

VERSCHIEDEN BATTERIESPEICHERSYSTEME: WIRKUNGSGRAD UND KOSTEN



1

Lithium-Eisenphosphat-Batterien

2

Kopplungsart des Speichersystems

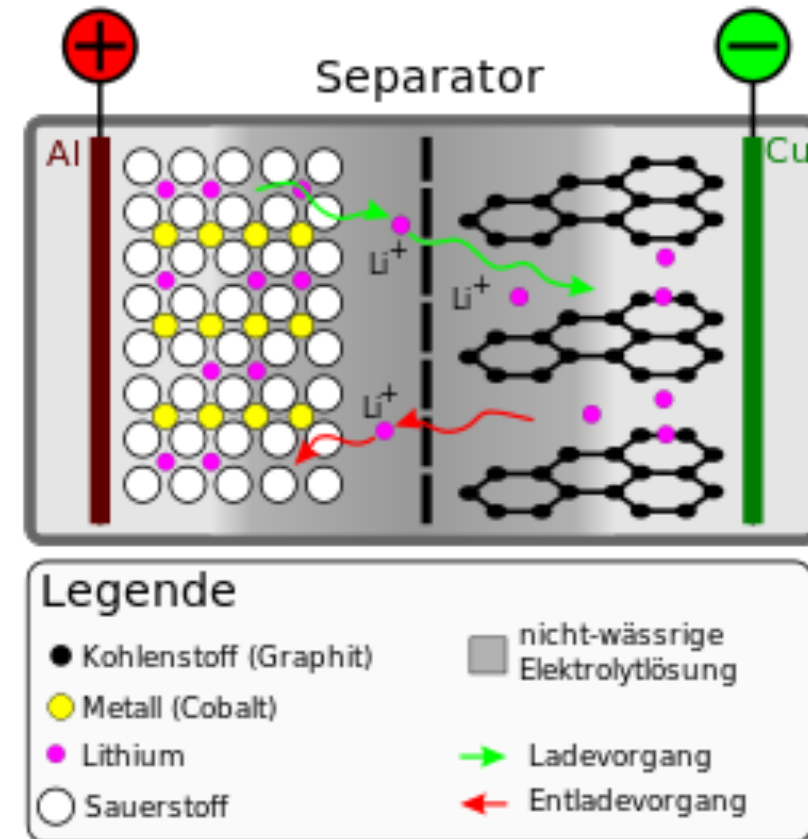
3

Hochvolt-Batteriespeichersysteme - Effizienz und Kosten

LITHIUM-EISENPHOSPHAT-BATTERIEN



- > Li-Eisenphosphat **LFP** (LiFePO_4) ist eine Unterart der Li-Ionen Batterien
- > Auf der positiven Elektrode (Kathode) wird statt dem sonst üblichen Kobaltoxid, Manganoxid oder Nickel Mangan Kobalt Lithiumeisenphosphat genutzt.
- > Sauerstoff ist im Eisenphosphat deutlich fester gebunden als im Kobalt oder Mangan Oxid
- > LFP wird derzeit z. B. angeboten von:
 - > Sony (Fronius, Kostal, Sonnen)
 - > BYD
 - > Hoppecke
 - > Tesvolt
 - > Vielen weiteren, vornehmlich chinesischen Herstellern!



Aufbau eine Li-Ionen Zelle

Quelle : Wikipedia

> **Achtung: Li-Eisenphosphat ist nicht eigensicher !!!**

Vorteile

- > **Zelle ist thermisch stabiler**
 - > Geringere Schadensauswirkung im Fehlerfall
- > **Hohe Zyklusfestigkeit und kalendarisch Lebensdauer**
 - > Mehr Zyklen, längere Lebensdauer, geringer Zyklenkosten
- > **Sehr konstante Spannungslage**
 - > Bessere und einfachere Auslegung Wechselrichter

Nachteile

- > **Höheres Gewicht und Volumen:**
 - > Wenig Synergien mit der Automobilbranche
- > **Geringere Zellspannung:**
 - > Mehr Zellen überwachen
- > **Geringere Leistungsdichte:**
 - > Batterie muss größer ausgelegt werden
- > **Extrem flache Spannungskennlinie:**
 - > SOC Bestimmung ist schwierig

Unterschiede bis heute nicht erkennbar

- > **Kosten**
- > **Systemsicherheit**
- > **Langzeiterfahrung**

- > **Samsung, LG, Panasonic setzen nicht auf LFP → Synergie mit Autobranche**
- > **Sony, BYD setzen stark auf LFP → BYD nutzt es auch im Automobil**

1

Lithium-Eisenphosphat-Batterien

2

Kopplungsart des Speichersystems

3

Hochvolt-Batteriespeichersysteme - Effizienz und Kosten

KOPPLUNGART DES SPEICHERSYSTEMS



PV-Seite

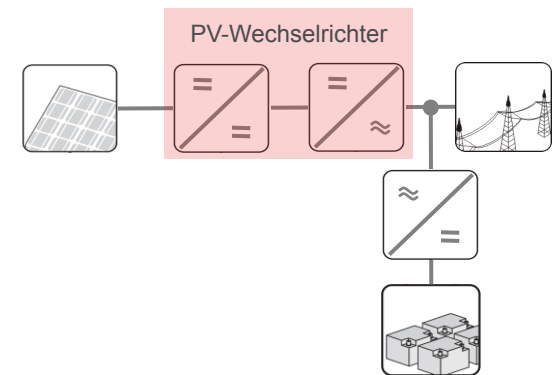
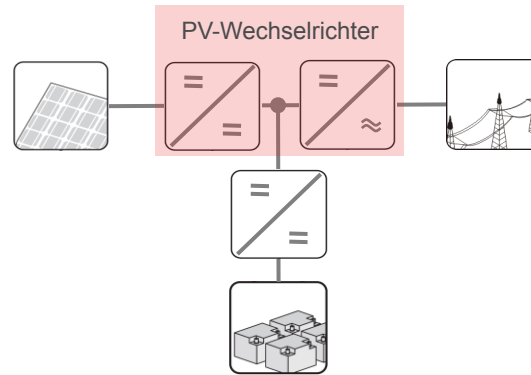
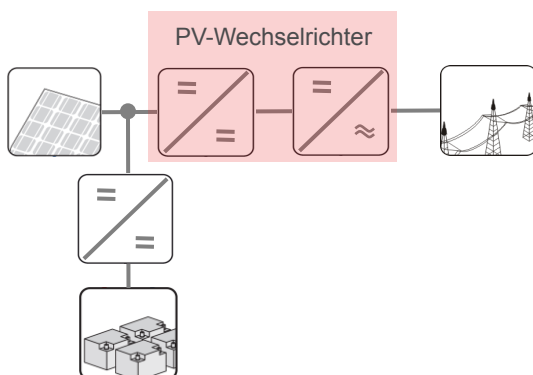
- > Batteriespannung = PV-Spannung (150 – 800 V je nach PV-Wechselrichter)
- > MPP-Tracking darf nicht beeinflusst werden
- > Entkopplung über DC/DC-Steller sinnvoll
- > Bedingt unabhängig vom PV-Wechselrichter

Zwischenkreis

- > Batteriespannung = Zwischenkreisspannung (360 oder 620 V)
- > Abstimmung auf Zwischenkreisregelung
- > Entkopplung über DC/DC-Steller sinnvoll
- > Stark abhängig vom PV-Wechselrichter

AC-Netz

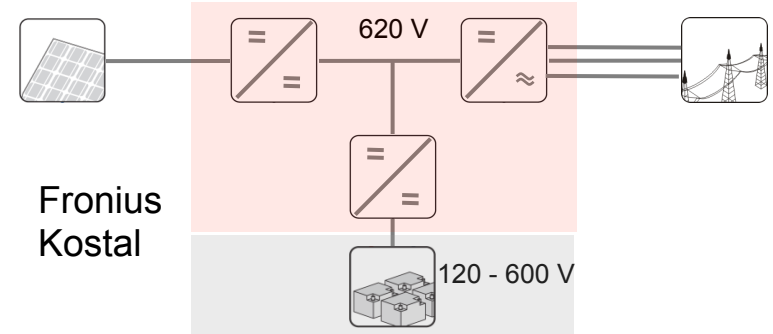
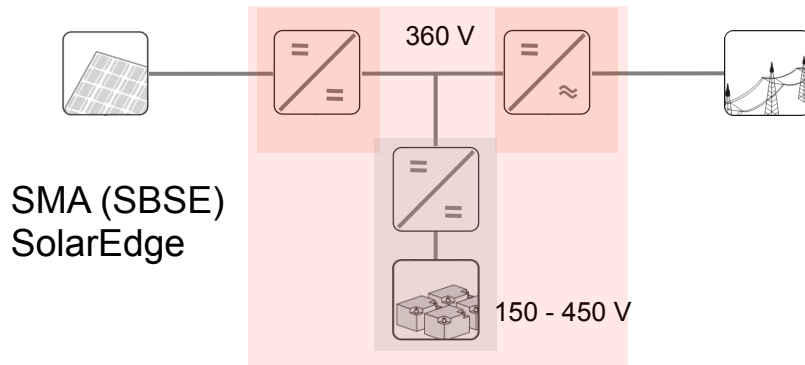
- > Immer DC/AC-Steller notwendig
- > Bei Batteriespannung größer 360 V oder 620 V günstige einstufige Topologie möglich
- > Vollständige Entkopplung vom PV-Wechselrichter



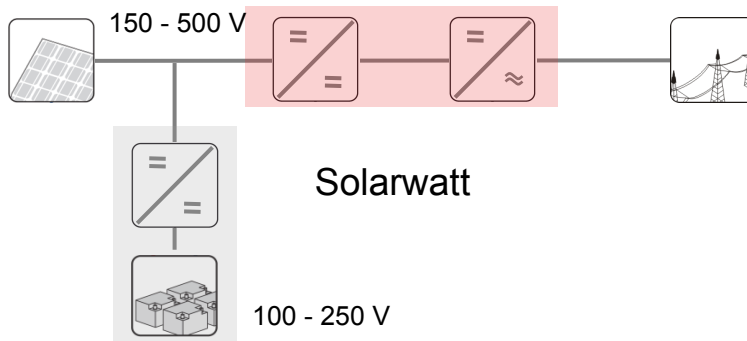
GÄNGIGE SYSTEMKONSTELLATIONEN FÜR SPEICHERSYSTEME - WANDLUNGSSTUFEN



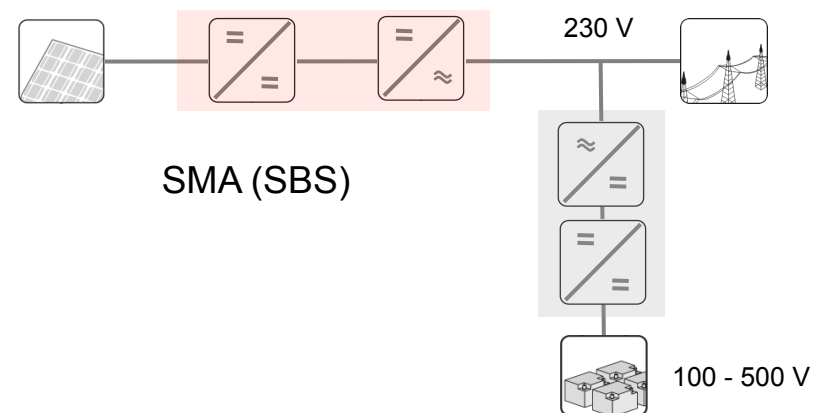
DC-Kopplung / 3 Wandlungsstufen



DC-Kopplung - 3 Wandlungsstufen



AC-Kopplung / 4 Wandlungsstufen



1

Lithium-Eisenphosphat-Batterien

2

Kopplungsart des Speichersystems

3

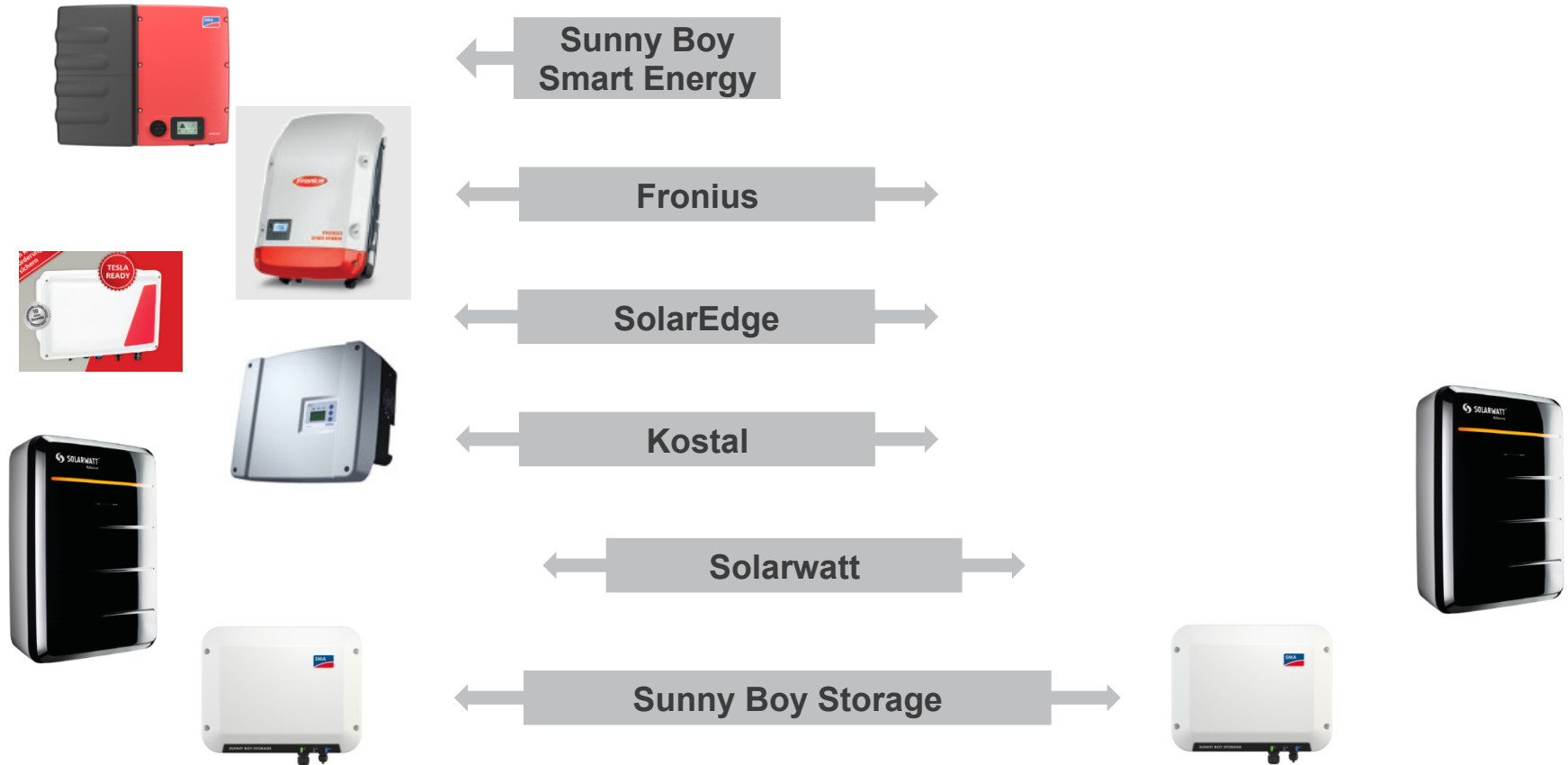
Hochvolt-Batteriespeichersysteme - Effizienz und Kosten

VERFÜGBARE HOCHVOLT-SPEICHERSYSTEME – ANWENDUNGEN



PV-Neuanlage

PV-Bestandsanlagen

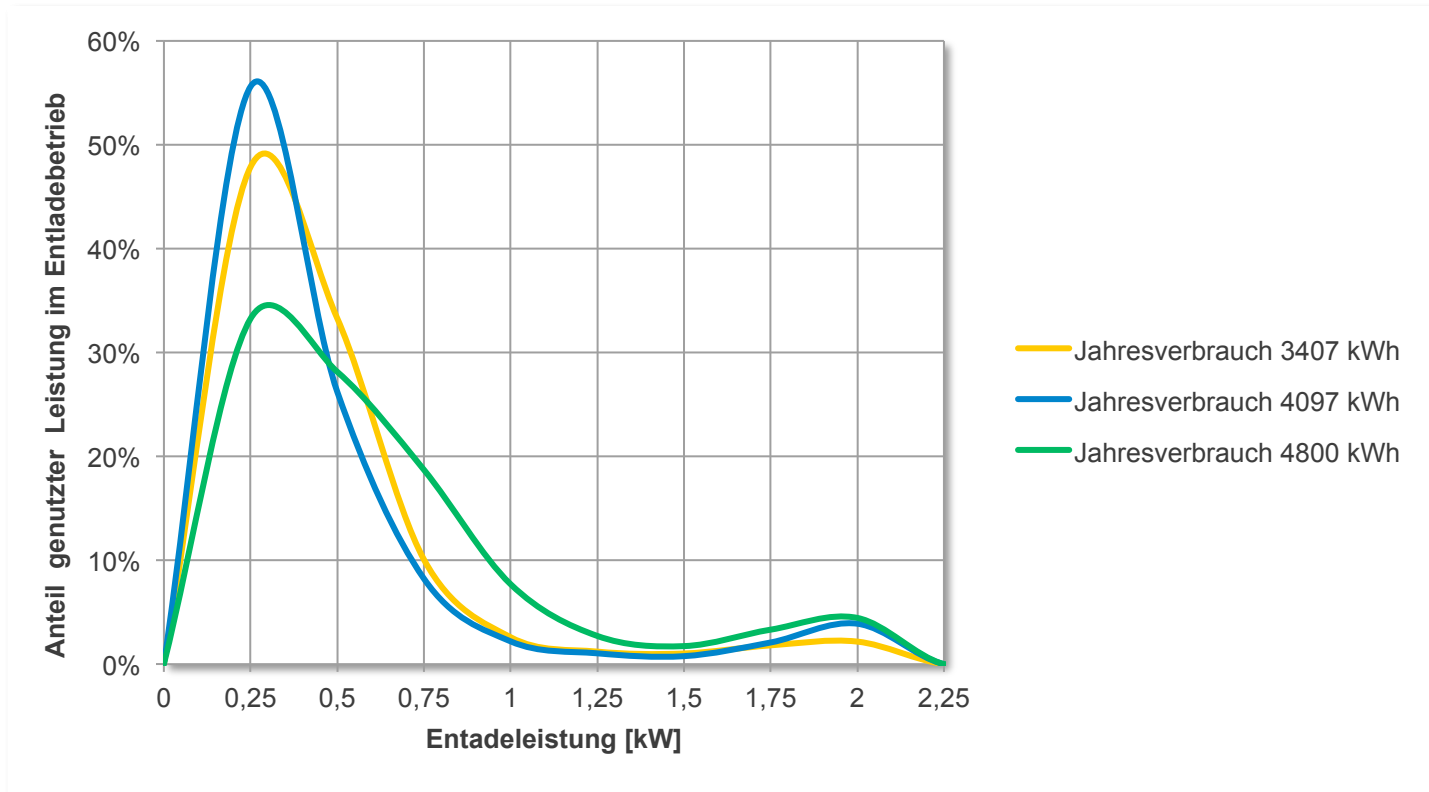


> AC-gekoppelte Batteriewechselrichterlösungen bieten die höchste Flexibilität

EFFIZIENZ VON HOCHVOLT-SPEICHERLÖSUNGEN HÄUFIGKEITSVERTeilUNG ENTLADEBETRIEB



- > Anteil der Leistungen an den Gesamtstunden des Entladebetriebs eines Jahreszyklus

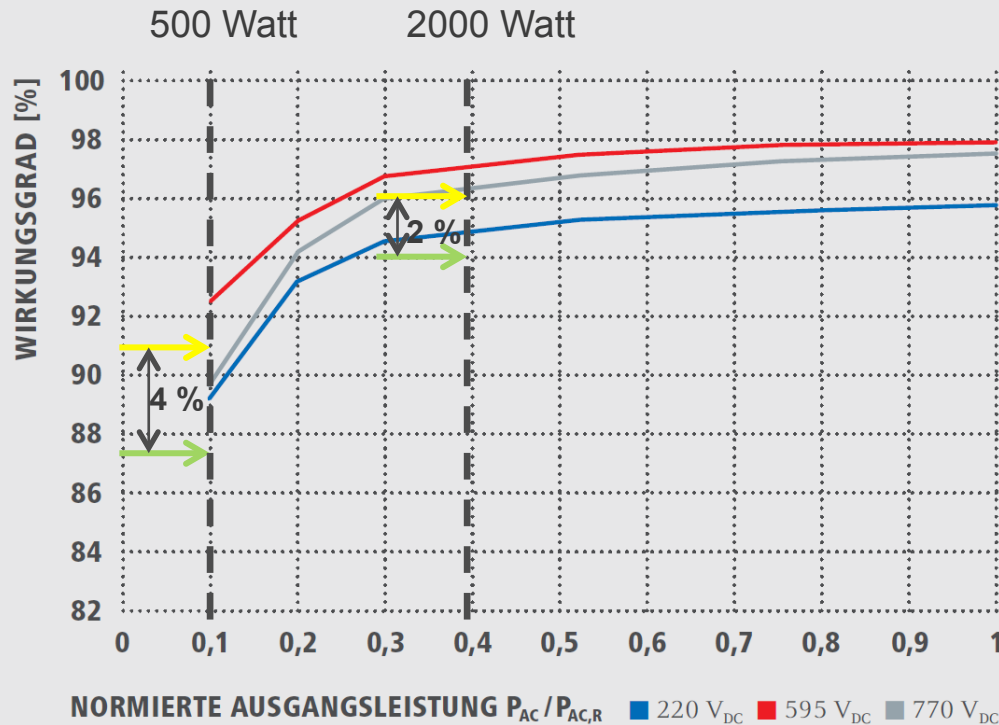


- > Entladebetrieb findet zu **85 % unter 750 Watt** Entladeleistung statt (Grundlastversorgung bei Nacht)
- > **Hohe Wirkungsgrade im unteren Leistungsbereich** enorm wichtig

EFFIZIENZ VON HOCHVOLT-SPEICHERLÖSUNGEN BEI MODULAREN BATTERIEKAPAZITÄTEN



WIRKUNGSGRADKURVE FRONIUS SYMO HYBRID 5.0-3-S



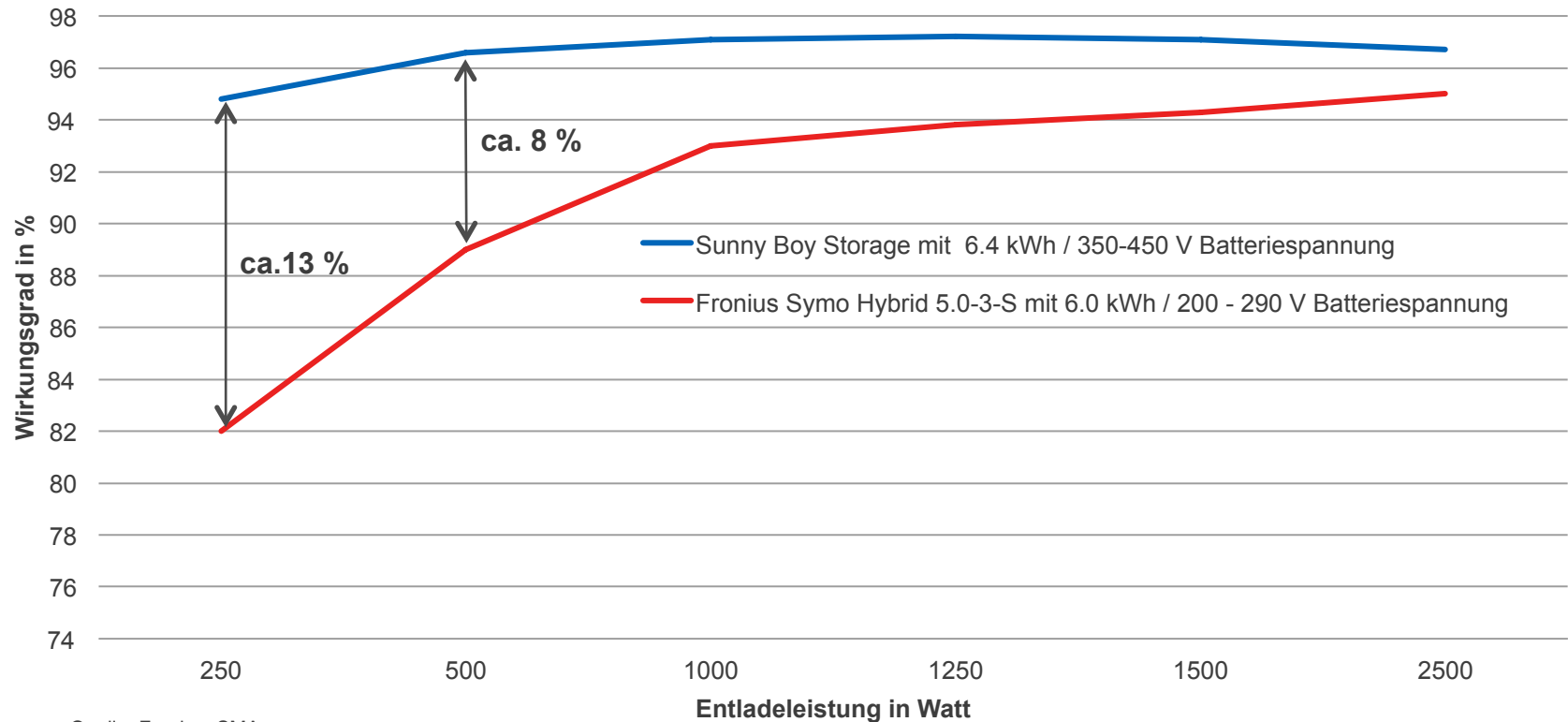
Modulare Batteriekapazitäten
führen zu unterschiedlichen
Batteriespannungen:

- > Unterschiedliche Lade- /Entladeleistungen
- > Unterschiedliche Leistungselektronikwirkungsgrade in unserem Beispiel zwischen 4-8 % (Round-trip)

ELEKTRISCHE PARAMETER	BATTERY 4.5	BATTERY 6.0	BATTERY 7.5	BATTERY 9.0	BATTERY 10.5	BATTERY 12.0
Nutzbare Kapazität	3,6 kWh	4,8 kWh	6,0 kWh	7,2 kWh	8,4 kWh	9,6 kWh
Zyklusfestigkeit	8.000 ¹⁾					
Spannungsbereich	120 - 170 V	160 - 230 V	200 - 290 V	240 - 345 V	280 - 400 V	320 - 460 V
Nominale Ladeleistung	2.400 W	3.200 W	4.000 W	4.800 W	5.600 W	6.400 W
Nominale Entladeleistung	2.400 W	3.200 W	4.000 W	4.800 W	5.600 W	6.400 W

Quelle: Fronius

EFFIZIENZ VON HOCHVOLT-BATTERIEWECHSELRICHTERN



➤ In der Entladung haben AC-gekoppelte Batteriewechselrichter eine deutliche höhere Effizienz als DC-gekoppelte Speichersysteme (Grundlastbetrieb bei Nacht)

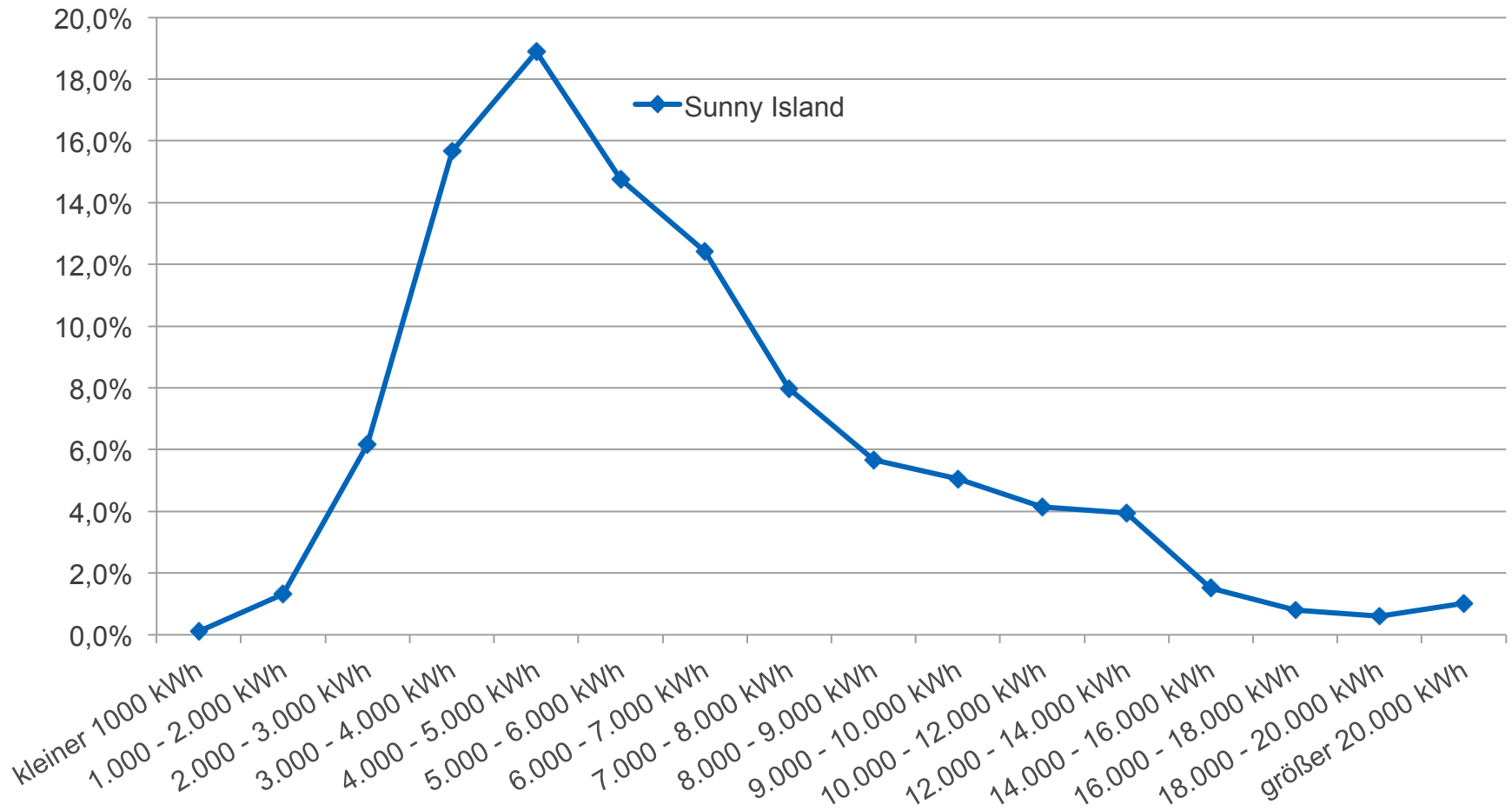
DC-Kopplung mit Hybridwechselrichter

- > Ursprünglich entwickelt für den Einsatz von PV-Neuanlagen
- > Schnellster Weg zur Lösung für PV-Wechselrichterhersteller (ein MPP-Steller wird überarbeitet)
- > Leistungselektronik auf PV-Anlagenleistung ausgelegt
- > Typischer trafoloser PV-Wechselrichter hat sein Wirkungsgradoptimum im oberen Leistungsdrittel
- > Ungenutzte Komponenten für den Anschluss von PV-Modulen integriert

AC-Kopplung mit Batteriewechselrichter

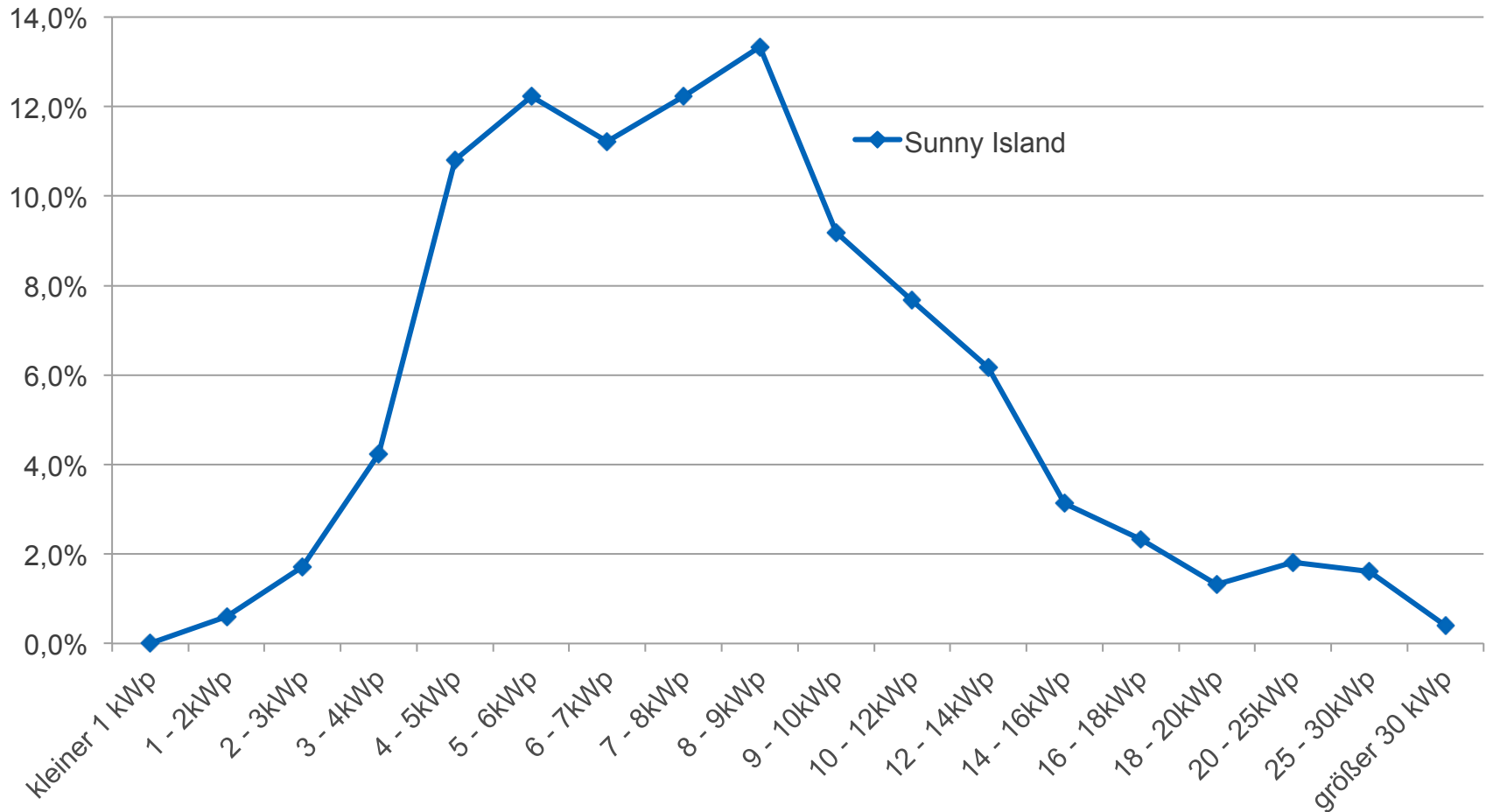
- > Entwickelt für die Versorgung von Verbrauchern
- > Generell Batteriewechselrichterleistung Faktor 2-3 kleiner als von installierter PV-Wechselrichterleistung
- > Wirkungsgradoptimum eher im unteren Leistungsbereich
- > Alle Komponenten werden im vollem Umfang genutzt

HÄUFIGKEITSVERTEILUNG DES VERBRAUCHS



- > Der Verbrauch variiert in einem sehr großen Bereich von 1.000 bis 20.000 kWh
- > Median 5.500 kWh beim Sunny Island

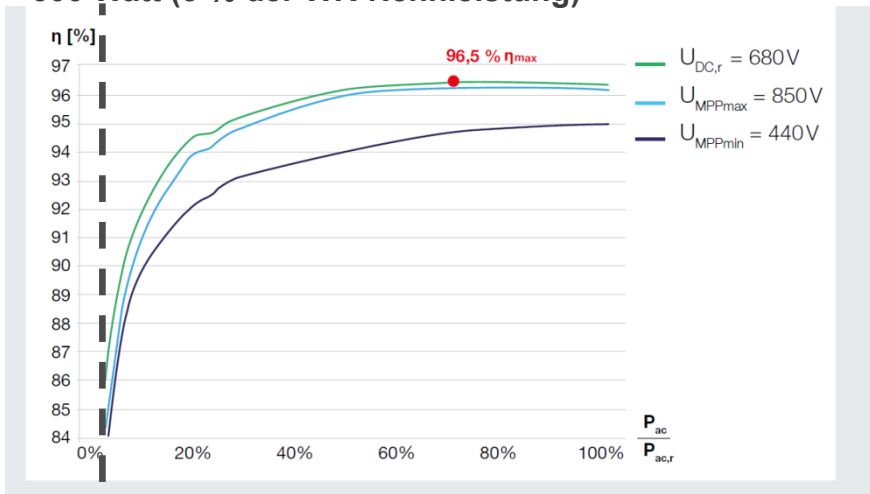
HÄUFIGKEITSVERTEILUNG DER PV-ANLAGENGRÖÖE (FSS)



- > Die Leistung der PV-Anlage variiert in einem sehr großen Bereich von 2 bis 30 kWp
- > Median 7,8 kWp bei Sunny Island

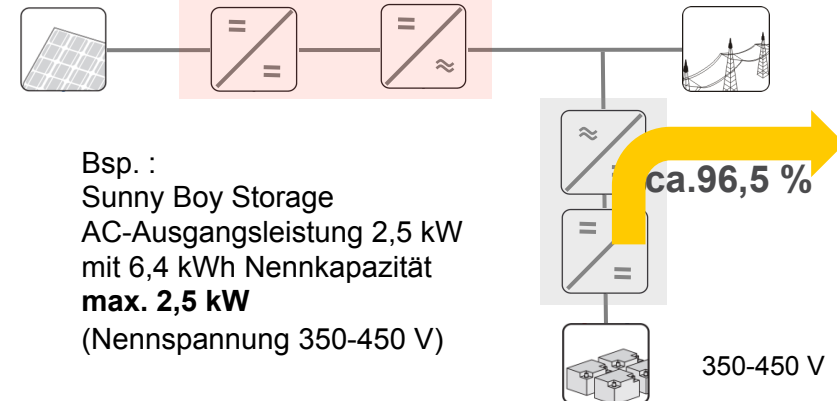
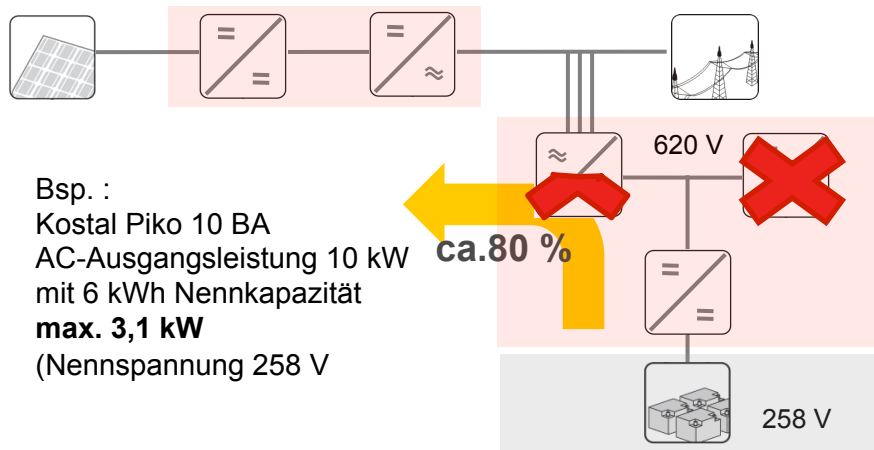
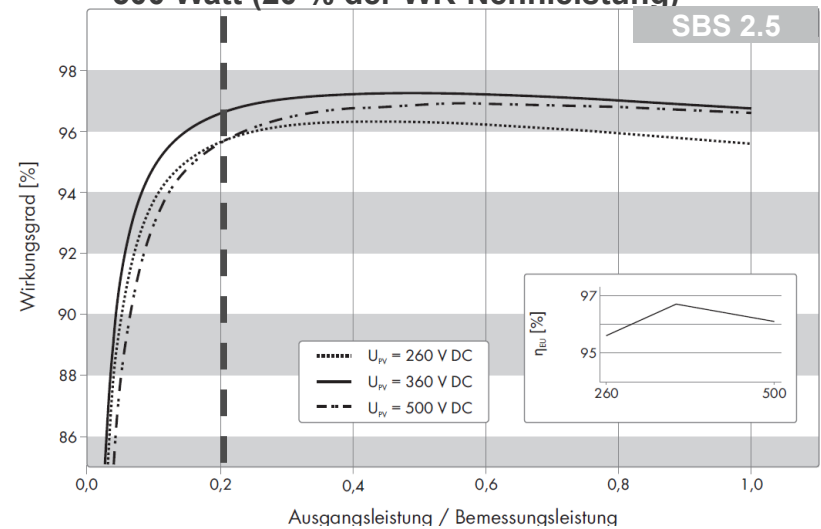
HYBRID-SPEICHERSYSTEME IN DER NACHRÜSTUNG

500 Watt (5 % der WR-Nennleistung)



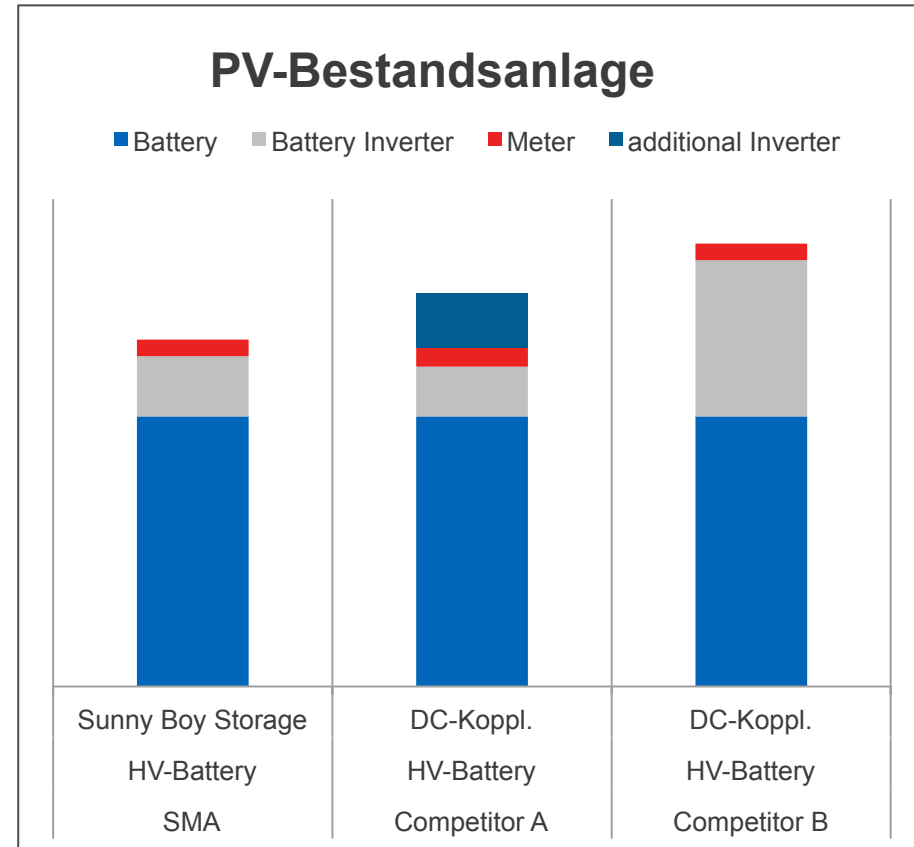
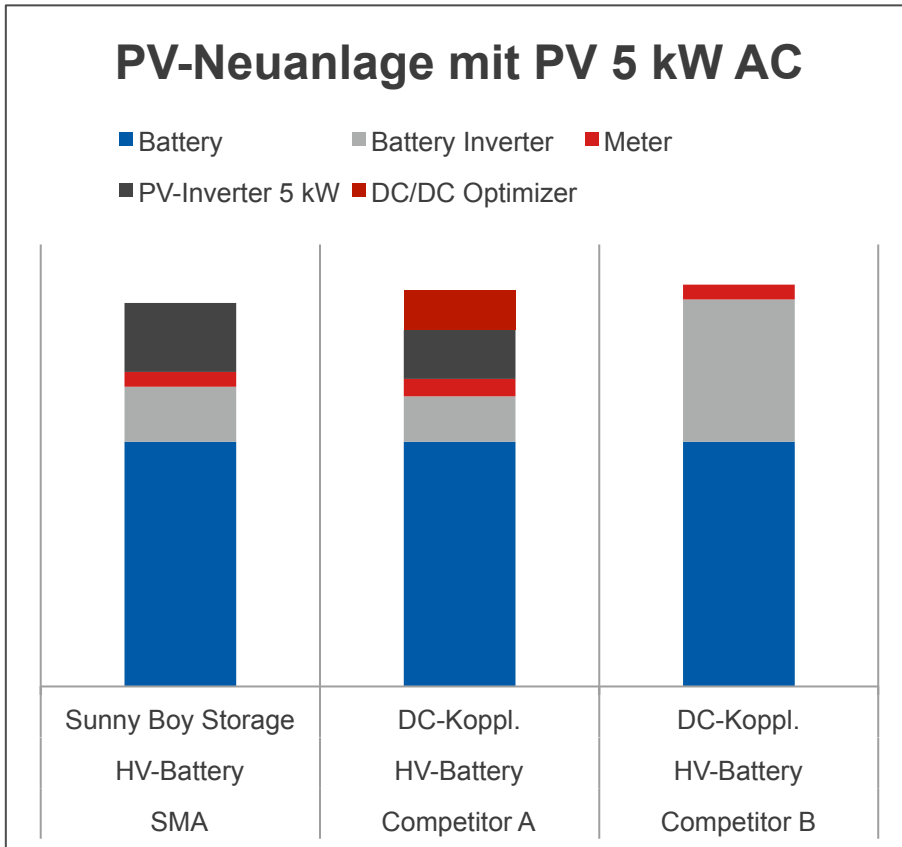
Quelle: Kostal

500 Watt (20 % der WR-Nennleistung)



> AC-gekoppelte Systeme bieten die Möglichkeit die Batteriewechselrichterleistung auf den Verbrauch und nicht auf die PV-Systemgröße auszuliegen

VERFÜGBARE HOCHVOLT-SPEICHERSYSTEME – KOSTEN



> AC-gekoppelte Hochvoltbatteriewechselrichtersysteme müssen nicht teurer sein als DC-gekoppelte Systeme

Leistungselektronik:

- 1) Herstellungskosten halbieren sich beim Hochvolt-Batteriewechselrichter im Vergleich zu Niedervolt-Batteriewechselrichter.
- 2) AC gekoppelte Hochvolt-Speichersysteme sind von der Flexibilität, Effizienz und Kosten immer die beste Lösung.

Batterien:

- 1) Kleinere Zellen (18650) müssen nicht spez. teurer sein als Großformatige. Produktionskosten bei Hochvolt-Batterien und Niedervoltbatterien sind nahezu identisch.
- 2) Hochvoltbatterien werden am Markt an Bedeutung gewinnen.
- 3) LFP hat in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen, es gibt aber auch gute Gründe für andere Elektrodenmaterialien.

> Hochvolt-Batteriewechselrichter ermöglichen eine hohe Effizienz (speziell im Teillastbetrieb), kleine Bauform und niedrige Investmentkosten

ENERGY
THAT
CHANGES

