



Technische
Universität
Braunschweig

elientia
Institut für Hochspannungstechnik
und Elektrische Energieanlagen



PV-Speicher brauchen ein Effizienzlabel – Ergebnisse der messtechnischen Untersuchung von verschiedenen Speichersystemen

Hauke Loges

Bad Staffelstein, den 09. März 2016

Gliederung

1 Motivation

2 Welche Verluste entstehen bei PV-Speichersystemen?

3 Zwischenfazit

4 Messaufbau

5 Messergebnisse

6 Zusammenfassung und Ausblick

Gliederung

1 Motivation

2 Welche Verluste entstehen bei PV-Speichersystemen?

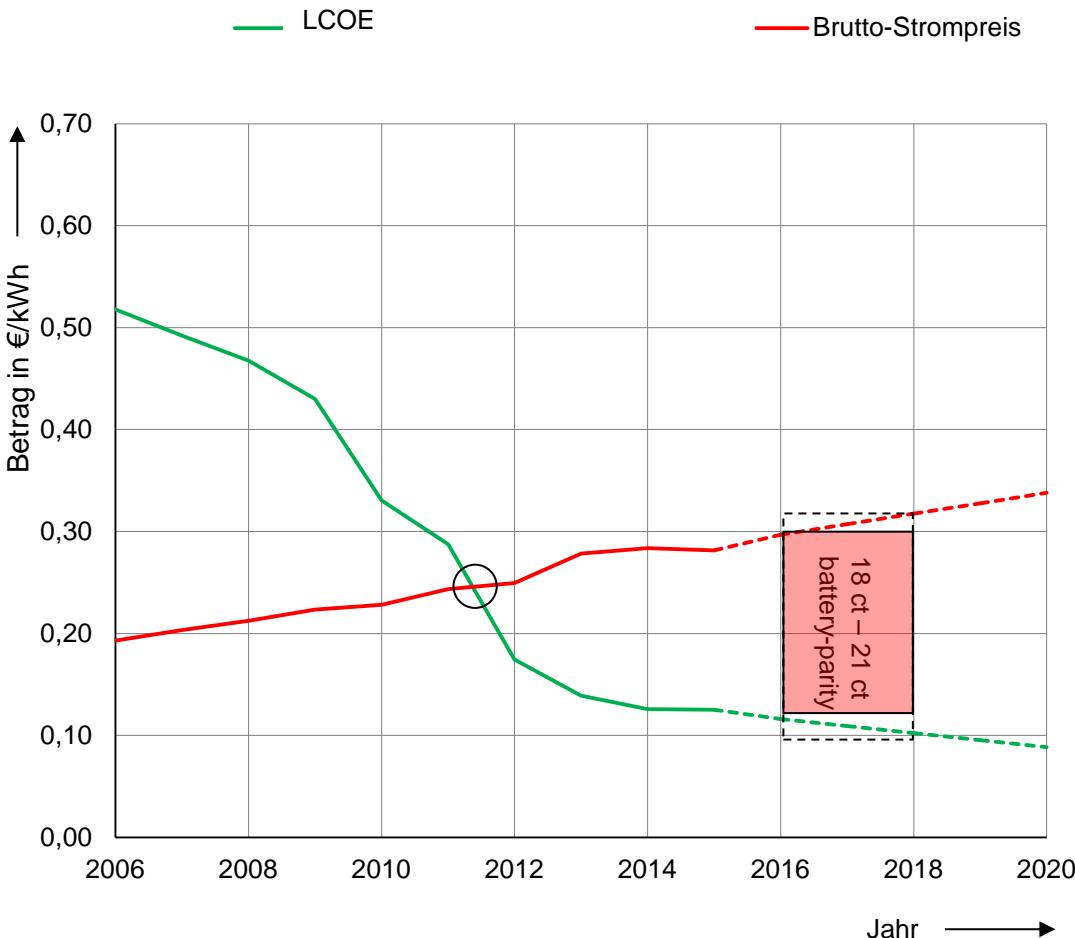
3 Zwischenfazit

4 Messaufbau

5 Messergebnisse

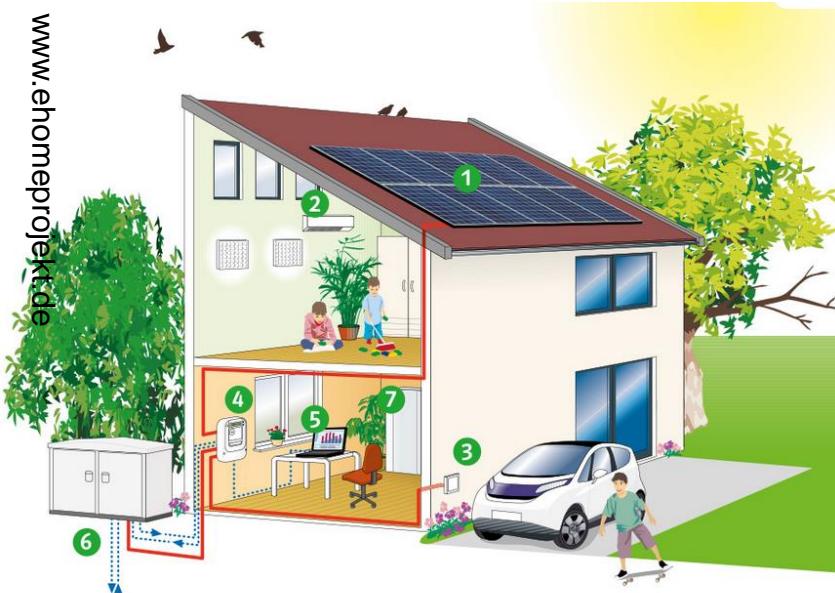
6 Zusammenfassung und Ausblick

Warum werden immer mehr PV-Speichersysteme gekauft?

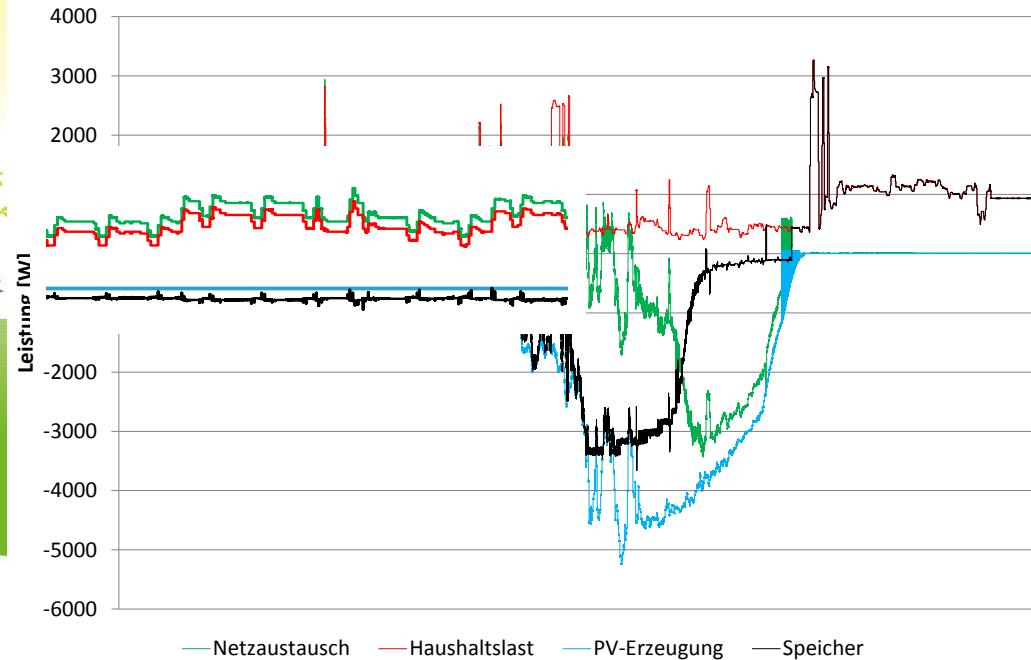


- Netzparität bereits 2011 erreicht
- „Batterieparität“ wird spätestens 2018 erreicht
- Speichermonitoring: Es gibt auch viele andere Gründe für den Kauf (z.B. Netzautarkie)
- Absatz wird weiter zunehmen

Projekterkenntnisse



- | | | | |
|---------------------|--|--------------------------------------|--|
| 1. Photovoltaik | | 5. Transparenz des Energieverbrauchs | |
| 2. Klimatechnik | | 6. Intelligente Ortsnetzstation | |
| 3. Elektromobilität | | 7. Batteriespeicher | |
| 4. Smart Metering | | | |



- Einsatz von PV-Batteriespeichern in privaten Haushalten mit Messtechnik

- zusätzlicher Netzbezug durch Speicher

Gliederung

1 Motivation

2 Welche Verluste entstehen bei PV-Speichersystemen?

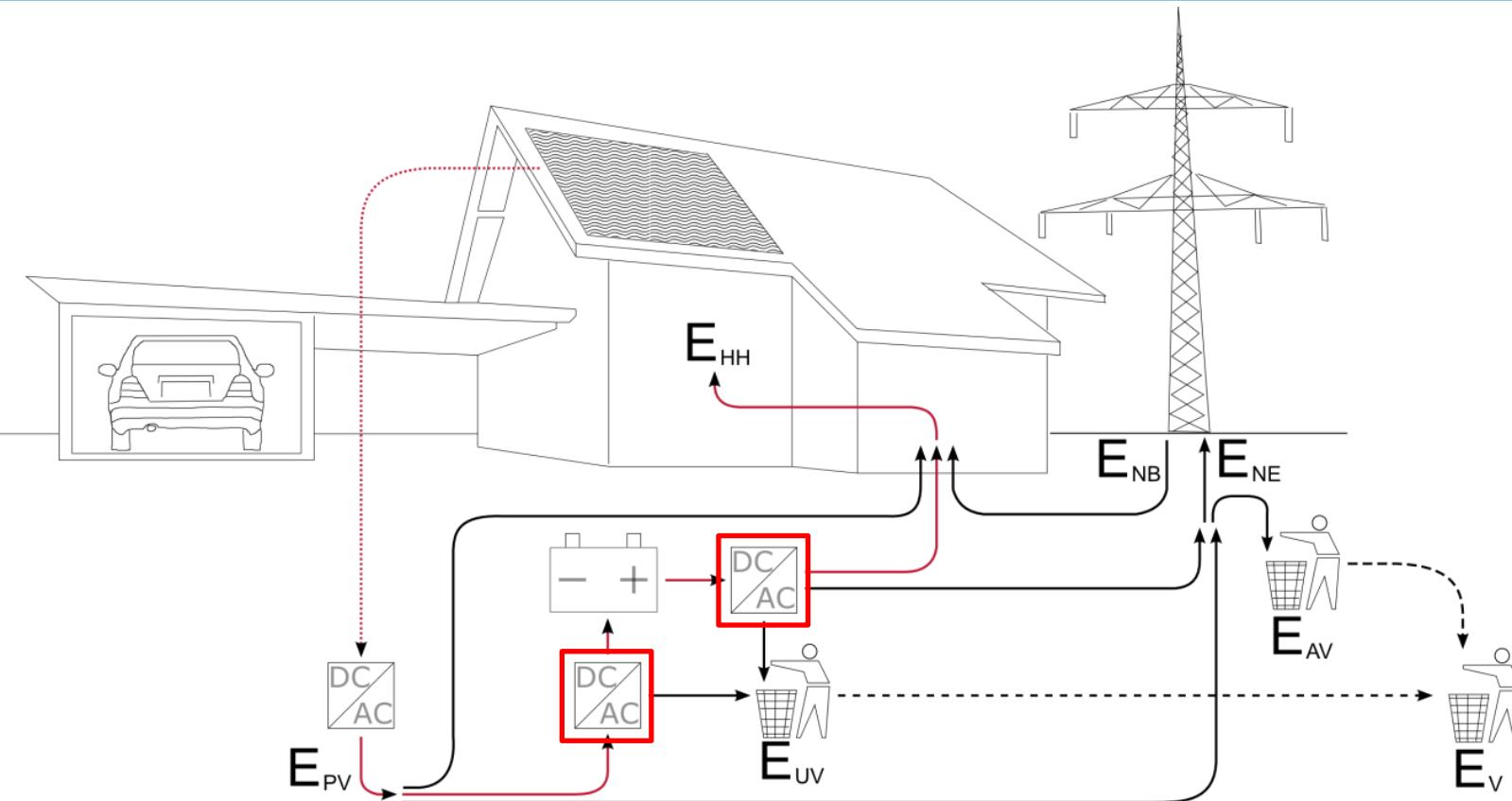
3 Zwischenfazit

4 Messaufbau

5 Messergebnisse

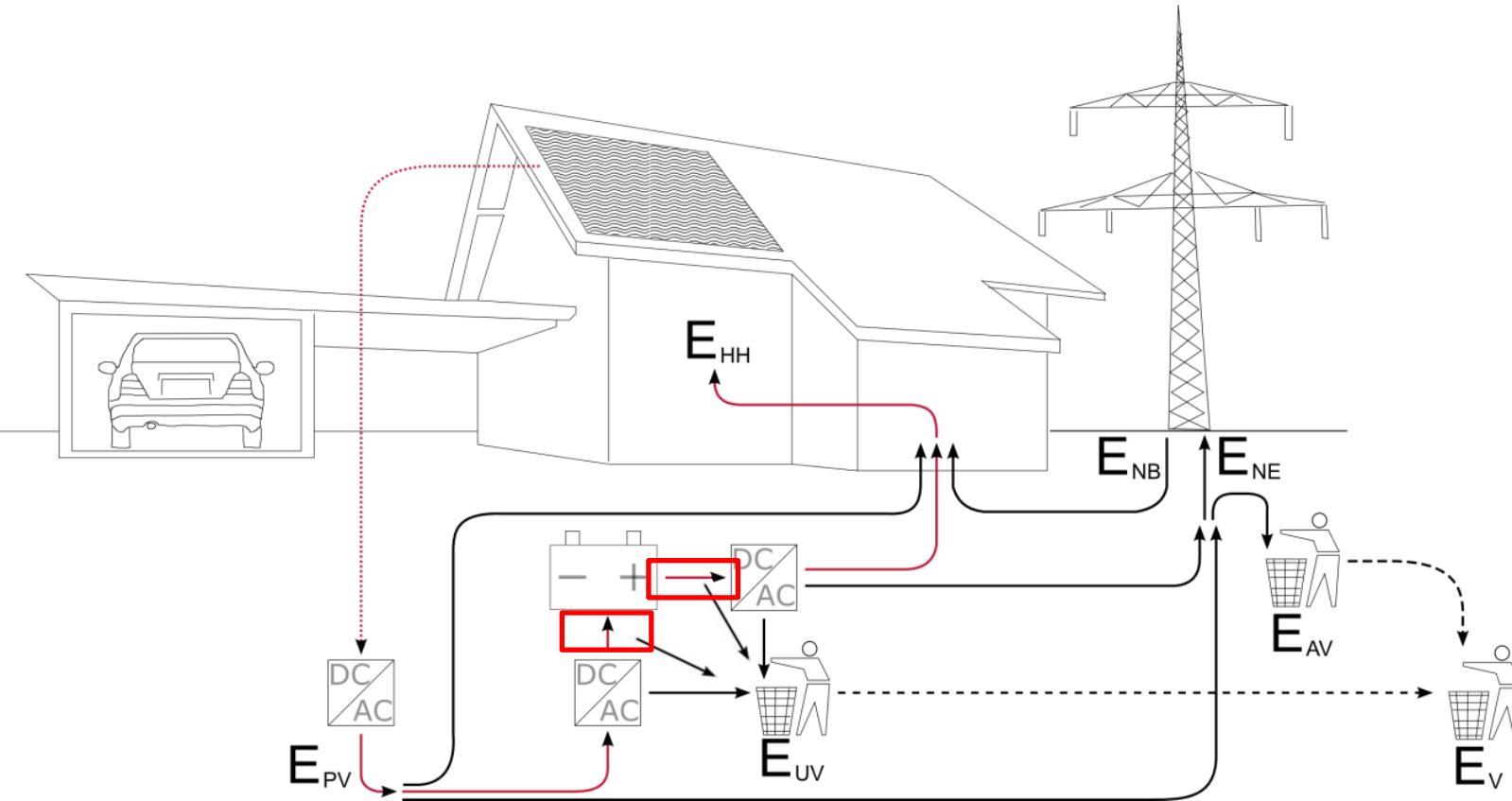
6 Zusammenfassung und Ausblick

Welche Verluste entstehen bei PV-Speichersystemen?



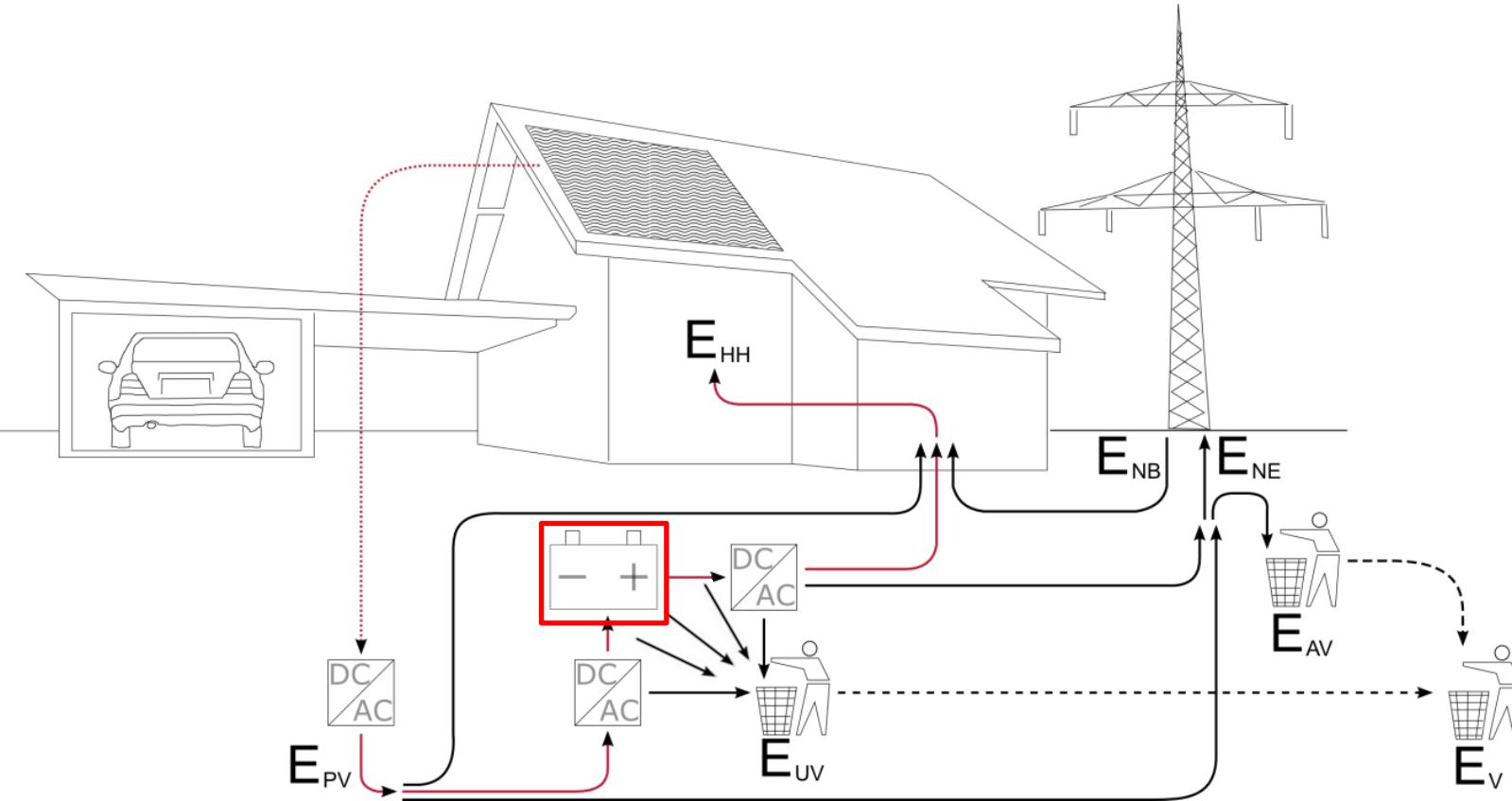
- Umwandlungsverluste

Welche Verluste entstehen bei PV-Speichersystemen?



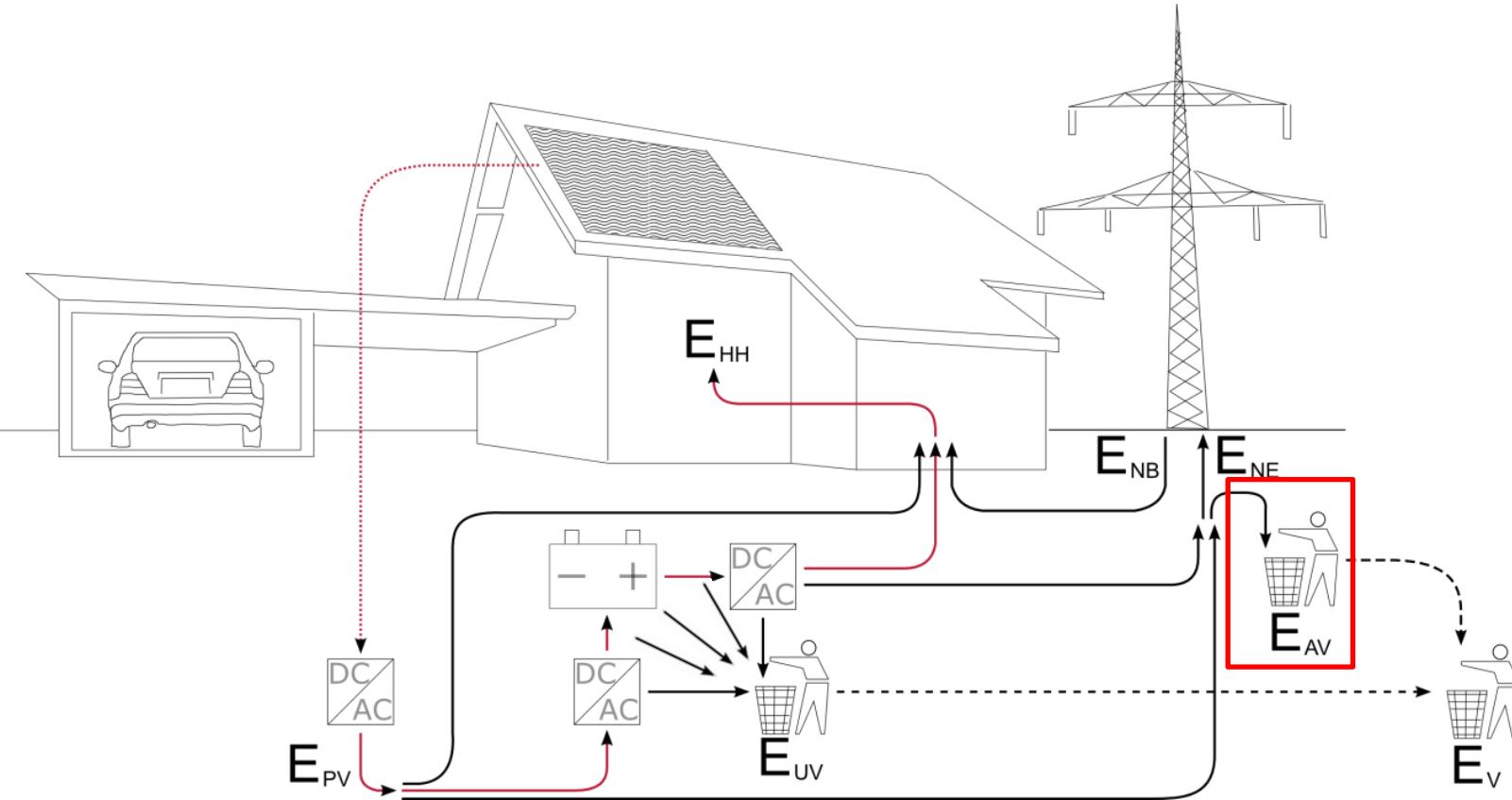
- Umwandlungsverluste
- Lade- und Entladeverluste

Welche Verluste entstehen bei PV-Speichersystemen?



- Umwandlungsverluste
- Lade- und Entladeverluste
- Grundverluste

Welche Verluste entstehen bei PV-Speichersystemen?



- Umwandlungsverluste
- Lade- und Entladeverluste
- Grundverluste
- Abregelungsverluste

Gliederung

1 Motivation

2 Welche Verluste entstehen bei PV-Speichersystemen?

3 Zwischenfazit

4 Messaufbau

5 Messergebnisse

6 Zusammenfassung und Ausblick

Zwischenfazit

Technische Spezifikationen Schaltschrank

Montageart

Speicherkapazität

Abmessungen (H x B x T in mm)

Systemanlieferung

Gewicht des Schrankes ohne Batteriemodule

Gewicht eines Batteriemoduls

Aufstellungsort

Umgebungstemperatur

max. Luftfeuchtigkeit

Schutzklasse

Lackierung

Sicherheit

Batterie-Wechselrichter-Leistung

Frequenz

Netzanschluss

Ausgangsleistung

Eigenverbrauchsoptimierung

Leistungsmessung

Notstromfähigkeit

Drehstromfähigkeit

Schnittstellen

Netzart

Umschaltzeit von Netz- in Notstrombetrieb

Produktgarantie

Technische Spezifikationen Batteriesystem

Technologie

Entladetiefe

Lebenserwartung

Wirkungsgrad Wechselrichter	94 %	94 %	94 %	96 %
Wirkungsgrad Gesamtsystem ca.	85 %	85 %	85 %	85 %

Wirkungsgrad Zellen

%

> 97

Effizienz

92% Gleichstrom-Wirkungsgrad

97,1 % / 96,7 %
97 % / 97 %
98 %

- Keine einheitliche Deklaration von Wirkungsgraden
- Vergleich nahezu unmöglich (insbesondere für Laien)

Max. Leistung	[kW]	4,6 (Deutschland)
Nennspannung	[V]	230
Frequenz	[Hz]	50
Max. Wirkungsgrad		98 % (DC/DC), 96 % (DC/AC)
Einspeisephasen		1

Gliederung

1 Motivation

2 Welche Verluste entstehen bei PV-Speichersystemen?

3 Zwischenfazit

4 Messaufbau

5 Messergebnisse

6 Zusammenfassung und Ausblick

Testbedingungen

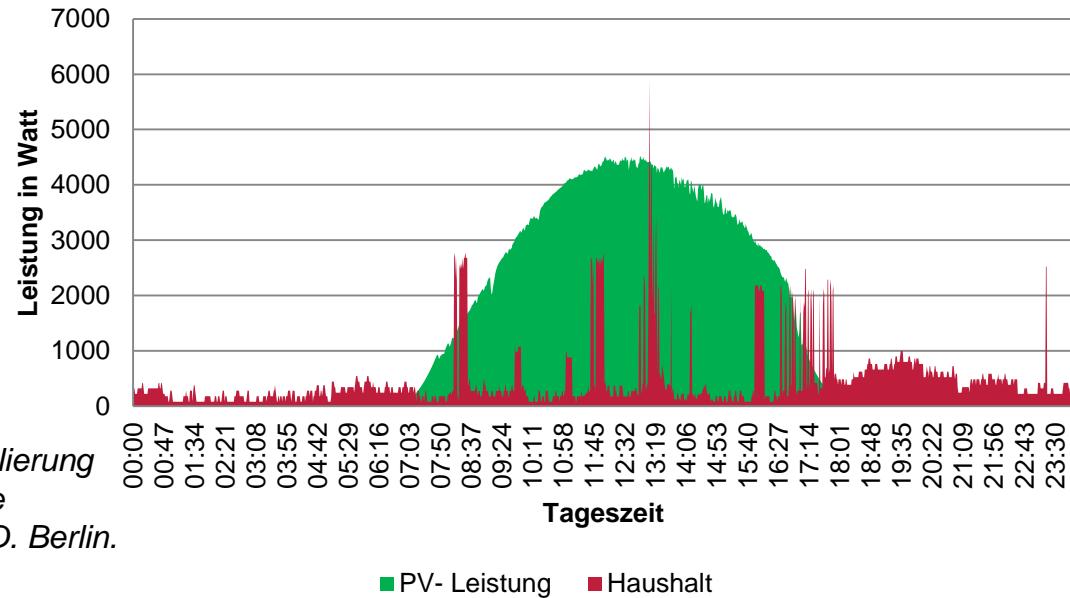


Laudahn, Marggraf, Engel (2014) -
Laboruntersuchung und –simulation zum
Systemverhalten von Komponenten zukünftiger
Verteilnetze 20.-21. Oktober 2014, VDE-
Kongress, Frankfurt

Loges, Bunk, Engel, (2014) - Entwicklung und Modellierung
zeitabhängiger Last- und Erzeugungsannahmen für die
Anwendung in der Niederspannungsnetzplanung. IRED. Berlin.

VDI Richtlinie 4655 - „Referenzlastprofile von Ein- und Mehrfamilienhäusern für den Einsatz von KWK-Anlagen“

- Unterscheidung von Typtagen
- Berücksichtigung von Klimazonen
- 6 Messtage notwendig



Gliederung

1 Motivation

2 Welche Verluste entstehen bei PV-Speichersystemen?

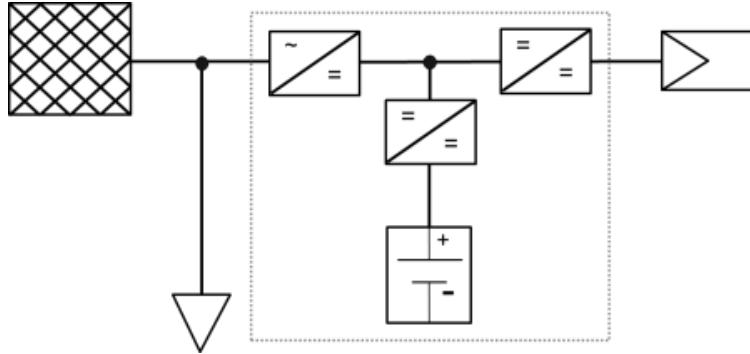
3 Zwischenfazit

4 Messaufbau

5 Messergebnisse

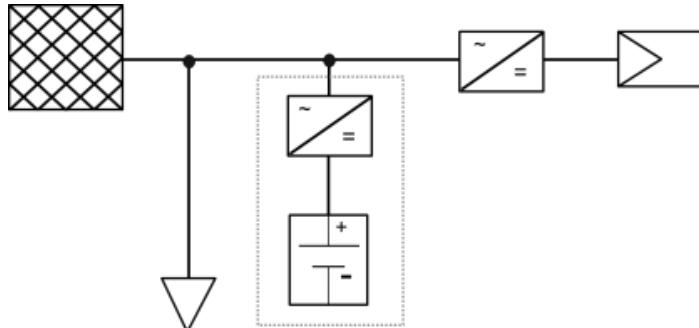
6 Zusammenfassung und Ausblick

Untersuchte Systeme



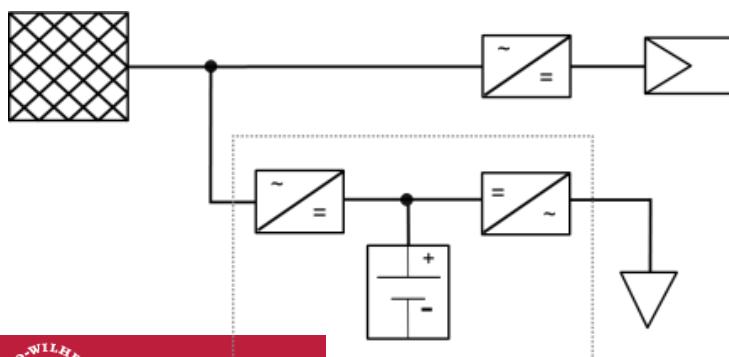
- 1-phasig DC
- 2 kWh
- 4100 Zyklen
- 100 % DoD

- Ladung: 97%
- Entladung: 97%
- Batterie: 98%



- 1/3 -phasig AC
- 6 kWh
- 8000 Zyklen
- 100 % DoD

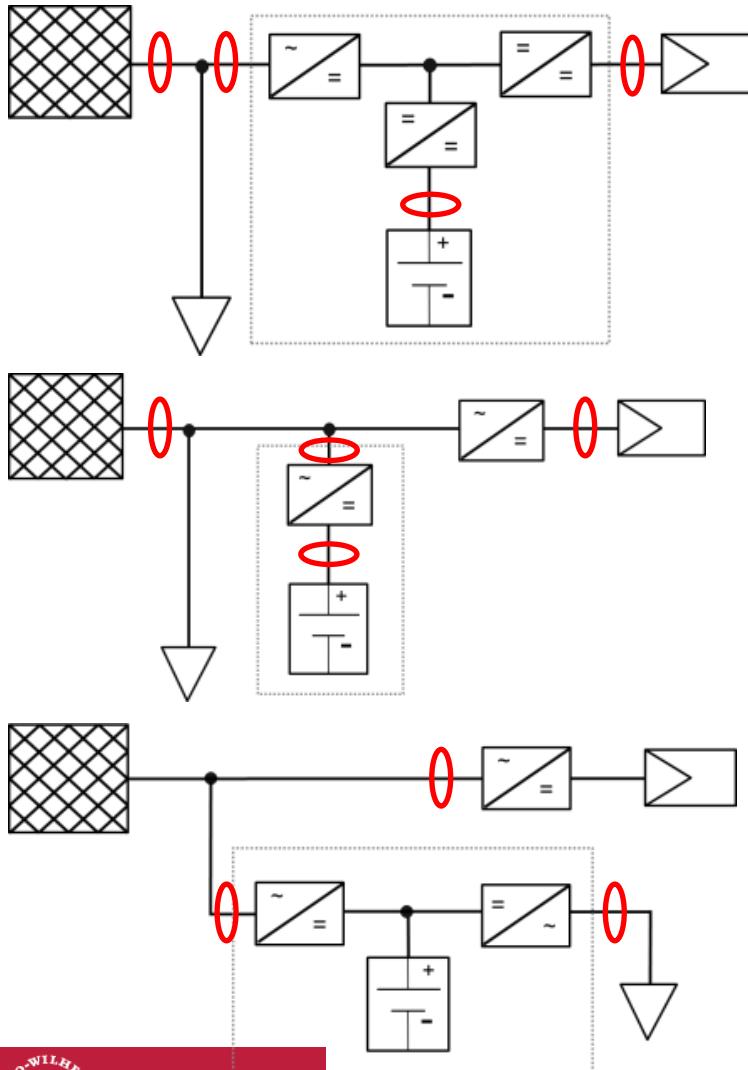
- Batterie: >90%
- WR: max. 96 %



- 3-phasig AC
- 11 kWh
- 3000 Zyklen
- 80 % DoD

- Wirkungsgrad ???

Untersuchte Systeme



○ Messpunkt

$\eta_{Batterie} = 94,2 \%$
Verlust/Jahr: ~ 40 kWh
Durchsatz: ~ 800 kWh

$\eta_{Speicher} = 72 \%$
Verlust/Jahr: ~ 600 kW
Durchsatz: ~ 2100 kWh

$\eta_{Speicher} = 68\%$
Verlust/Jahr: ~ 700 kWh
Durchsatz: ~ 2200 kWh

$\eta_{Speicher} = 61,5 \%$
Verlust/Jahr: ~ 1100 kWh
Durchsatz: ~ 3000 kWh

ca. 60%
Grundverluste

Gliederung

1 Motivation

2 Welche Verluste entstehen bei PV-Speichersystemen?

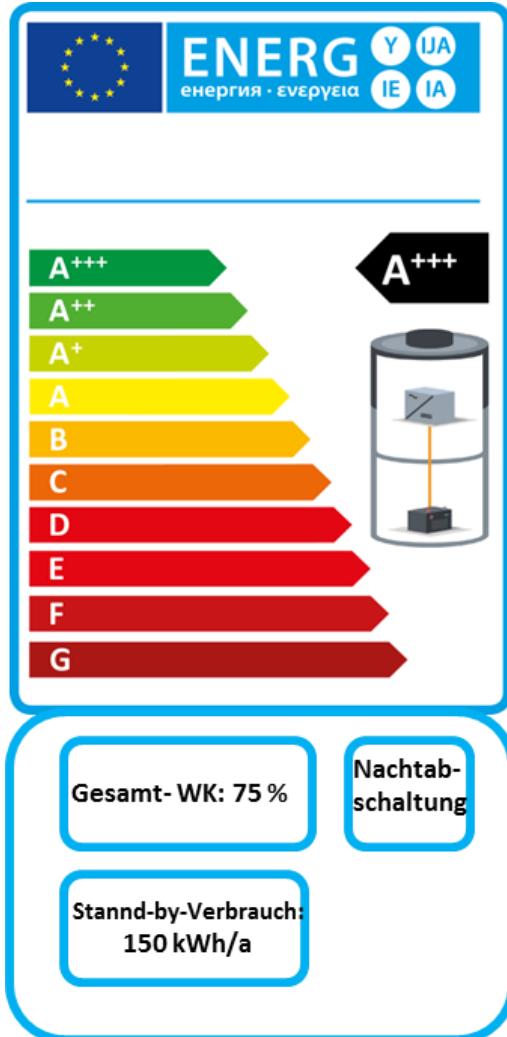
3 Zwischenfazit

4 Messaufbau

5 Messergebnisse

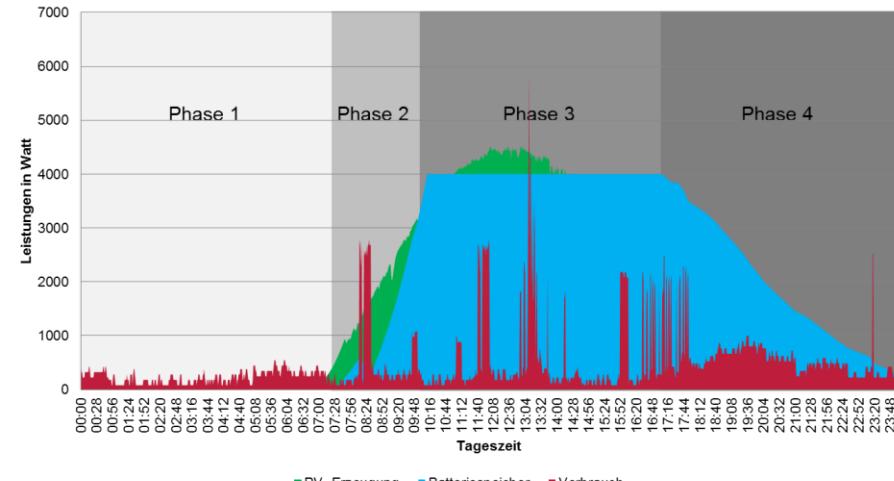
6 Zusammenfassung und Ausblick

Energieeffizienzlabel für PV-Speicher



- Energieeffizienzlabel für PV-Speicher
 - Ausweisung Gesamtwirkungsgrad
 - Ausweisung Stand-by-Verbrauch
 - ...
- Messergebnisse sind reproduzierbar und eignen sich als Vergleich/Grundlage für weitere Messungen
- Messung aufwändig (6 Messtage und viele Messkanäle)

- Identifizierung verschiedener Phasen
- Nachbildung der Phasen
- Identifizierung der Phasenanteile pro Jahr



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontakt:

Hauke Loges

Technische Universität Braunschweig

Institut für Hochspannungstechnik und Elektrische Energieanlagen (elenia)

hauke.loges@tu-braunschweig.de

Tel. 0531 391 9728