteriespeicher

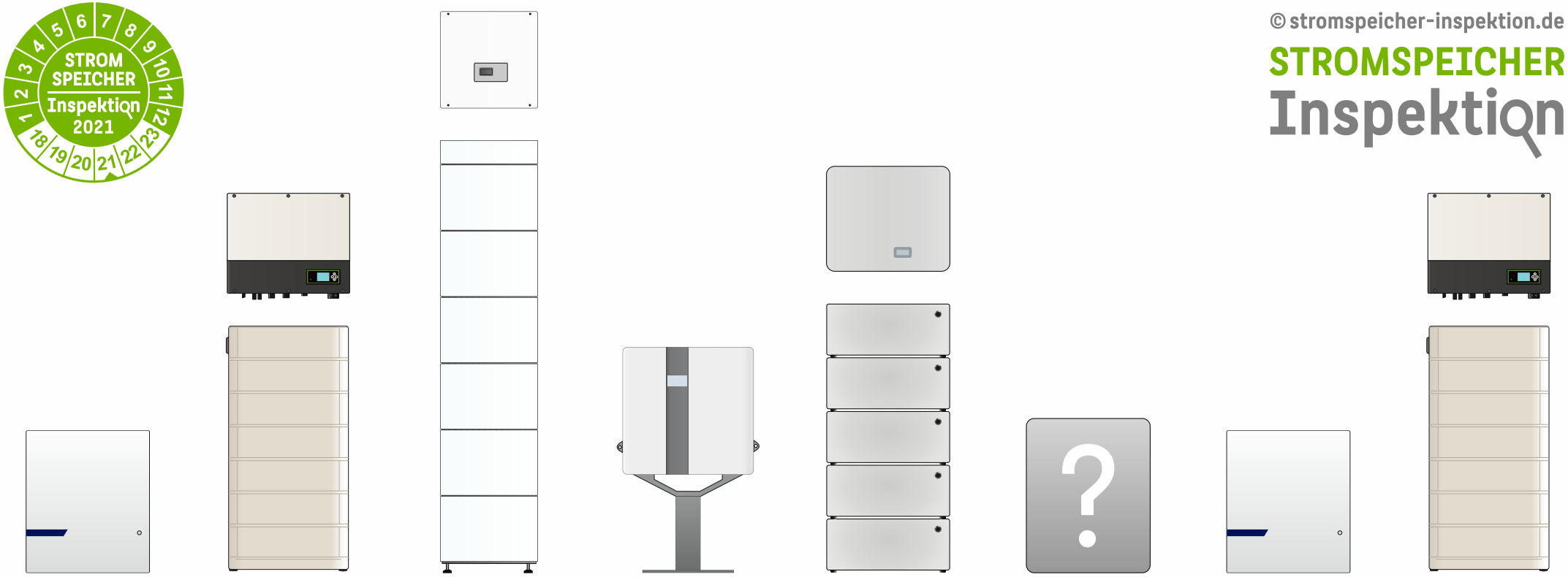


System G1 wird über ein separates Netzteil versorgt, dessen Leistungsaufnahme dem AC-Sensorverbrauch zugeordnet ist.

Bandbreite der wichtigsten Effizienzeigenschaften

© stromspeicher-inspektion.de

STROMSPEICHER Inspektion



98,0 %	94,9 %	97,6 %	90,2 %	0,3 s	13,8 s	2 W	48 W
Batteriewirkungsgrad		Wechselrichtereffizienz		Einschwingzeit		Stand-by-Verbrauch	

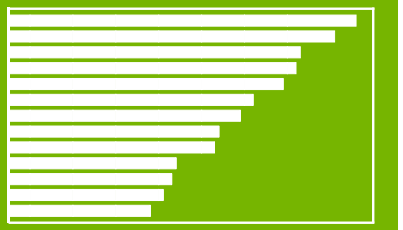
Wechselrichtereffizienz: mittlerer Wirkungsgrad im Entladebetrieb, Stand-by-Verbrauch: Verbrauch bei entladenem Batteriespeicher.

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

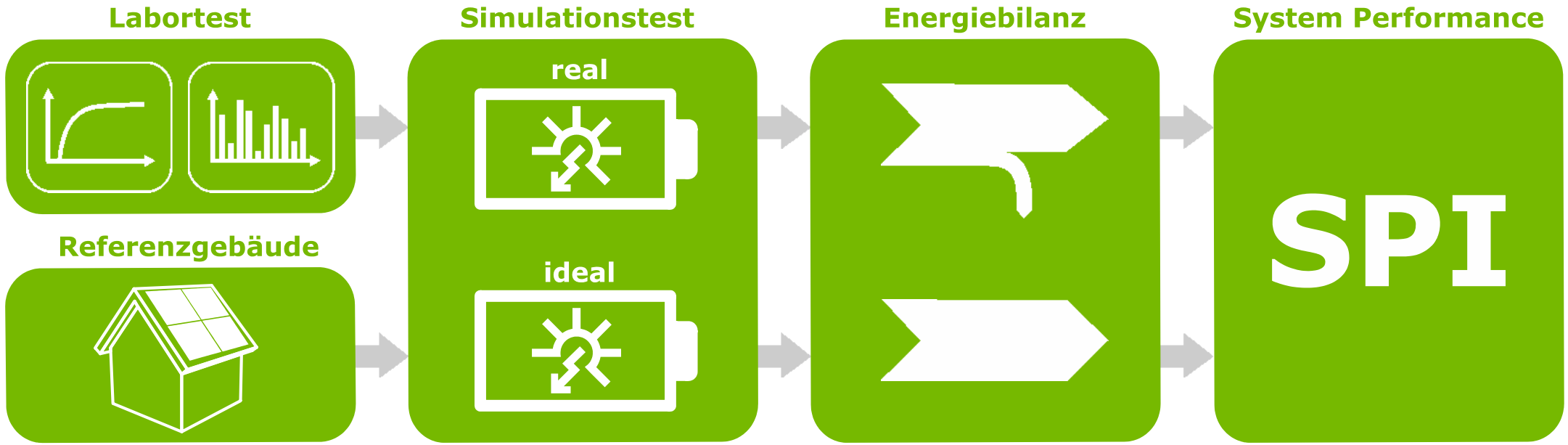
3 Simulationsbasierte Bewertung der Speichersysteme mit dem System Performance Index (SPI)



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

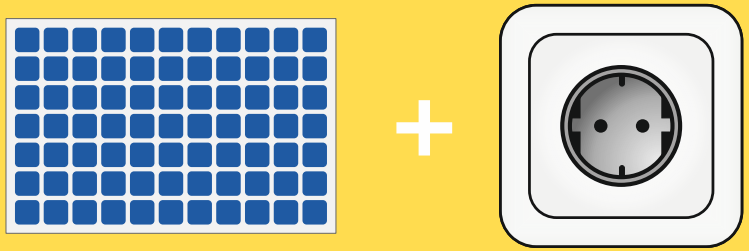
Vorgehensweise zur simulationsbasierten Systembewertung

- **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)

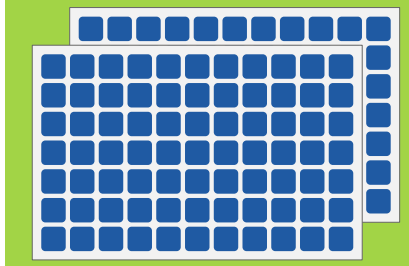


PV-Anlage
(5 kWp)

+

Haushalt
(5010 kWh/a)

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

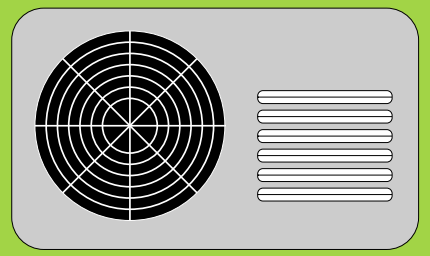


PV-Anlage
(10 kWp)

+

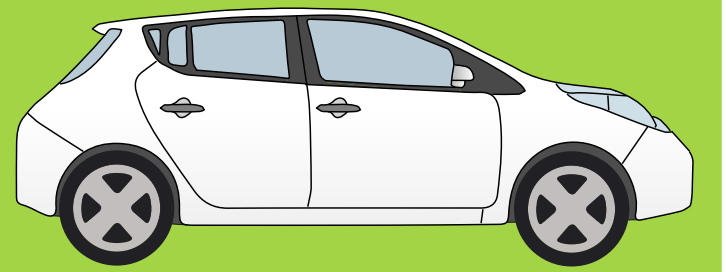
Haushalt
(5010 kWh/a)

+



Wärmepumpe
(2664 kWh/a)

+



Elektroauto
(1690 kWh/a)

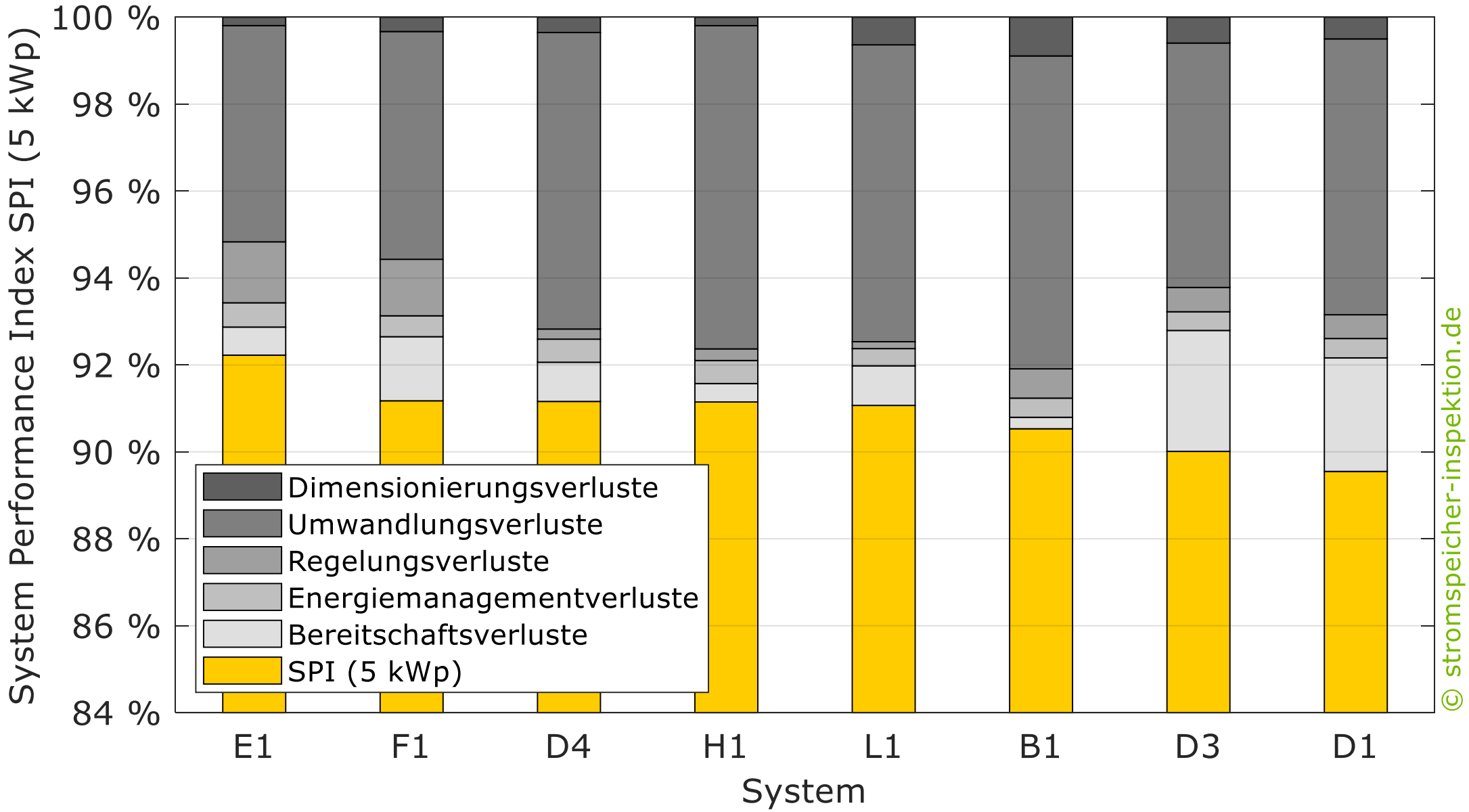
Hinweis: SPI (5 kWp) und SPI (10 kWp) sind aufgrund der unterschiedlichen Rahmenbedingungen der beiden Referenzfälle nicht vergleichbar.

Zuordnung der Systeme zu den Referenzfällen

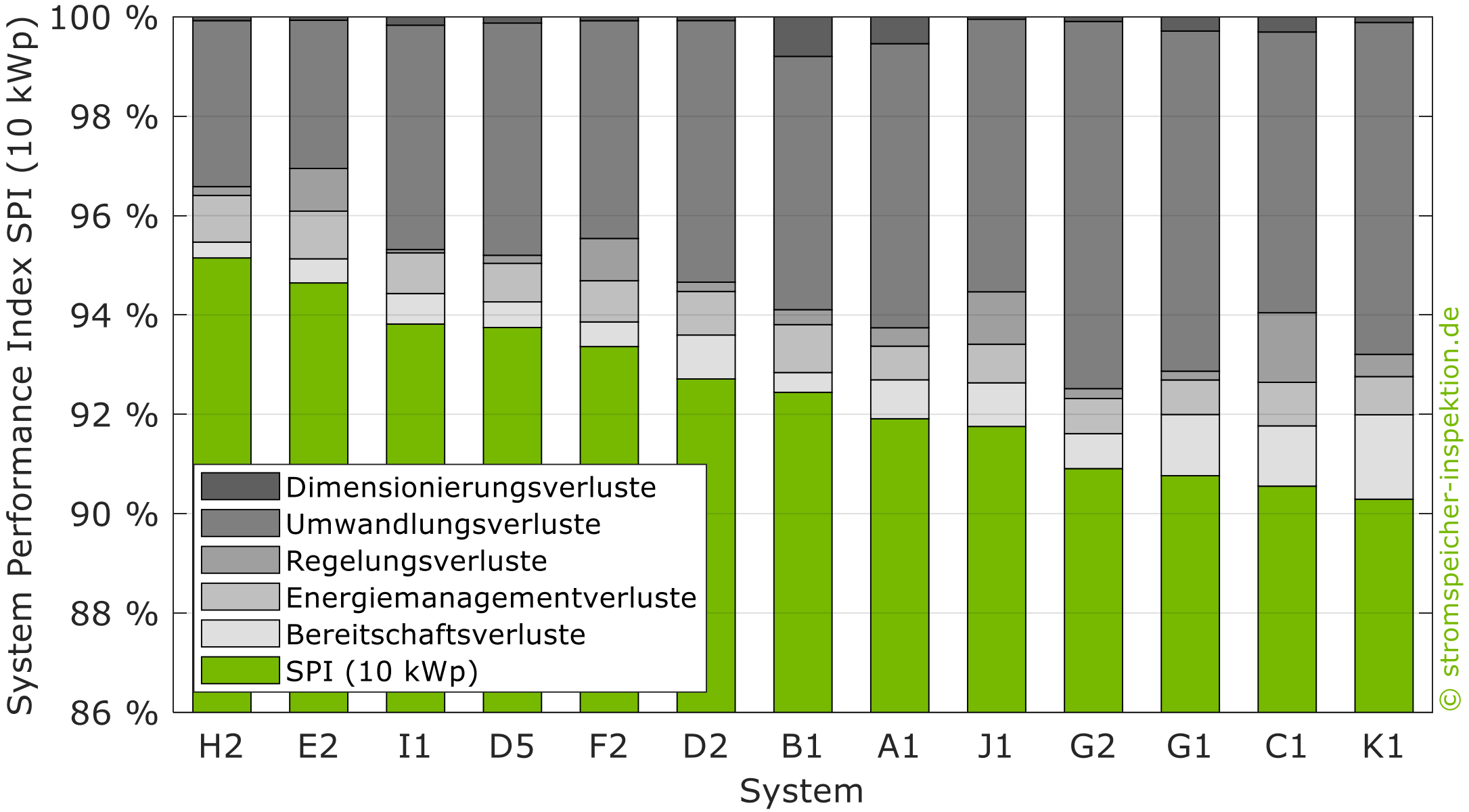
- Je nach Dimensionierung der **Leistungselektronik** und des **Batteriespeichers** ist die Effizienzbewertung mit dem **SPI (5 kWp)** oder **SPI (10 kWp)** sinnvoll.
- Nur Systeme mit nutzbaren Speicherkapazitäten kleiner als **8,0 kWh** wurden mit dem SPI (5 kWp) bewertet.
- Für die Bewertung mit dem 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.

Die Einordnung erfolgt anhand der Datenblattangaben zur nutzbaren Speicherkapazität.

Verlustanalyse der mit dem SPI (5 kWp) bewerteten Systeme



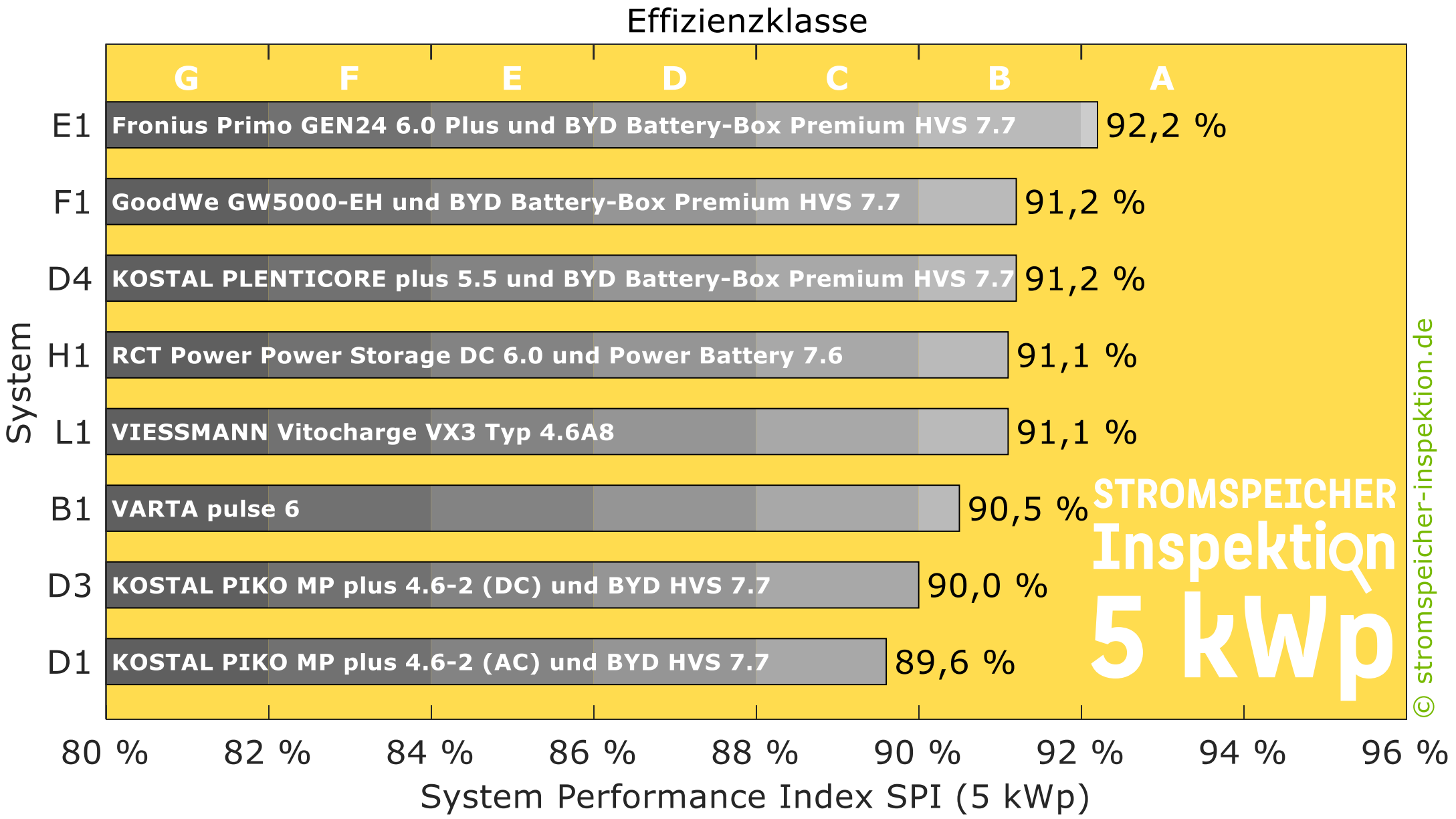
Verlustanalyse der mit dem SPI (10 kWp) bewerteten Systeme



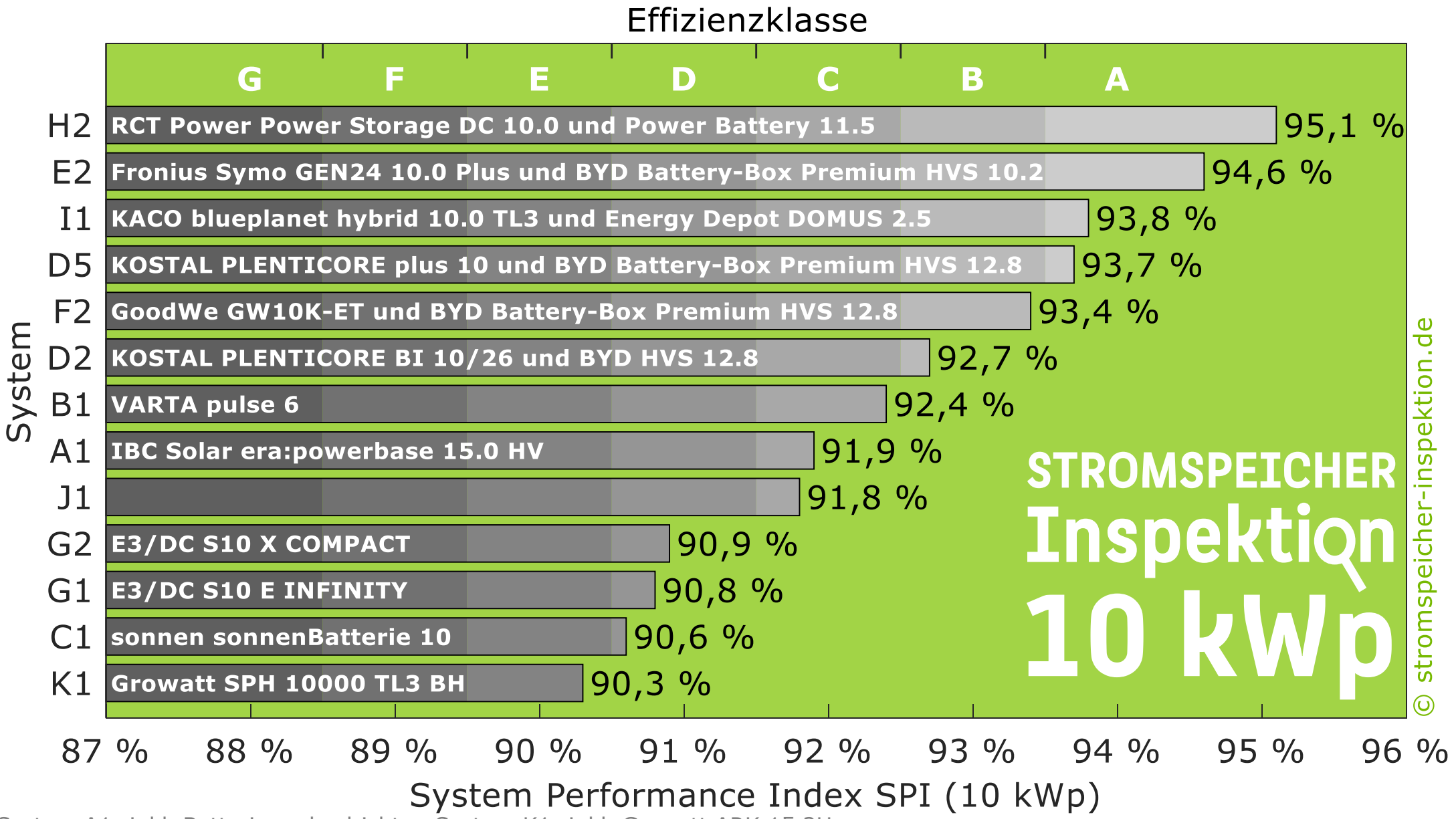
Definition der Effizienzklassen für PV-Speichersysteme

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

SPI (5 kWp) und Effizienzklassen der analysierten Systeme



SPI (10 kWp) und Effizienzklassen der analysierten Systeme



System A1: inkl. Batteriewechselrichter, System K1: inkl. Growatt ARK 15.3H

Schwerpunkte der Stromspeicher-Inspektion 2021

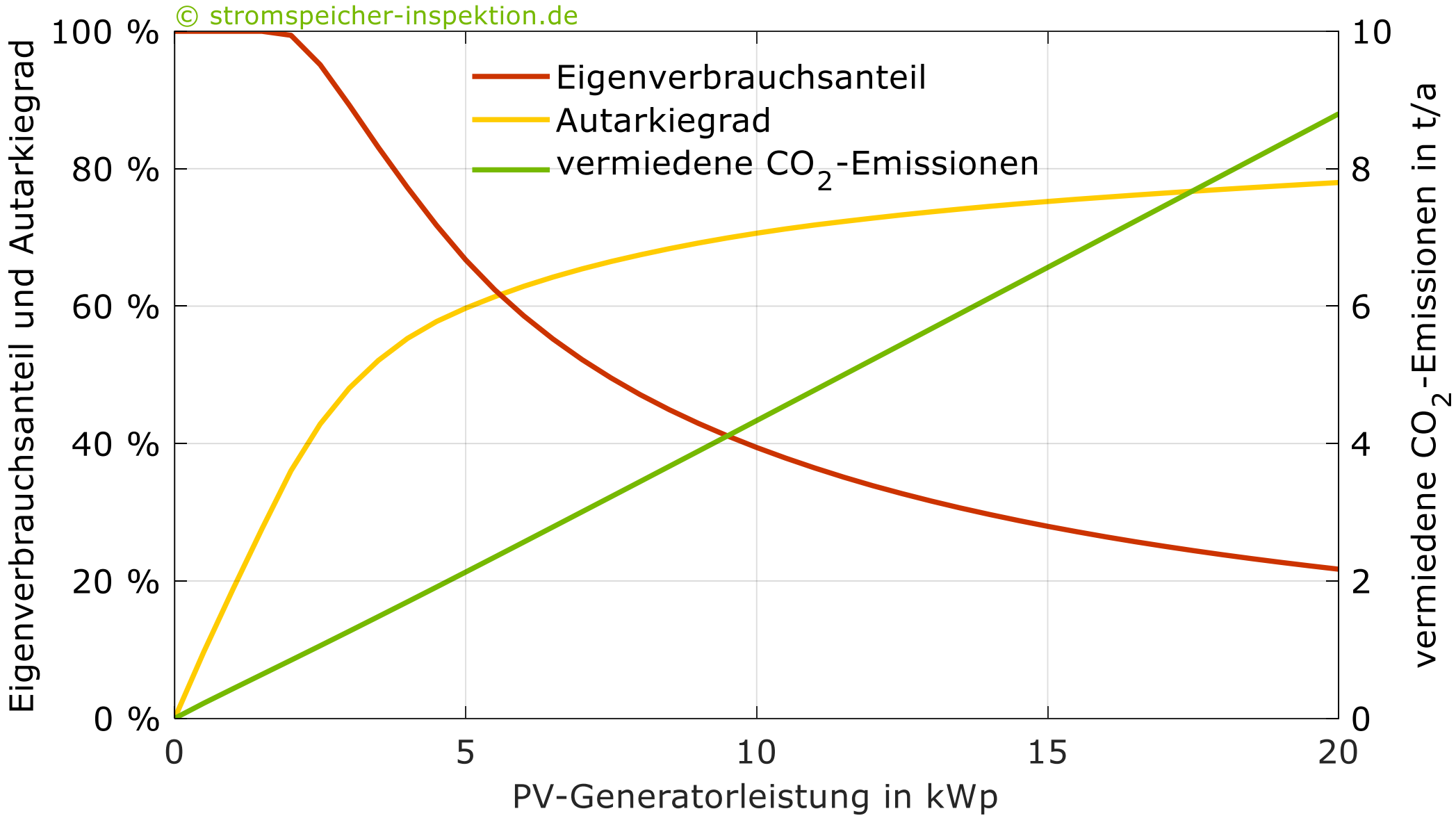
1 Analyse des Markts für Photovoltaik-Speichersysteme in Deutschland

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

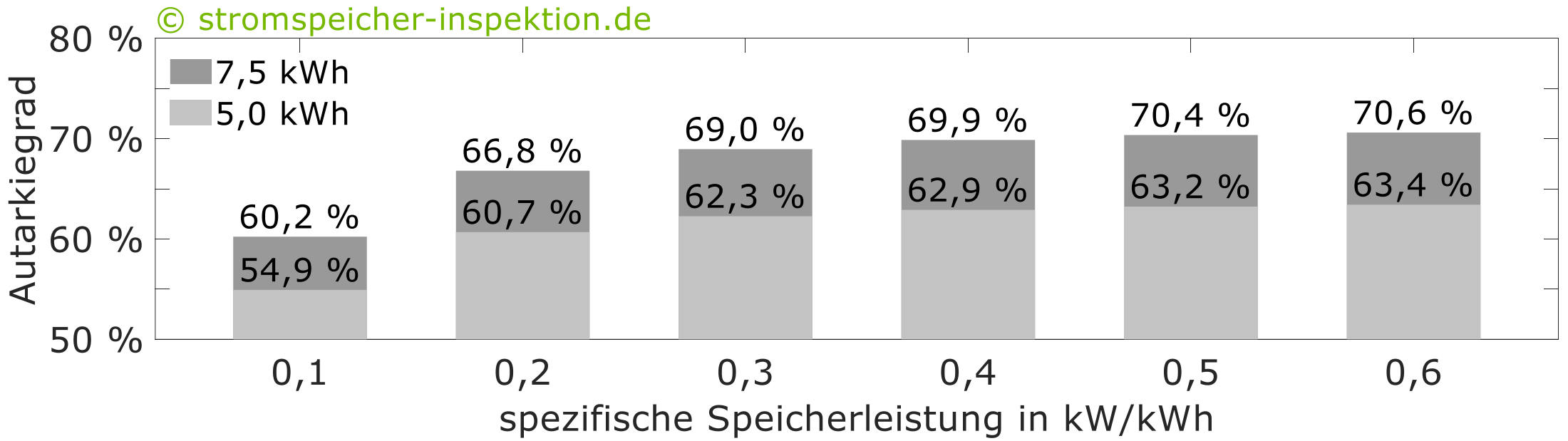
Wie beeinflusst die Systemauslegung die CO_2-Einsparungen?



Rahmenbedingungen der Simulationsanalyse: Stromverbrauch 5010 kWh/a, nutzbare Speicherkapazität 7,5 kWh

Wie groß sollte die nominale Leistung des Batteriespeichers sein?

- Die **max. Leistung des Batteriespeichers** beeinflusst das Lade- und Entlade-verhalten 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.

Rahmenbedingungen der Simulationsanalyse: Stromverbrauch 5010 kWh/a, PV-Generatorleistung 10 kWp

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

Gefördert durch:

Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Unterstützt mit Labormessdaten durch:

BYD · E3/DC ENERGY STORAGE · energy depot · Fronius · GOODWE YOUR SOLAR ENGINE · GROWATT · IBC SOLAR

KACO new energy. · KOSTAL · RCT power · sonnen · VARTA · VIESMANN