



Technische
Universität
Braunschweig



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

Hauke Loges

Bad Staffelstein, den 09.März 2016

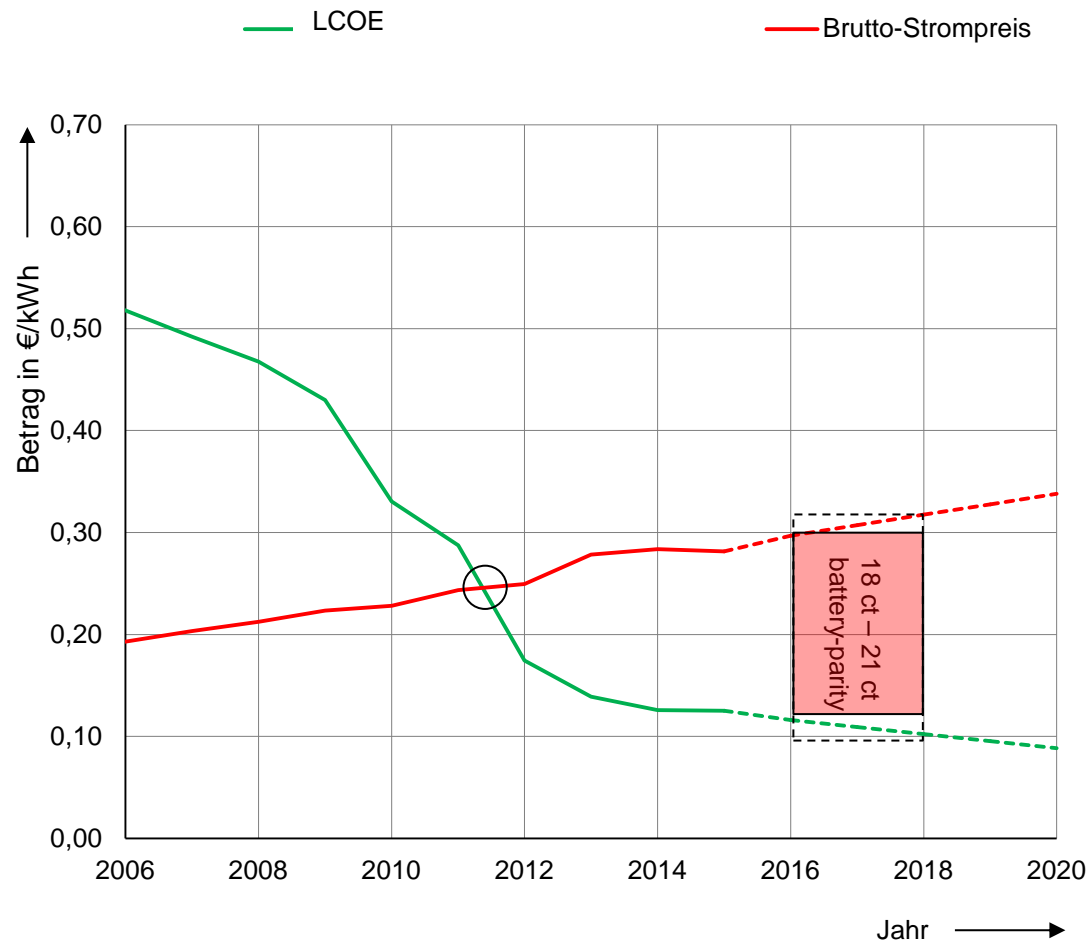
Gliederung

- 1 **Motivation**
- 2 **Welche Verluste entstehen bei PV-Speichersystemen?**
- 3 **Zwischenfazit**
- 4 **Messaufbau**
- 5 **Messergebnisse**
- 6 **Zusammenfassung und Ausblick**

Gliederung

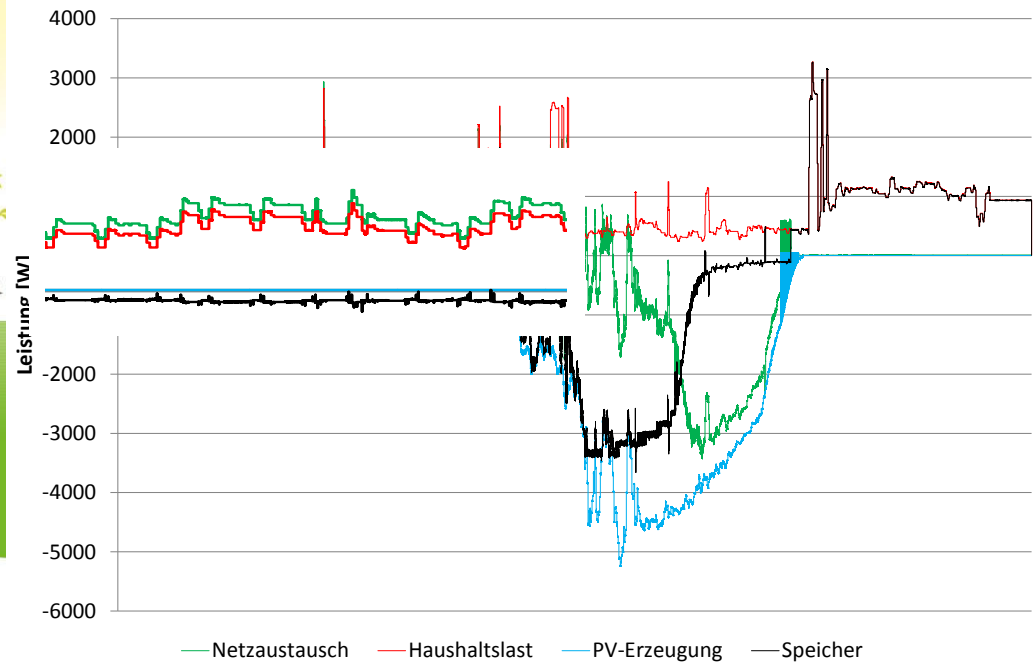
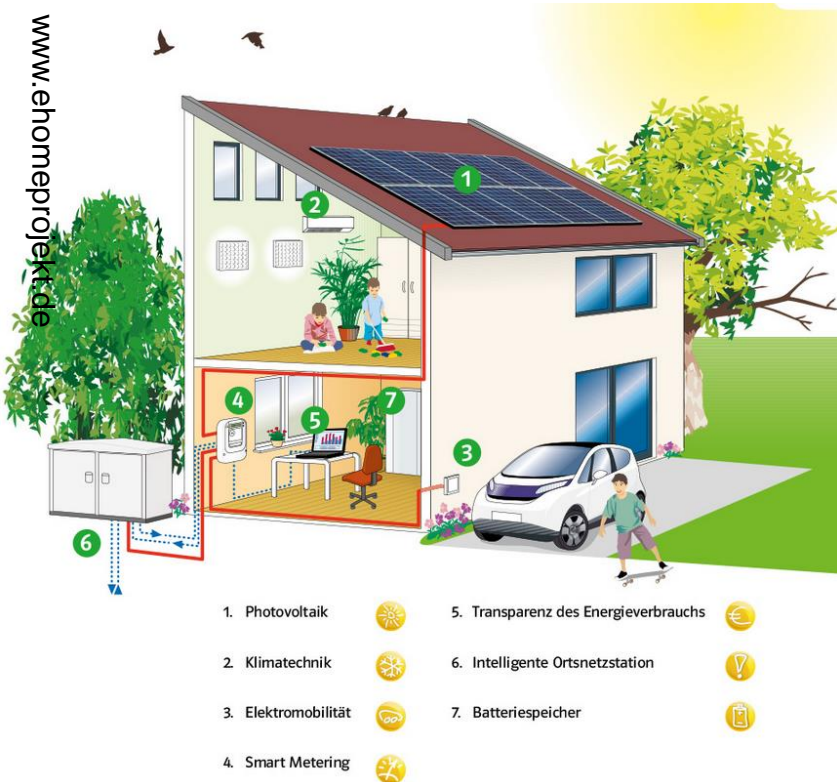
- 1 Motivation**
- 2 Welche Verluste entstehen bei PV-Speichersystemen?**
- 3 Zwischenfazit**
- 4 Messaufbau**
- 5 Messergebnisse**
- 6 Zusammenfassung und Ausblick**

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



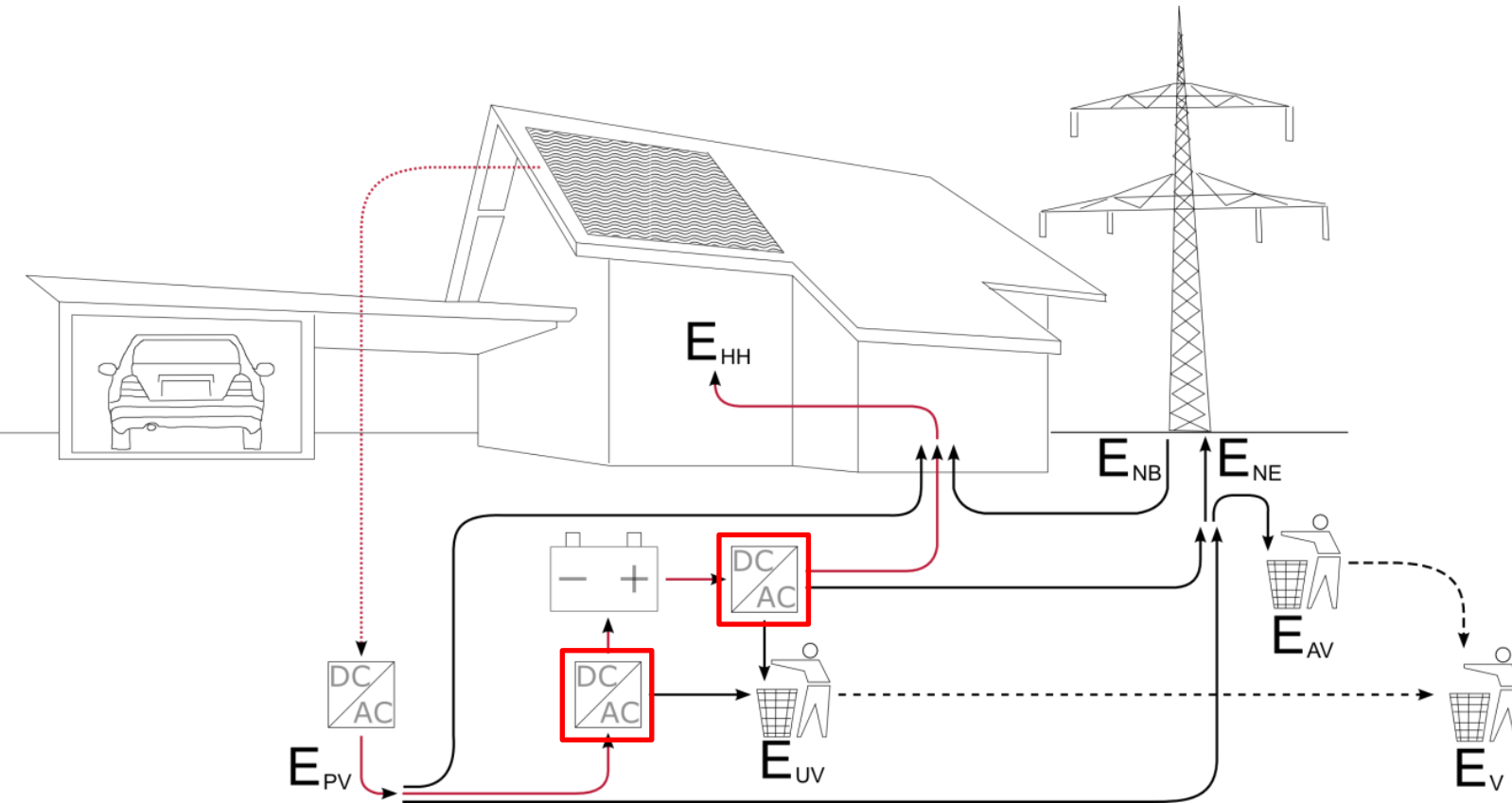
- Einsatz von PV-Batteriespeichern in privaten Haushalten mit Messtechnik

- zusätzlicher Netzbezug durch Speicher

Gliederung

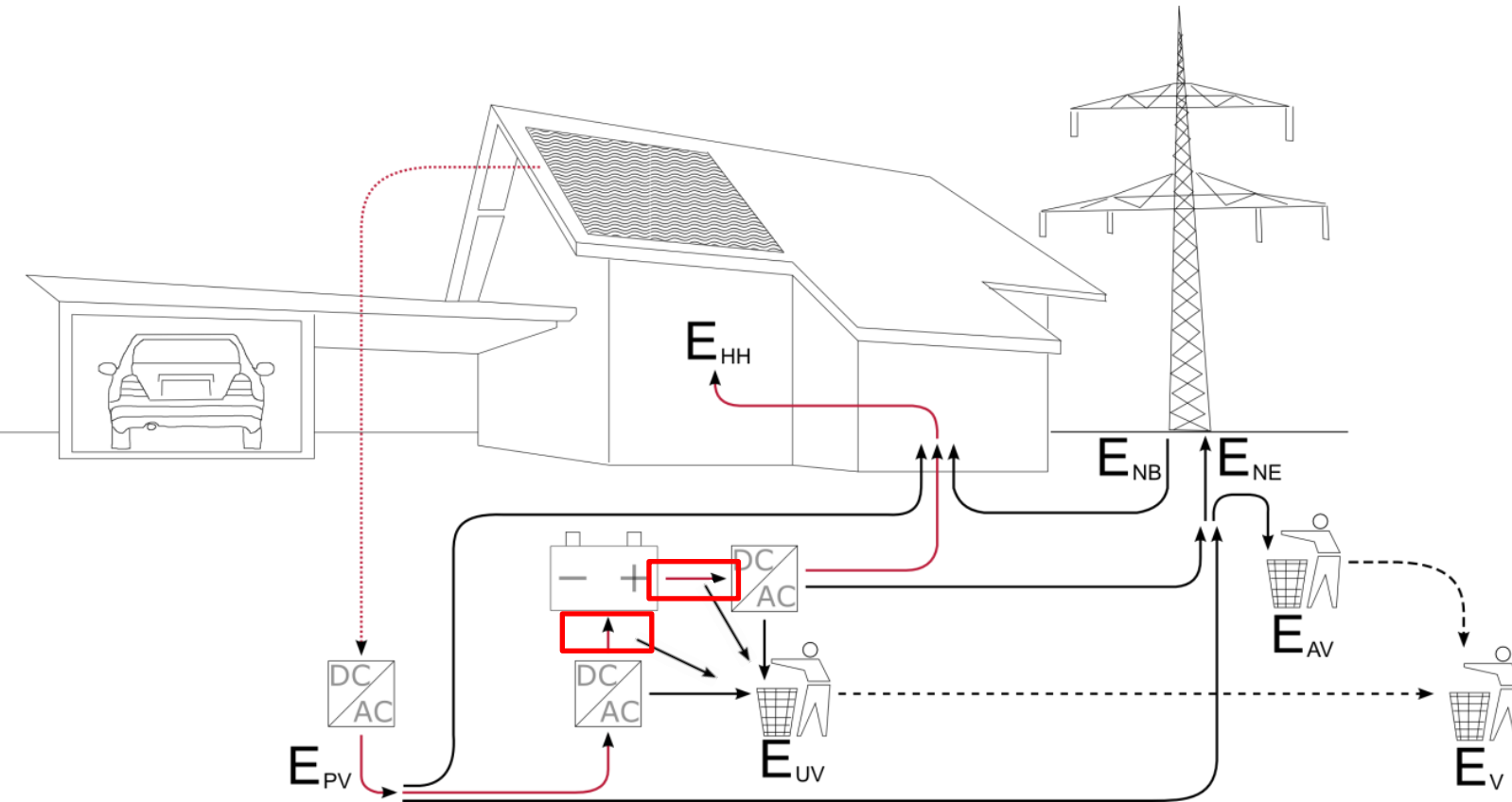
- 1 Motivation
- 2 Welche Verluste entstehen bei PV-Speichersystemen?
- 3 Zwischenfazit
- 4 Messaufbau
- 5 Messergebnisse
- 6 Zusammenfassung und Ausblick

Welche Verluste entstehen bei PV-Speichersystemen?



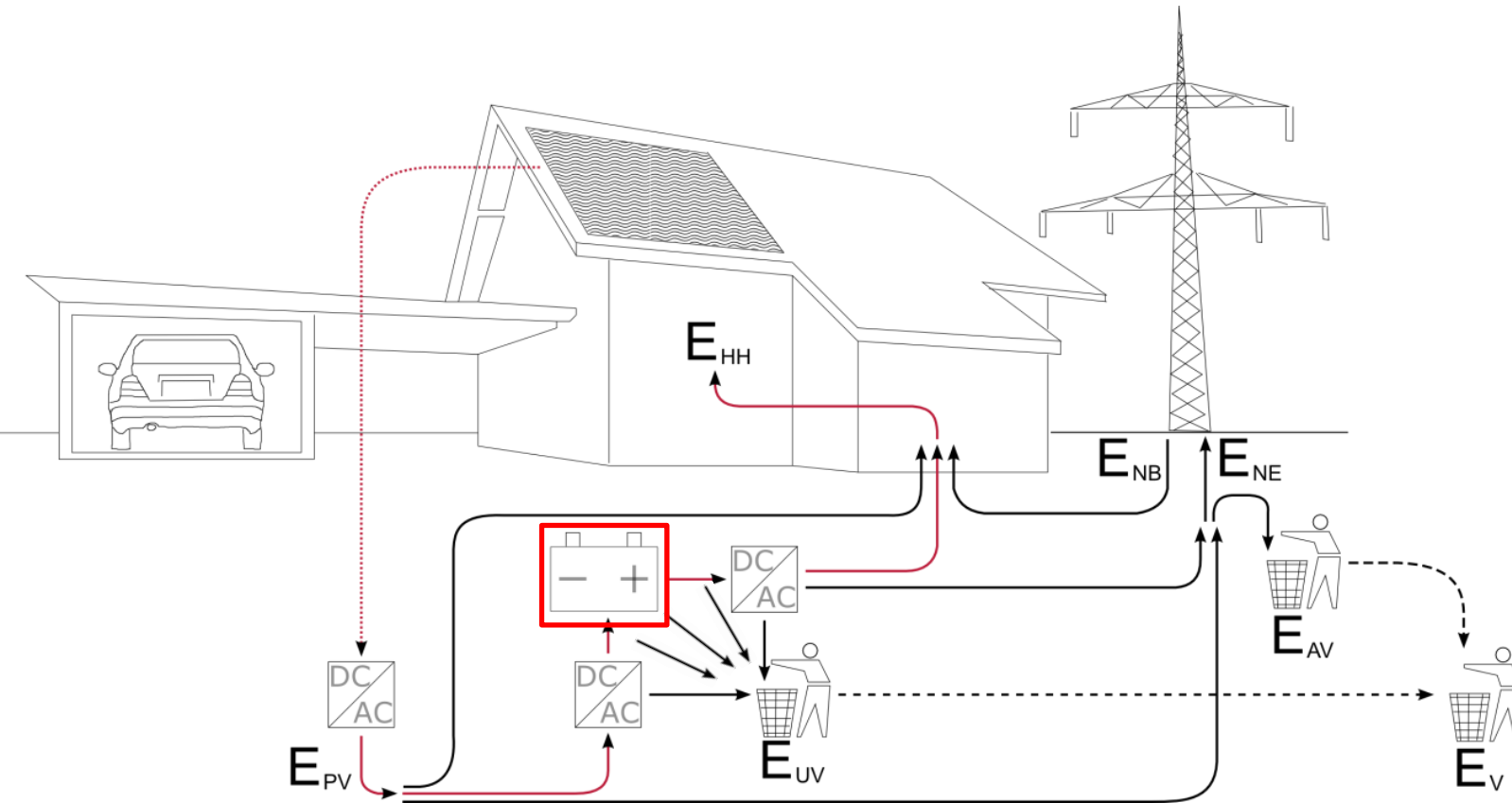
- Umwandlungsverluste

Welche Verluste entstehen bei PV-Speichersystemen?



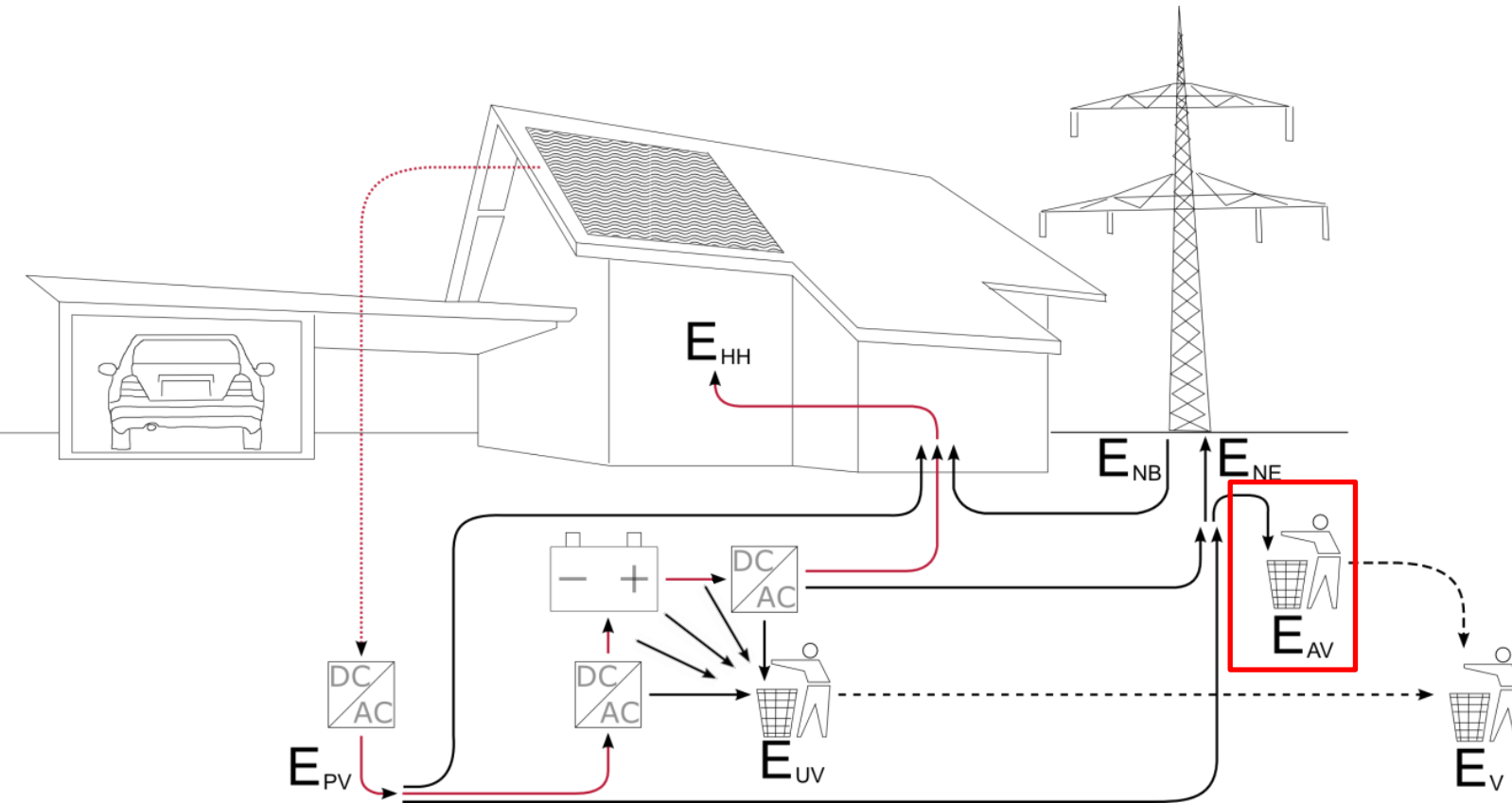
- Umwandlungsverluste
- Lade- und Entladeverluste

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

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

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

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

Gliederung

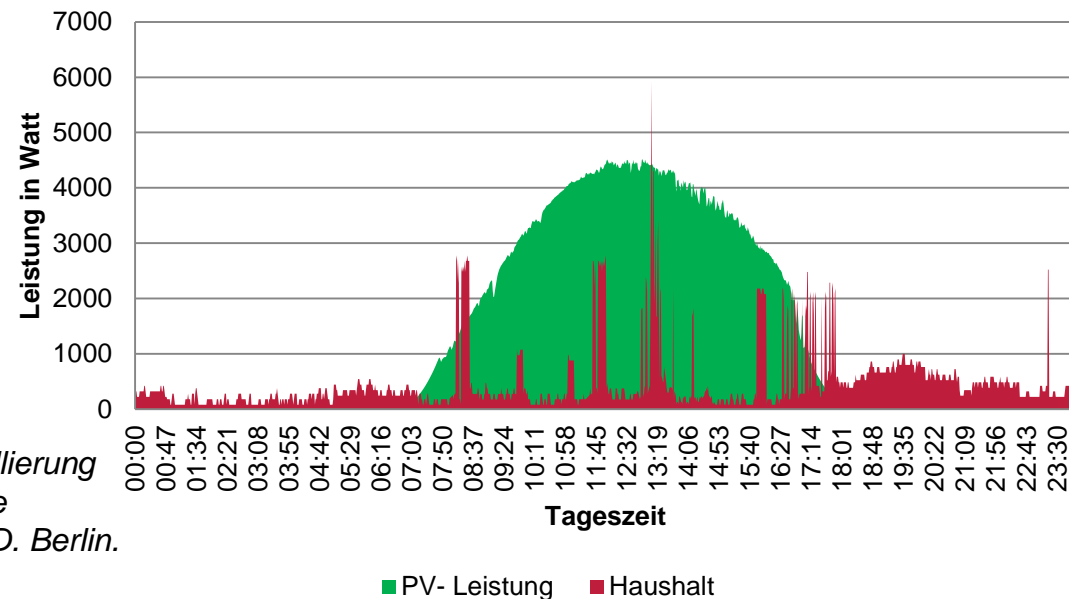
- 1 Motivation
- 2 Welche Verluste entstehen bei PV-Speichersystemen?
- 3 Zwischenfazit
- 4 **Messaufbau**
- 5 Messergebnisse
- 6 Zusammenfassung und Ausblick

Testbedingungen



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

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



elena Netzintegrationslabor

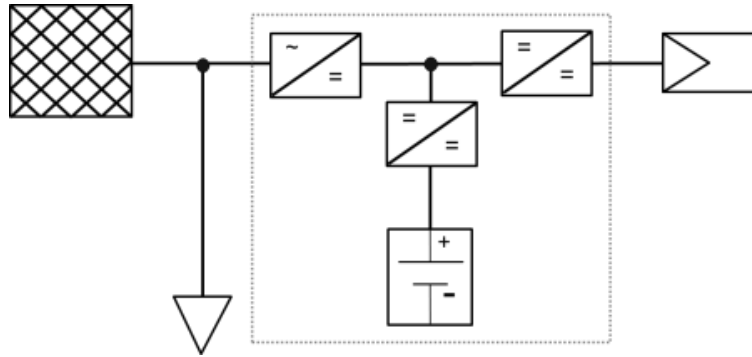
Laudahn, Marggraf, Engel (2014) - Laboruntersuchung und –simulation zum Systemverhalten von Komponenten zukünftiger Verteilnetze 20.-21. Oktober 2014, VDE-Kongress, Frankfurt

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

Gliederung

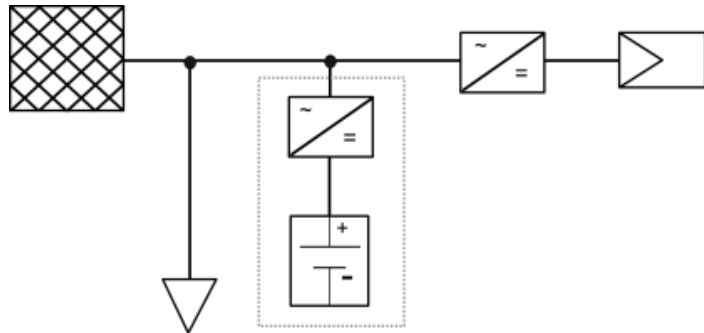
- 1 Motivation
- 2 Welche Verluste entstehen bei PV-Speichersystemen?
- 3 Zwischenfazit
- 4 Messaufbau
- 5 **Messergebnisse**
- 6 Zusammenfassung und Ausblick

Untersuchte Systeme



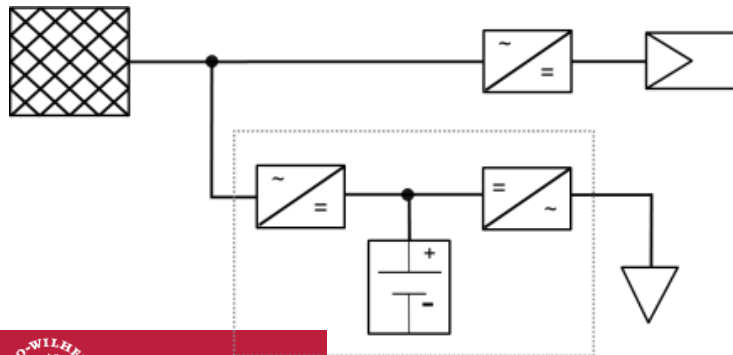
- 1-phasig DC
- 2 kWh
- 4100 Zyklen
- 100 % DoD

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



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

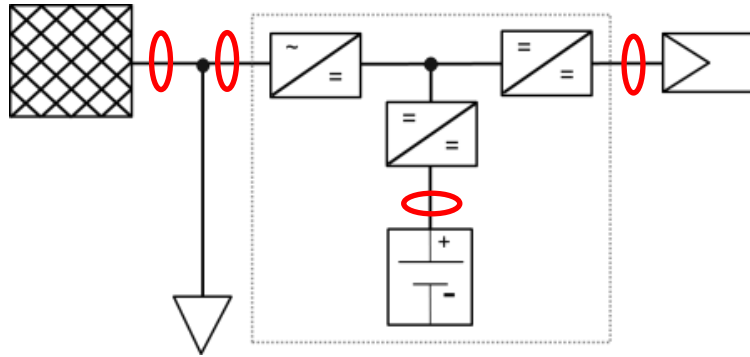
- Batterie: >90%
- WR: max. 96 %



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

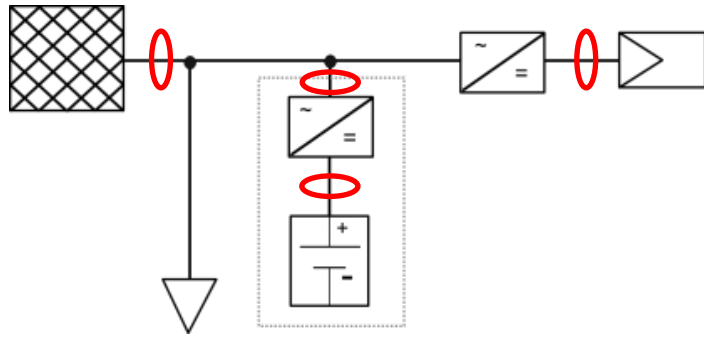
- Wirkungsgrad ???

Untersuchte Systeme



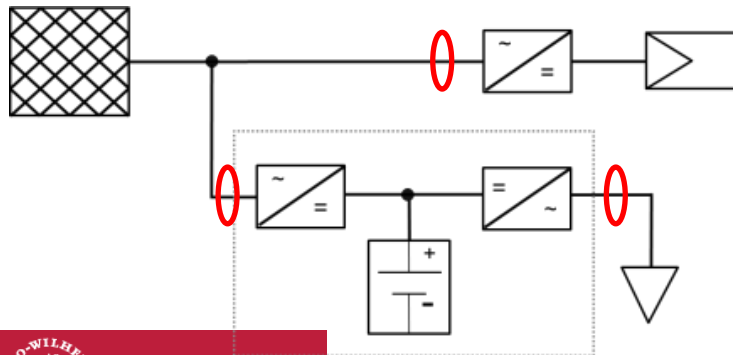
$\eta_{\text{Batterie}} = 94,2 \%$
 Verlust/Jahr: $\sim 40 \text{ kWh}$
 Durchsatz: $\sim 800 \text{ kWh}$

0 Messpunkt



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

$\eta_{WR \text{ ein}} = 91 \%$
 $\eta_{WR \text{ aus}} = 93 \%$
 $\eta_{\text{Bat}} = 85 \%$



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

$\eta_{WR \text{ ein}} = 89 \%$
 $\eta_{WR \text{ aus}} = 88 \%$
 $\eta_{\text{Bat}} = 87 \%$

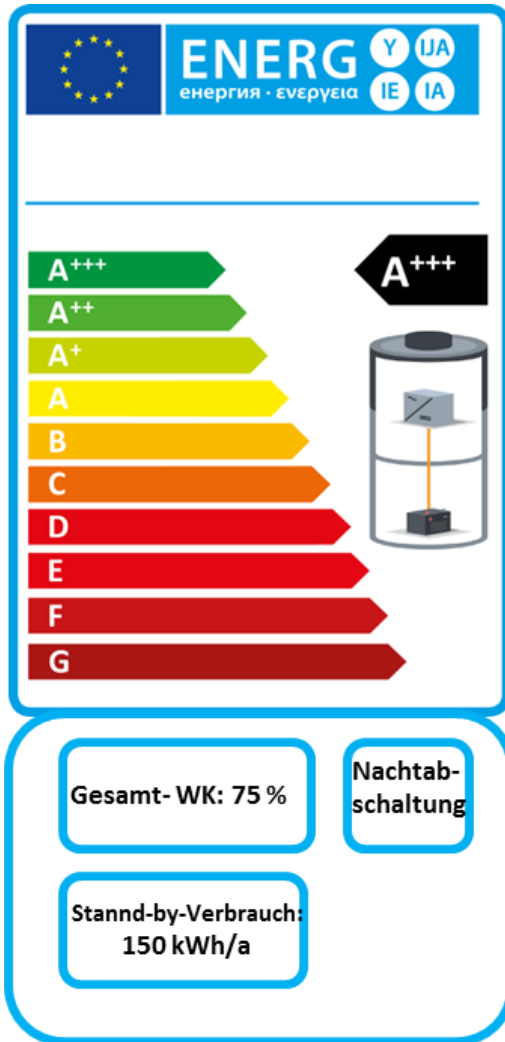
$\eta_{\text{Speicher}} = 61,5 \%$
 Verlust/Jahr: $\sim 1100 \text{ kWh}$
 Durchsatz: $\sim 3000 \text{ kWh}$

ca. 60%
 Grundverluste

Gliederung

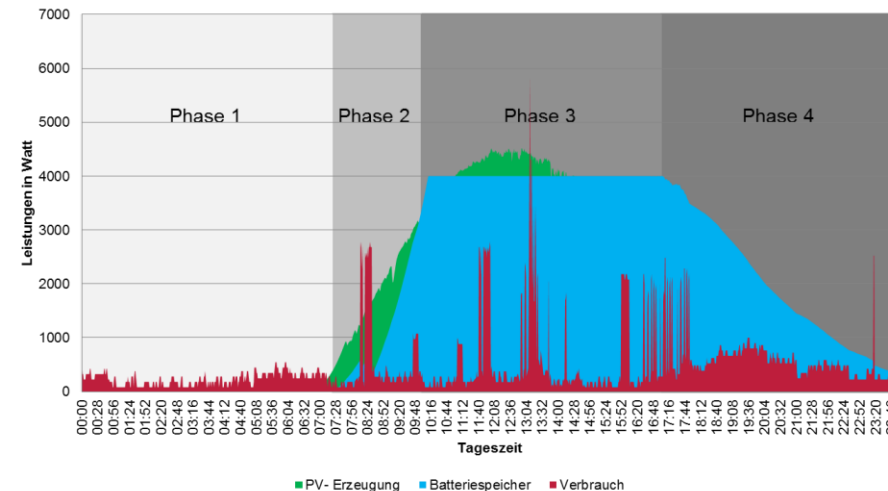
- 1 Motivation
- 2 Welche Verluste entstehen bei PV-Speichersystemen?
- 3 Zwischenfazit
- 4 Messaufbau
- 5 Messergebnisse
- 6 Zusammenfassung und Ausblick

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