

## Webinar PV Magazine

### „Fallen von Batteriespeichern“

Kai-Philipp Kairies, RWTH Aachen, wissen. Mitarbeiter und KfW Programmbetreuer  
Dr. Andreas Piepenbrink, Geschäftsführer und Gründer E3/DC  
Anton Wissing, B+W Energy, Geschäftsführer und Gesellschafter

19.3.2016



Kairies



Piepenbrink



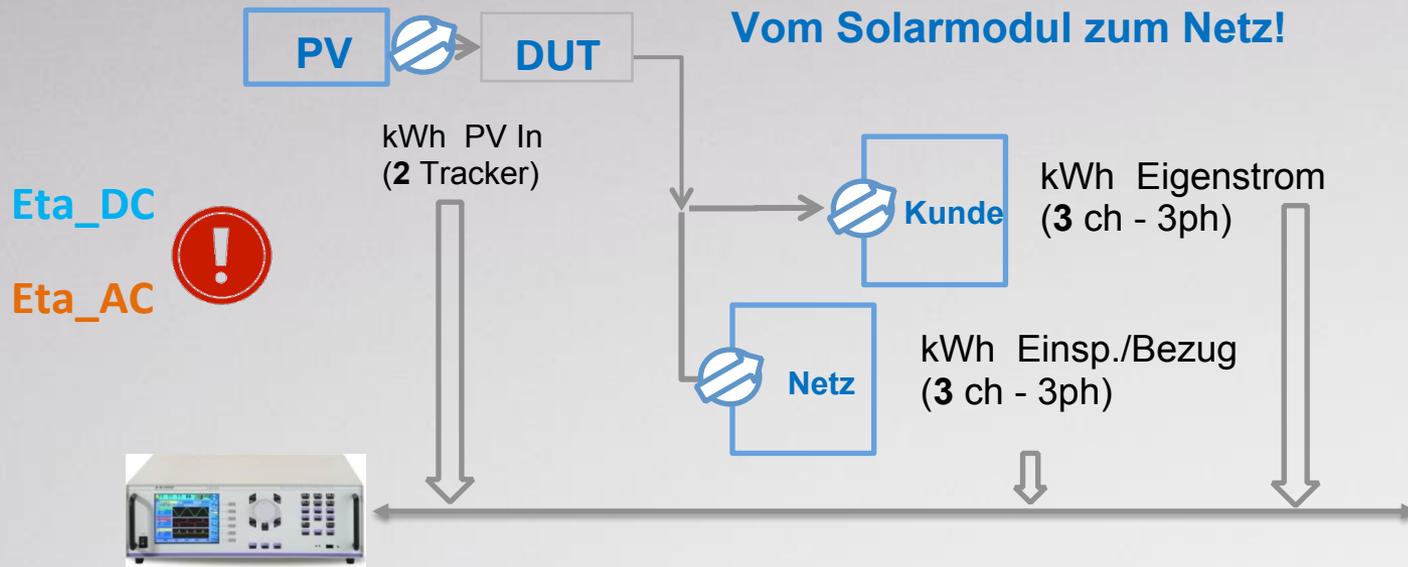
Wissing

## Agenda (4 Fallen und 2 weitere Themen)

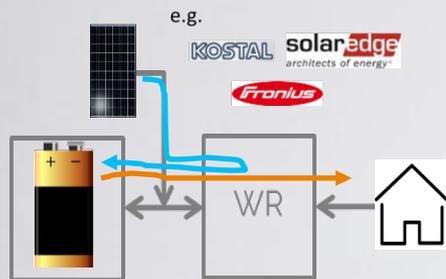
1. Einfluss vom **Wirkungsgrad** auf die Autarkiequote
2. Vorsicht bei **falschem Anschluss von Stromspeichern** – **Eigenverbrauch wird nicht kompensiert** – Auswirkungen für Privatkunde – **Regelgüte** – Auswirkungen von Lastwechseln bei Stromspeichern
3. Bewerbung der Zyklenzahl als irreführendes Maß – **kalendarische Lebensdauer** und **Troughput (kWh bis EOL)** als Zielmaß
4. Garantiebedingungen **10/15/20 Jahre** – **welche Fallen gibt es**
5. Erweiterbarkeit – Bitte keine Insellösungen
6. Bedingungen **KfW Programm ab 1.3.2016** (10 Jahre, 50% Abregelung, Einfluß der Degression)

# 1. Einfluss vom **Wirkungsgrad** auf die Autarkiequote

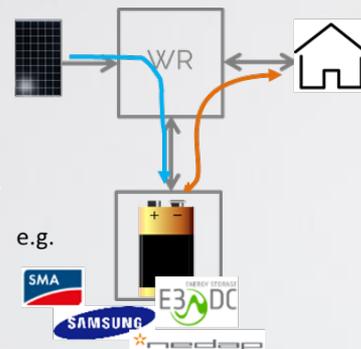
# Messung der Verluste vom Modul zum Kunden (unabhängig vom Systemtyp...)



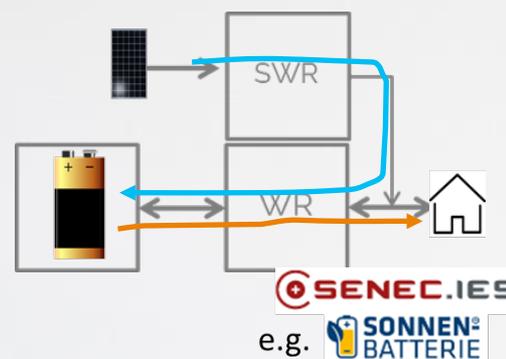
## DUT HV DC



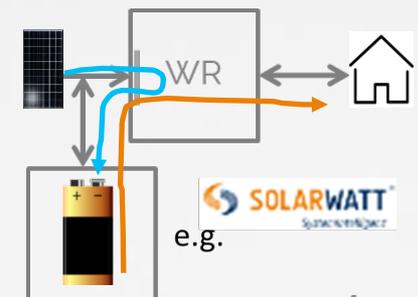
## DUT DC



## DUT AC

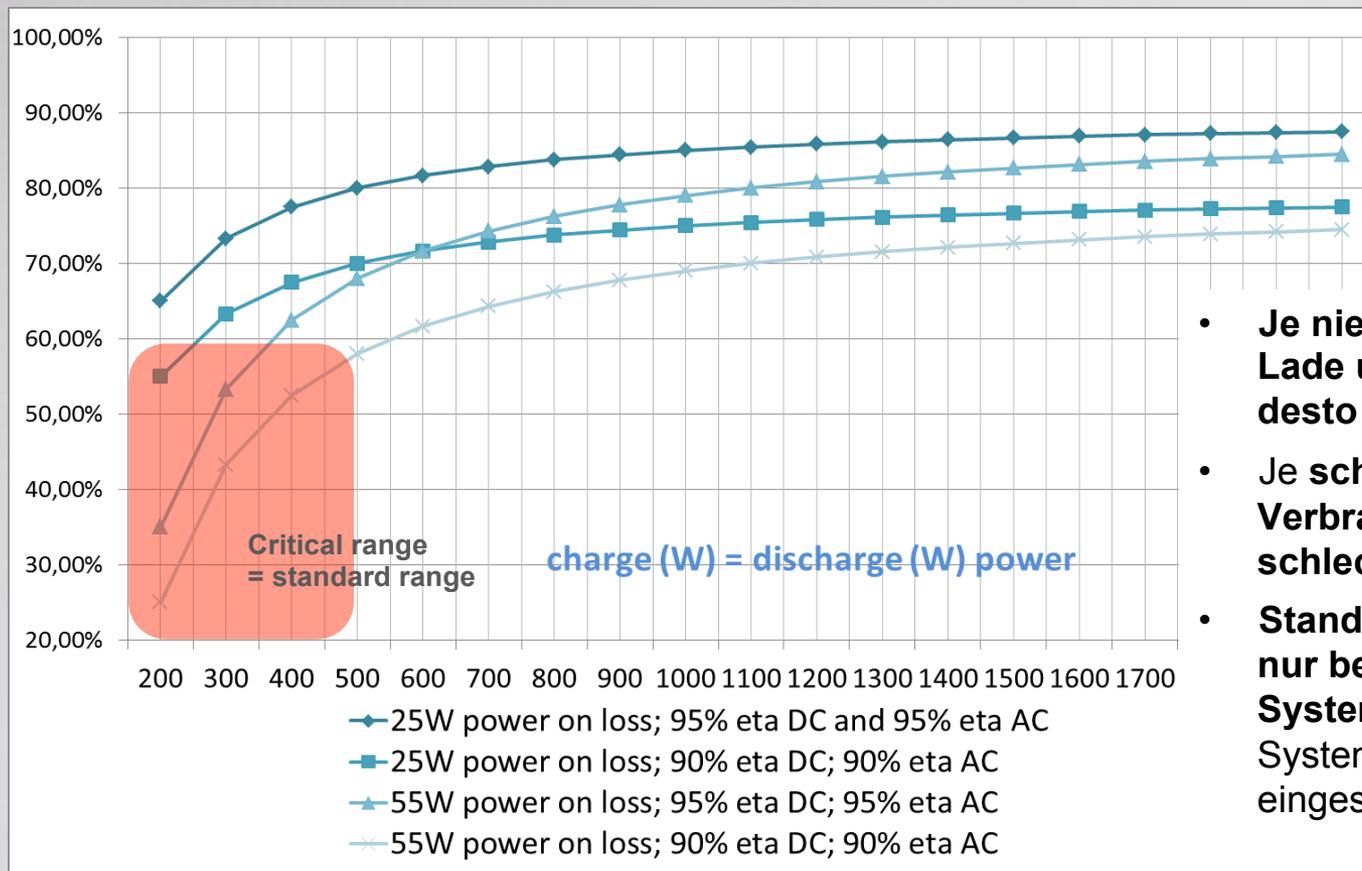


## DUT String DC



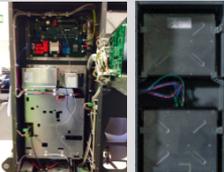
## Formel für den Wirkungsgrad

$$\text{Efficiency (\%)} = 1 - \left[ \frac{\text{power\_on\_loss (W)}}{\text{Ladeleistung (W)} + (1 - \text{eta\_DC (\%)})} + \frac{\text{power\_on\_loss (W)}}{\text{Entladeleistung (W)} + (1 - \text{eta\_AC (\%)})} \right]$$



- **Je niedriger die Lade und Entladeleistung, desto schlechter!**
- **Je schlechter der Einschalt-Verbrauch (0W), desto schlechter!**
- **Standbyverbrauch ist nur bei nicht aktivem System wichtig! (das System ist aber zu 70% eingeschaltet!)**



	<b>Integrated 1ph solar inverter 2 tracker (4,6kW)</b>	Example <b>1ph DC</b> (60V battery <b>5,5kWh</b> ) -- <b>Korean supplier</b>
	<b>Integrated 3ph solar inverter 2 tracker (8kW type)</b>	Example <b>3ph DC</b> (120V battery <b>8,0kWh</b> ) -- <b>Korean supplier</b>
 	<b>Example: External solar inverter 8kW</b>	Example <b>1ph AC</b> (48V battery <b>4,8kWh</b> ) -- <b>german start up</b>
	<b>Integrated 1ph solar inverter 2 tracker (4,6kW)</b>	Example <b>1ph DC</b> (48V battery <b>4,6kWh</b> ) -- E3/DC S10 MINI
	<b>Integrated 3ph solar inverter 2 tracker (12kW)</b>	Example <b>3ph DC</b> (48V battery <b>6,9kWh</b> ) -- E3/DC S10E12

## 5 Systeme getestet

**@1000W laden/1000W entladen  
30% Gewichtung**

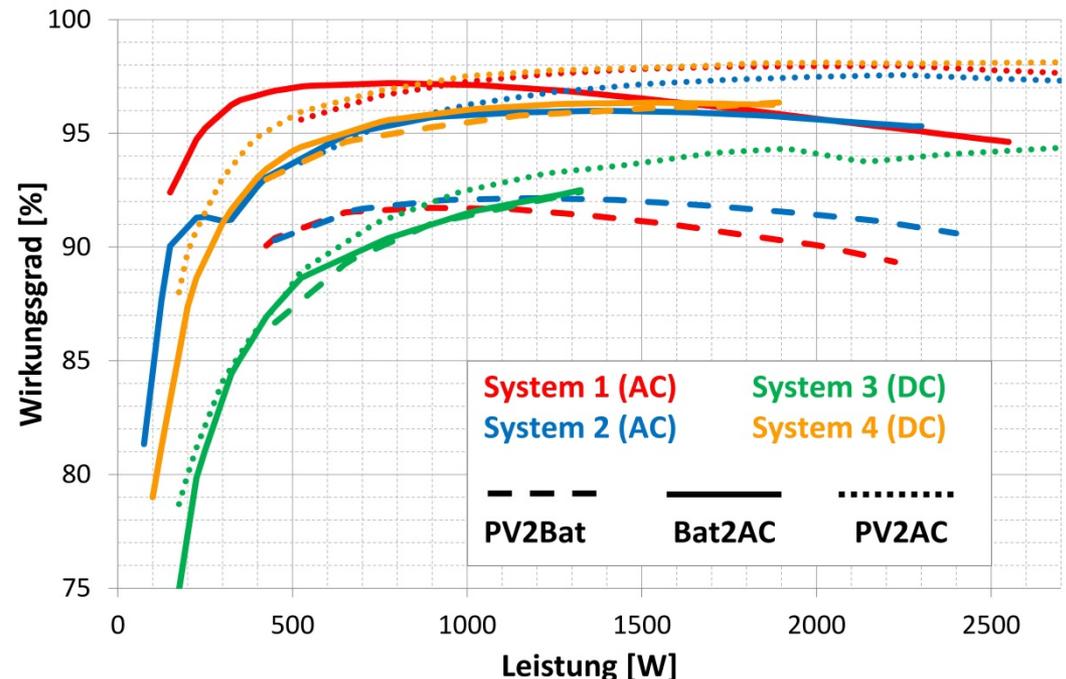
**@1000W laden/250W entladen  
70% Gewichtung**

	1ph AC	1ph DC Korea	1ph DC E3/DC	3ph DC Korea	3ph DC E3/DC
1000W/ 1000W	67%	75%	79%	70%	73%
1000W/ 250W	59%	65%	71%	48%	62%
EU value (proposal)	<b>61,4%</b>	<b>68,0%</b>	<b>73,4%</b>	<b>54,6%</b>	<b>65,3%</b>

# Wirkungsgrade von PV-Speichern (1/2)

- Angaben von Herstellern sind oft irreführend
  - Maximale Wirkungsgrade nicht repräsentativ
  
- Wirkungsgrade sind abhängig von der Leistung und ggf. dem Ladezustand der Batterie
  - Viele Systeme mit schlechten Werten unter 500W

- Zusätzlich Stromverbrauch des Systems
  - Einschalt Verluste (System bereit)
  - Standby (System inaktiv)
  - Sleep (System heruntergefahren)

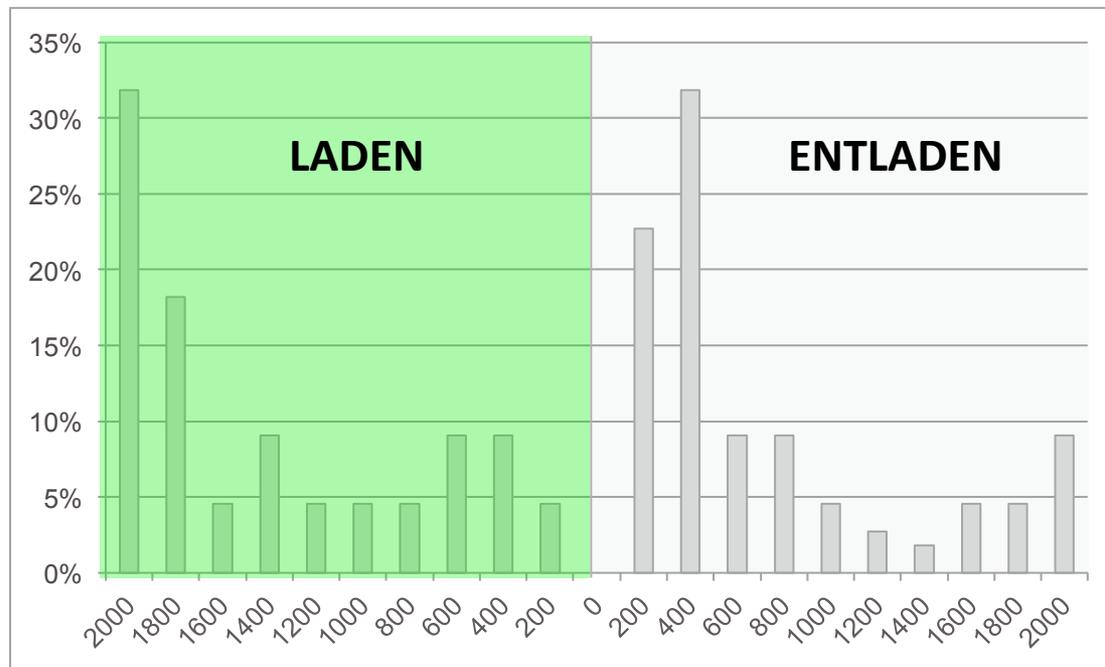


# Wirkungsgrade von PV-Speichern (2/2)

- Tatsächliche Belastung der Komponenten (schematische Darstellung)

- Unterschiedliche Anforderungen an Ladeelektronik

- Hohe Ladeleistungen ( $\sim P_{\max}$ )
- Geringe Entladeleistungen ( $< 500\text{W}$ )



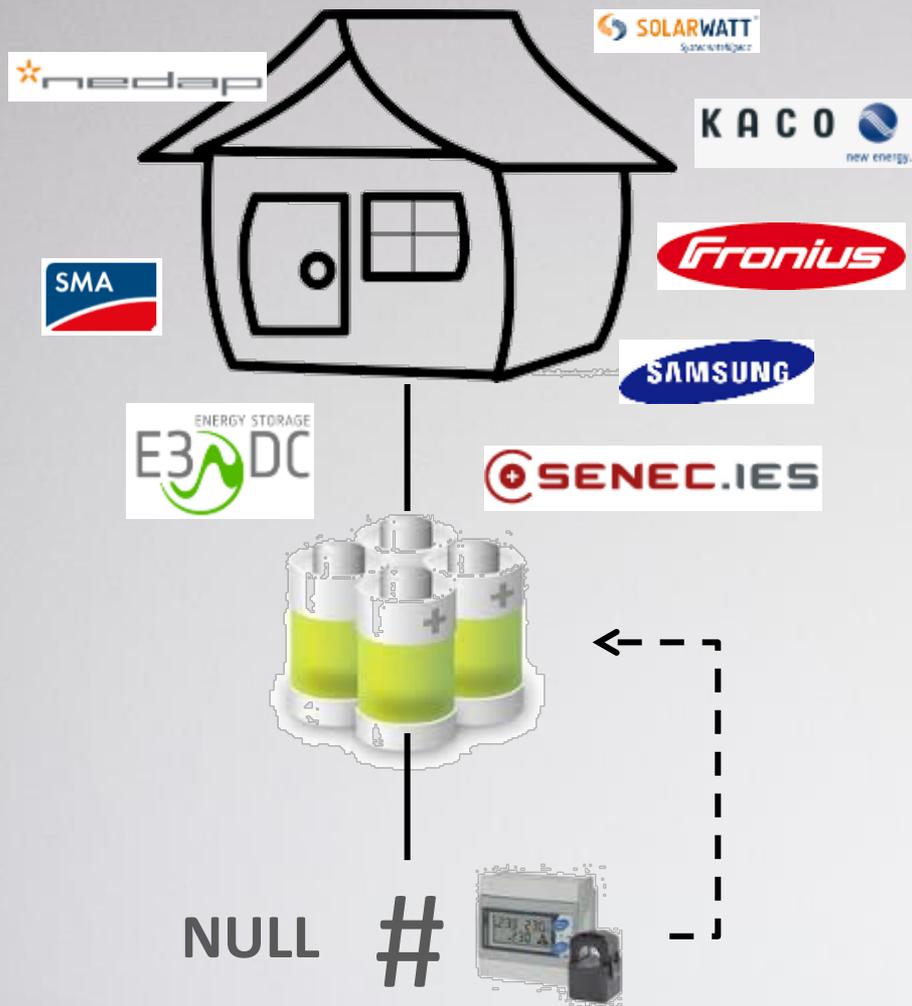
## 2.

Vorsicht bei **falschem Anschluss von Stromspeichern – Eigenverbrauch wird nicht kompensiert** – Auswirkungen für Privatkunde

**Regelgüte** – Auswirkungen von Lastwechseln bei Stromspeichern

# Beispiele

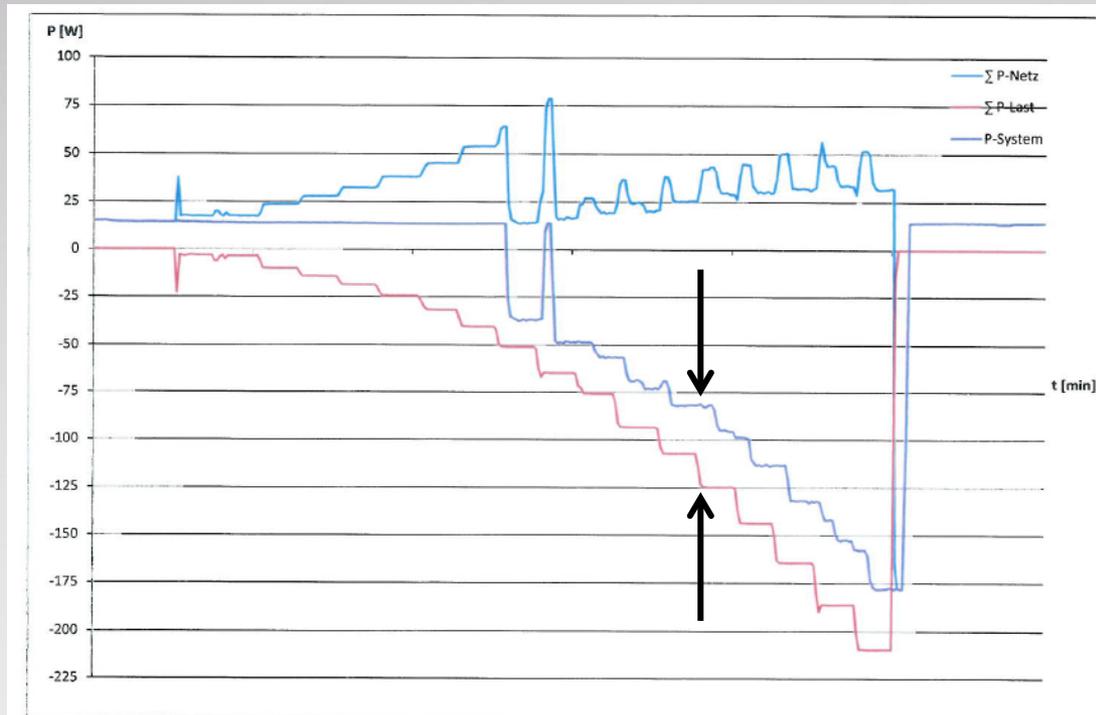
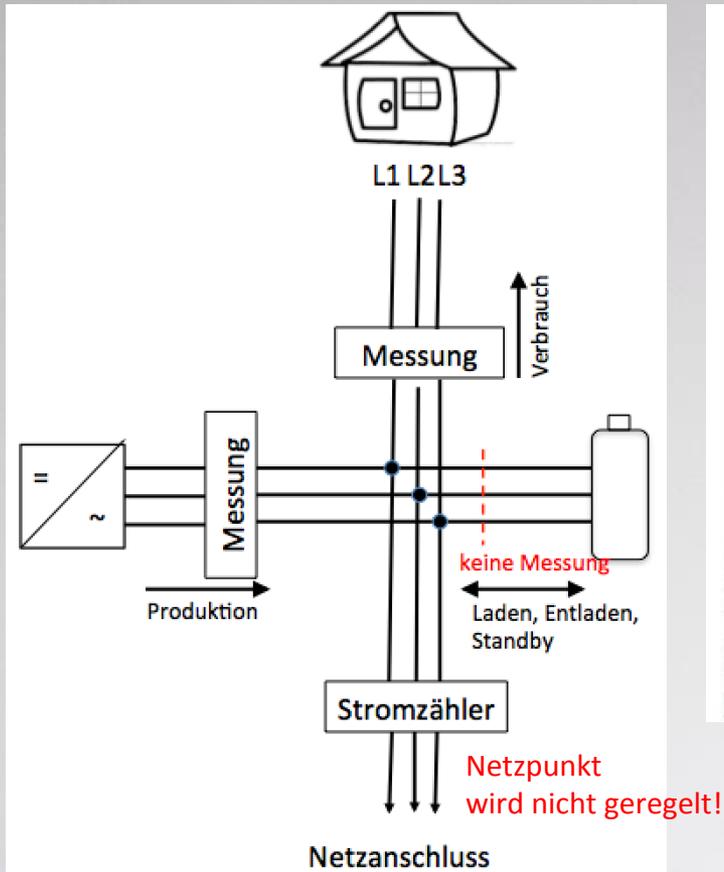
## 3ph Kompensation



## Keine 3ph Kompensation



# Installationsprinzip der fehlenden 3ph Kompensation



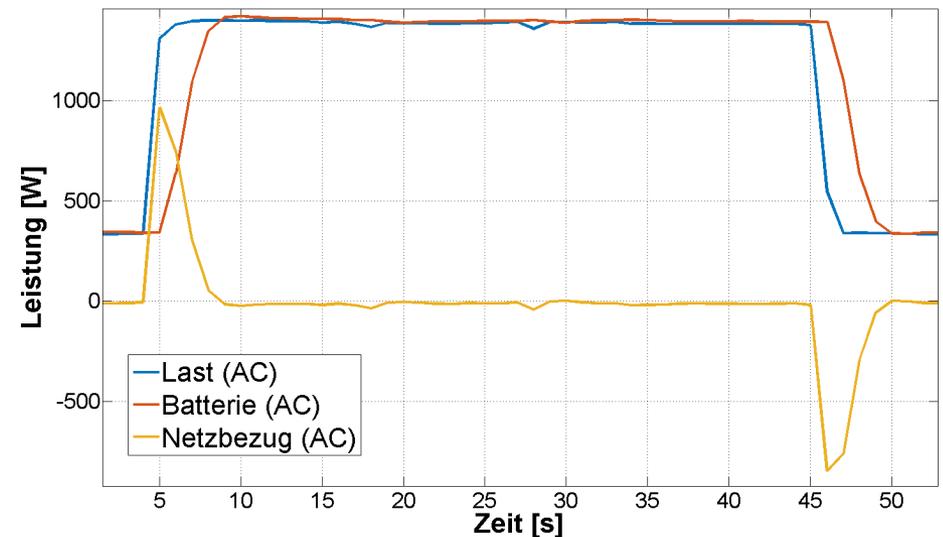
- Deutlicher Mehrverbrauch
- **Kunde bekommt nicht mit, dass sein Gerät niemals 0W am Netzanschluss hat**
- Ca. 50W und mehr für Dauerbetrieb, d.h. bis dann ca. 200..400kWh pro Jahr

## „Jede Kilowattstunde zählt“

- Stromverbrauch des Gerätes aus dem Netz ist teurer als aus der Batterie
  - Aus Steckdose: 38,24 € p.a.
  - Aus Batterie: 21,02 € p.a.
- Regelverzögerung und –trägheit verringern die Autarkie
  - 5s Reaktionszeit kosten ~15€ p.a. [Weniger et al.]

### Annahmen:

- 15 W Stromverbrauch = 131 kWh p.a.
- 75% Wirkungsgrad
- Strompreis 29,1 Cent / kWh
- Wert des Solarstroms: 12 Cent / kWh

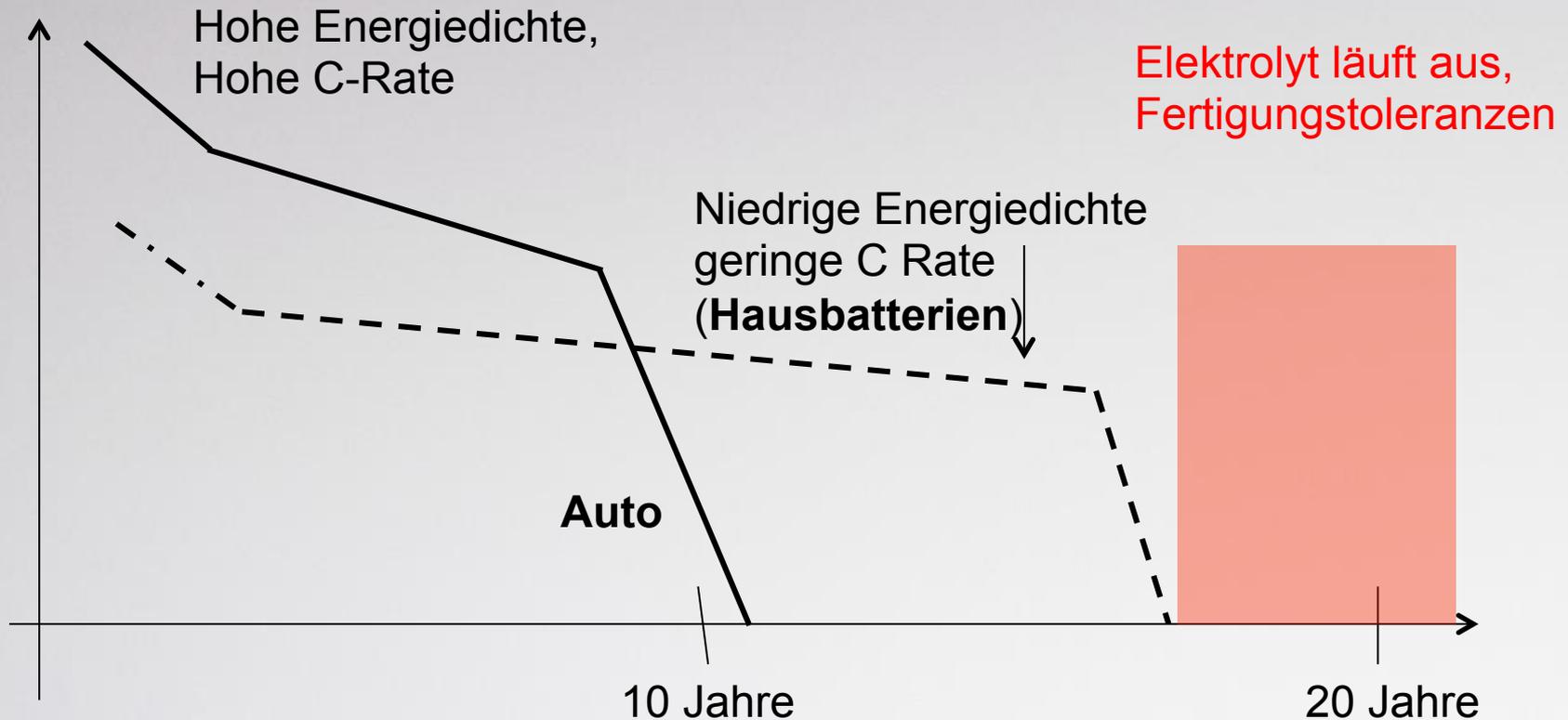


### 3.

## Bewerbung der Zyklenzahl als irreführendes Mass – **kalendarische Lebensdauer** und **Troughput (kWh bis EOL)** als Zielmaß

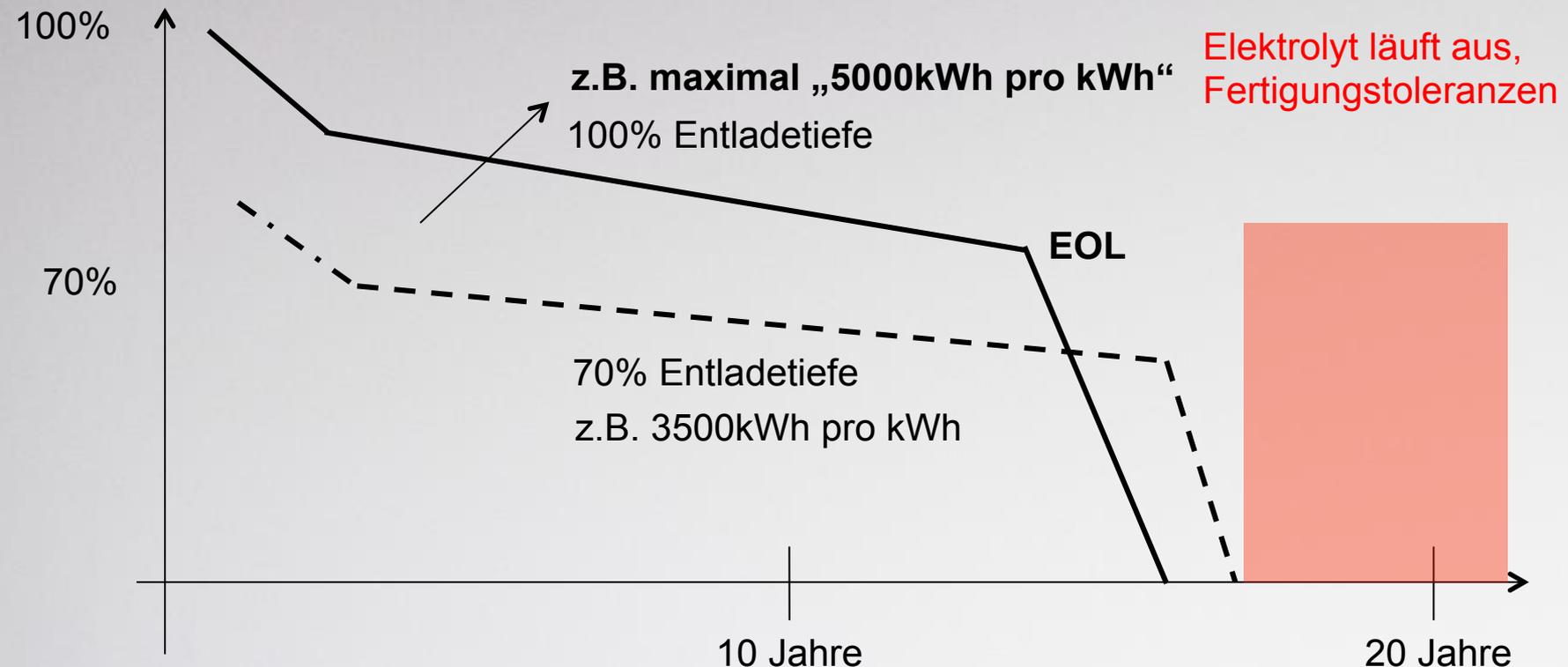
	<b>S10 MINI</b> All In One with S10 M4 AI inverter	<b>S10 E12</b> All In One with S10 E12 AI inverter	
<b>Battery system</b>	Battery inverter nominal power (in W)	1500	3000
	Battery type	DCB-Z	DCB-Z
	Battery technology	Panasonic Lithium-Ion	Panasonic Lithium-Ion
	Weight (per battery module in kg)	21	21
	Efficiency	to 98 %	to 98 %
	Temperature derating control (E3/DC)	yes	yes
	Min. / Max. battery capacity net (in kWh)	2,3 / 9,2	4,6 / 13,8
		up to 92 % + 8 % (reserves)	up to 92 % + 8 % (reserves)
	Max. battery power (in W)	750 per module	750 per module
	Full cycles (FC)	unlimited**	unlimited**
<b>System</b>	Wallbox- / Farming connection	yes / yes	yes / yes
	Electrical supply (off-grid)	1ph outlets	3ph inhouse grid***
	Max. off-grid power sun / battery (in kW)	4,6 / 1,5 (solar recharging)	12 / 3 (solar recharging)

# Lebensdauer ist kaum größer 14-15 Jahre zu garantieren!



- Keine Batterie kann >15 Jahre garantieren
- Viele (fast alle) Batterien bekommen >15 Jahre Probleme (mechanischer Art)
- Temperatur +10° halbiert die Lebensdauer

Entladetiefe erhöht zwar die Zyklen, aber nicht wirklich den Durchsatz kWh bis Lebensdauerende



- **Zyklen sind uninteressant**
- **Kalendarische Alterung begrenzt alles**
- Wichtig wäre die Zahl „**garantierte kWh bis EOL**“

# Belastung von PV-Speichern

- Nur 1.700 Sonnenstunden pro Jahr in Deutschland (ca. 4,5 h pro Tag)
- PV Speicher erreichen nicht mehr als 200...250 Zyklen pro Jahr
  - Winter: Speicher wird tagsüber nicht voll
  - Sommer: Speicher wird nachts nicht leer
- In 20 Jahren Betrieb **weniger als 5.000** Zyklen durch Solarstrom
  - Zusätzliche Zyklisierung durch Doppelnutzen (z.B. Regelenergie) möglich



# Alterung von Batterien

## Stationäre Li-Ionen Batterien

- 5.000...15.000 Zyklen (äqVz)
- 15...?? Jahre kalendarische Lebensdauer
  - Alterung ist stark temperaturabhängig
  - Abhängig von Produktionstechnik (Dichtringe, Schweißnähte, Haltbarkeit des Elektrolyten, ...)
  - Dadurch keine verlässlichen Abschätzungen > 15 Jahre durch Alterungsmodelle möglich

## Automobile Li-Ionen Batterien

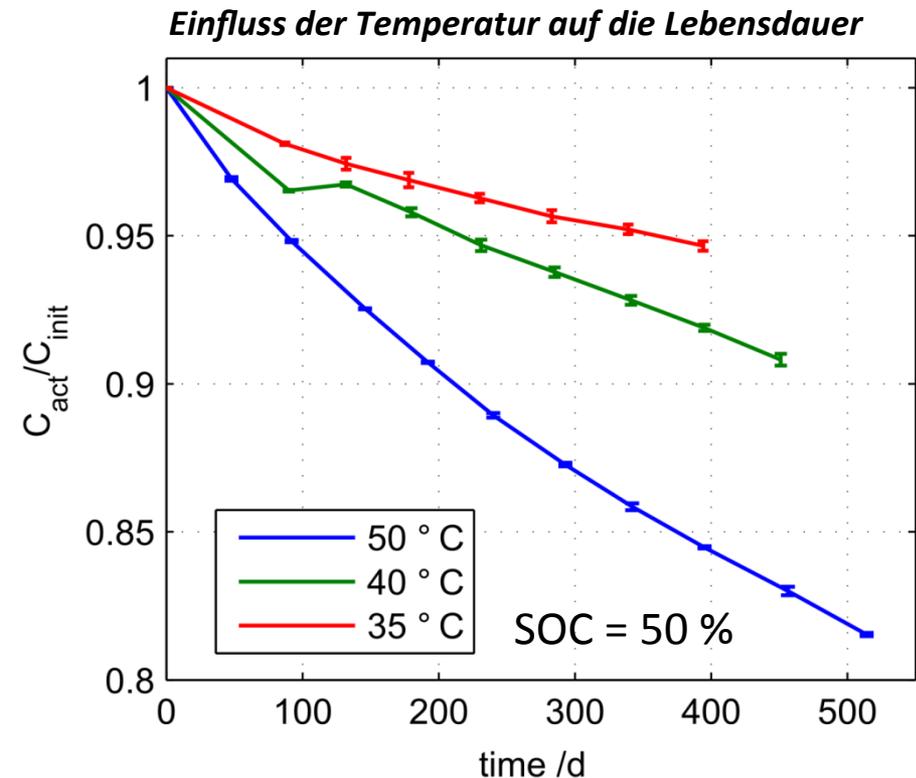
- 500...1500 Zyklen (äqVz)
- Für stationäre Anwendungen nicht gut geeignet

## Blei-Säure Batterien

- Bis zu 2.000 - 3.000 Zyklen (äqVz)
- Kalendarische Alterung beherrschbar
- Wartung erforderlich
  - Umwälzpumpe
  - Erfrischungsladung
  - Wasser nachfüllen

# Einflussfaktoren kalendarischer Alterung

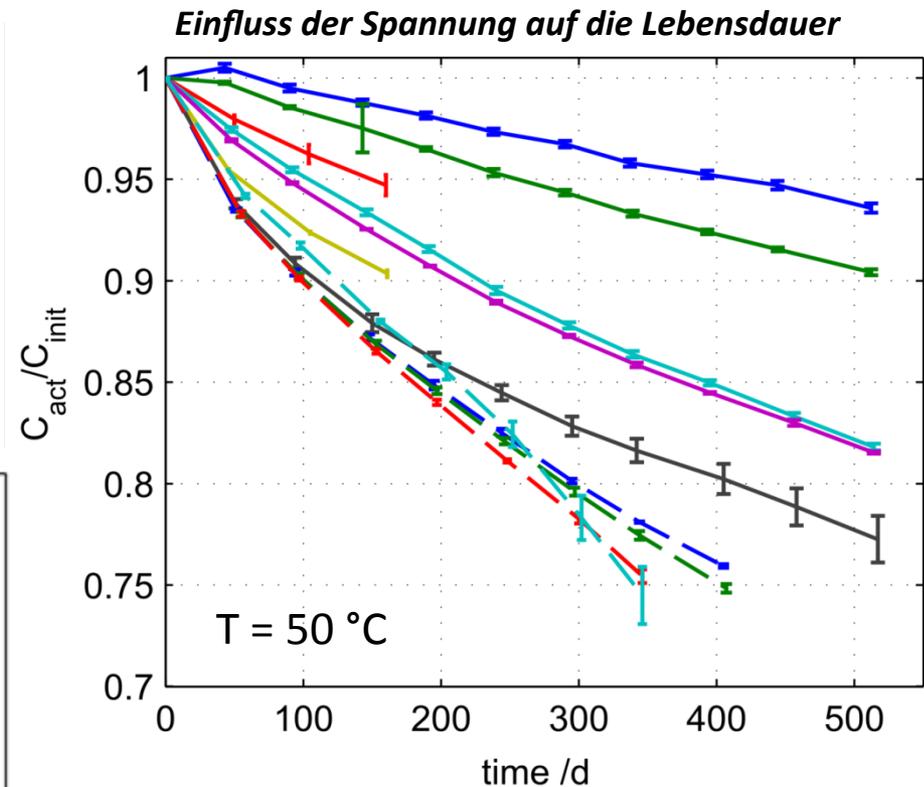
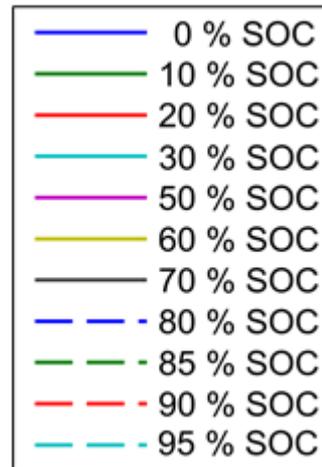
- Hohe Spannung und hohe Temperatur verstärken die Alterung deutlich
- Intelligente Betriebsstrategien können Batterielebensdauer signifikant (> 125%) erhöhen



Schmalstieg et al., Journal of Power Sources 257 (2014) 325-334

# Einflussfaktoren kalendarischer Alterung

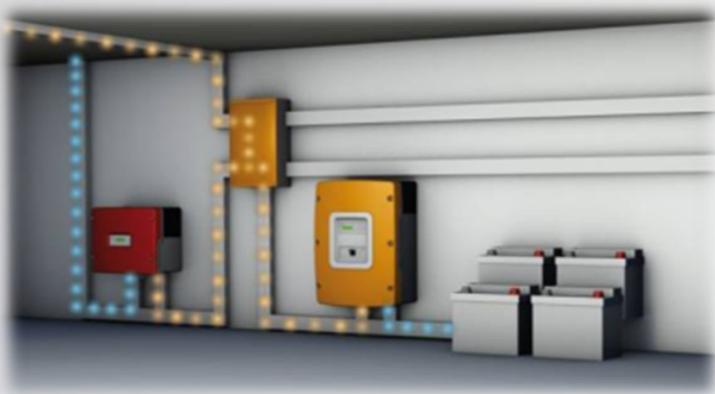
- Hohe Spannung und hohe Temperatur verstärken die Alterung deutlich
- Intelligente Betriebsstrategien können Batterielebensdauer signifikant (> 125%) erhöhen



Schmalstieg et al., Journal of Power Sources 257 (2014) 325-334

# 4. Garantiebedingungen 10/15/20 Jahre? – welche Fallen gibt es

Komponenten



All In One



# Viele Komponenten – ein Ansprechpartner?

Software?,  
Autarkie?,  
Erweiterungen?,  
...?????



	Solarwechselrichter	A-Teile (Elektrik)	Batterie	Service
Diffuse Bedingungen	Nicht enthalten/ Anderer Hersteller	Nicht enthalten/ Anderer Hersteller	Nur Zellen/ <u>und/oder</u> <u>nicht prüfbare</u> <u>Bedingungen</u>	Nicht möglich/ Firma nicht solvent
z.B. Zeitersatz oder eingeschränkt	Enthalten	Enthalten	Zeitersatz	Kostenpflichtig
Vollersatz	Komplett	Komplett	Vollersatz	Kostenlos

**5.**  
**Erweiterbarkeit –**  
**Bitte keine Inselösungen**

## Energiebedarf:

### Strom

- Beleuchtung
- Kühlen & Gefrieren
- Kochen & Backen
- Waschen & Trocknen
- Haushaltsgeräte
- Fernseher, PC & Co.
- Umwälzpumpe

### Wärme

- Heizung
- Warmwasser

### Mobilität

- Auto
- Roller
- Fahrrad



## Handlungsfelder:

### Energie erzeugen

- Solarstrom
- Kraft-Wärme-Kopplung

### Energie speichern

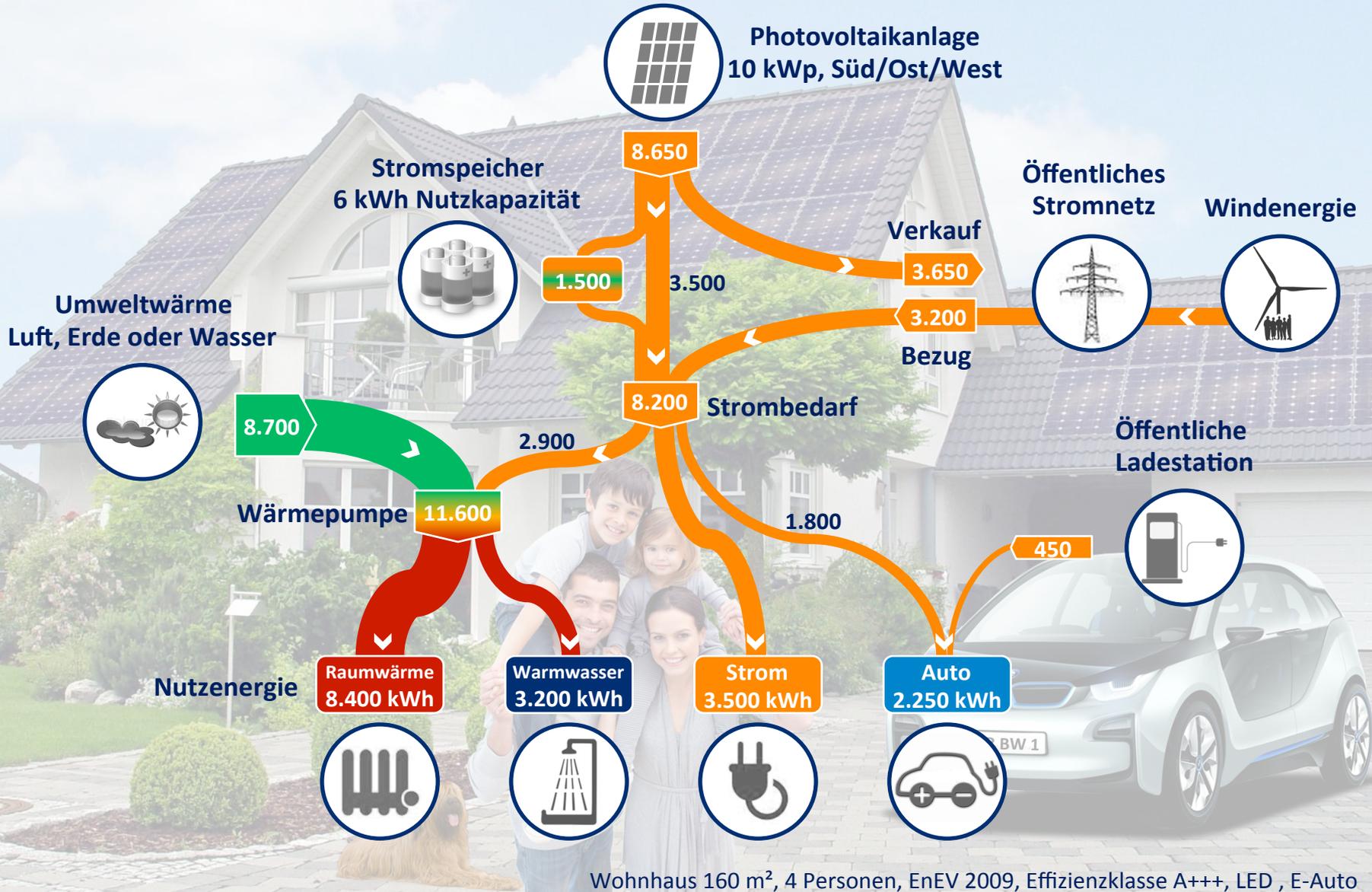
- Stromspeicher
- Pufferspeicher
- Fußbodenheizung
- Notstromversorgung

### Energie anwenden

- Wärmepumpen
- Elektromobilität
- Smart Home
- Smart Grid

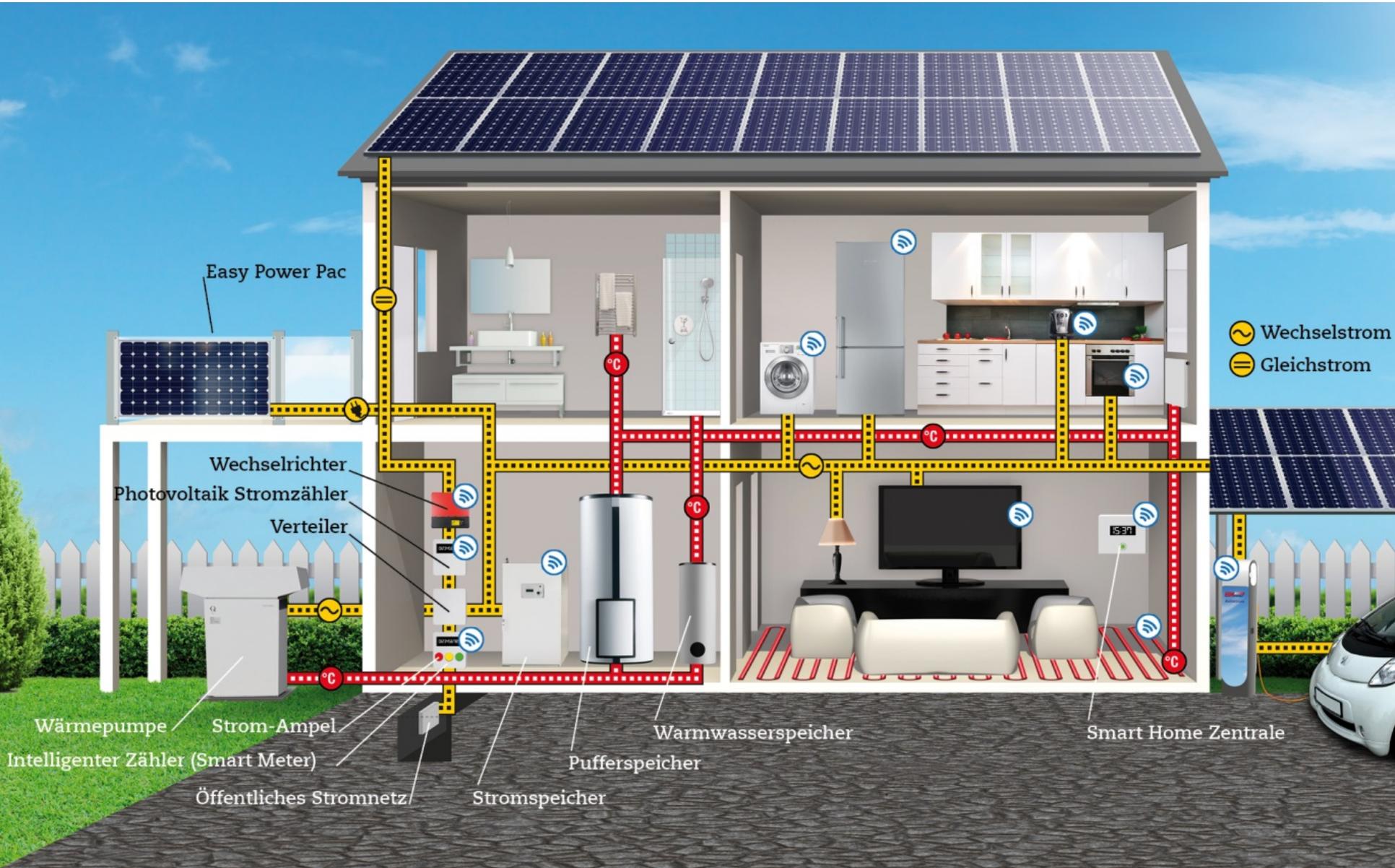
**Kostengünstige Energie selbst erzeugen, speichern und intelligent anwenden!**

# Optimierte Energieflüsse



Intelligente Energielösungen

**B&W** ENERGY



# 6.

## Fortsetzung der KfW-Förderung, wichtige Parameter und Änderungen

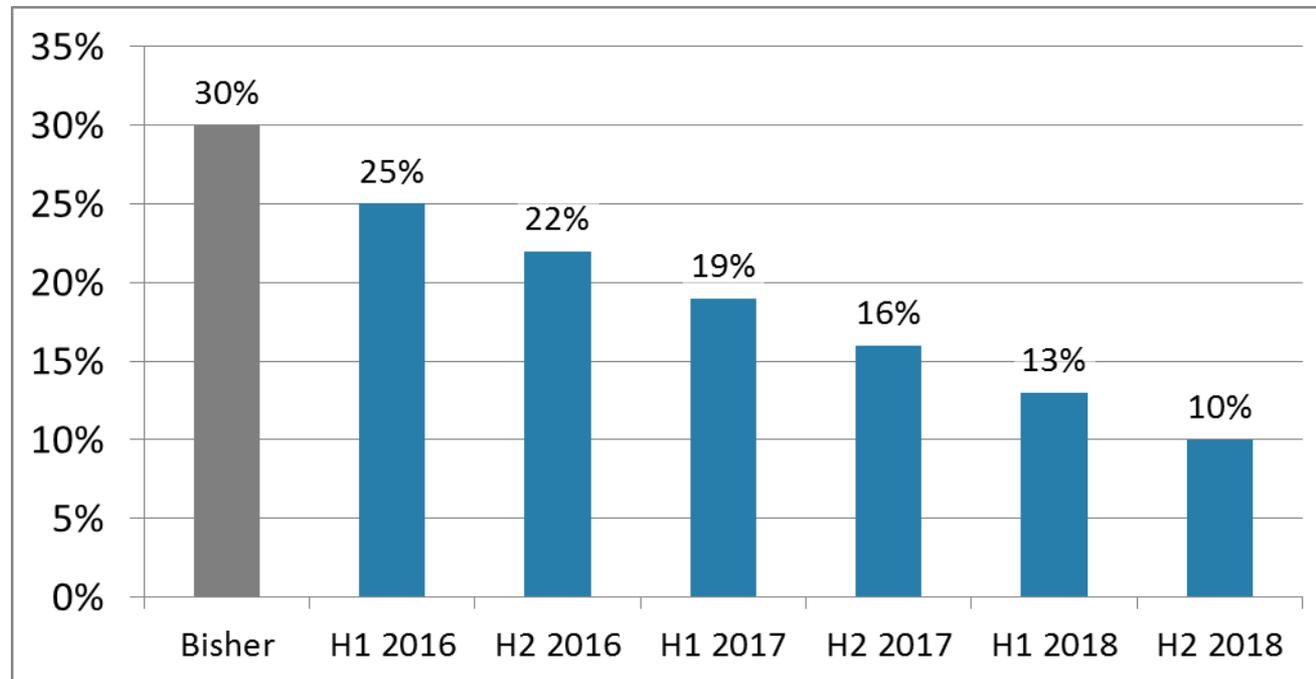
# Fortsetzung der KfW-Förderung

## Fördervolumen:

- 1. März 2016 – 31.12.2018
- 30 Millionen EUR
- Degressive Förderquote:

## Verschärfte Anforderungen:

- 50% Abregelung der PV-Anlage
- 10 Jahre Zeitwertersatzgarantie für Batteriespeicher



# Bedeutung der 50% Abregelung

## Bedeutung für Betreiber

- Intelligente Speicher können die Mittagsspitze erkennen und speichern
  - Wetterprognosen
  - Lastprognosen
  - Smart Home Anwendungen
  
- Dadurch fast keine Verluste
  - 1...4% p.a. (RWTH / HTW)
  - Auch vorteilhaft für Alterung!
  
- „Dumme“ Systeme verlieren 5...10% Eigenverbrauch

## Bedeutung für Netze

- Speicher entlasten die Verteilnetze an sonnigen Tagen
- Dadurch mehr PV-Ausbau möglich (ohne Netzausbau)

