



SG Gespräche  
08. Okt. 2018, Stuttgart

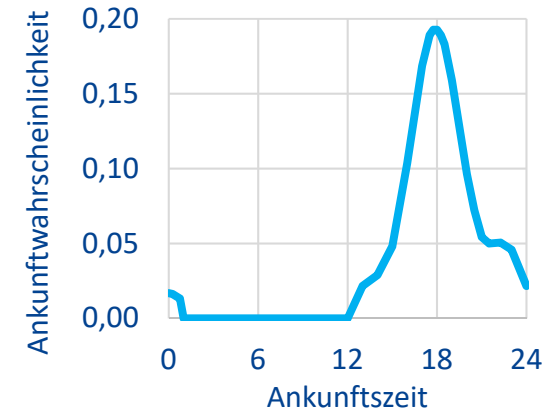
# **E-Mobilität mit stationären Speichern: zur Netzentlastung und für erhöhten Anteil an Solarstrom**

Dr. Jann Binder

Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung  
Baden-Württemberg (ZSW)

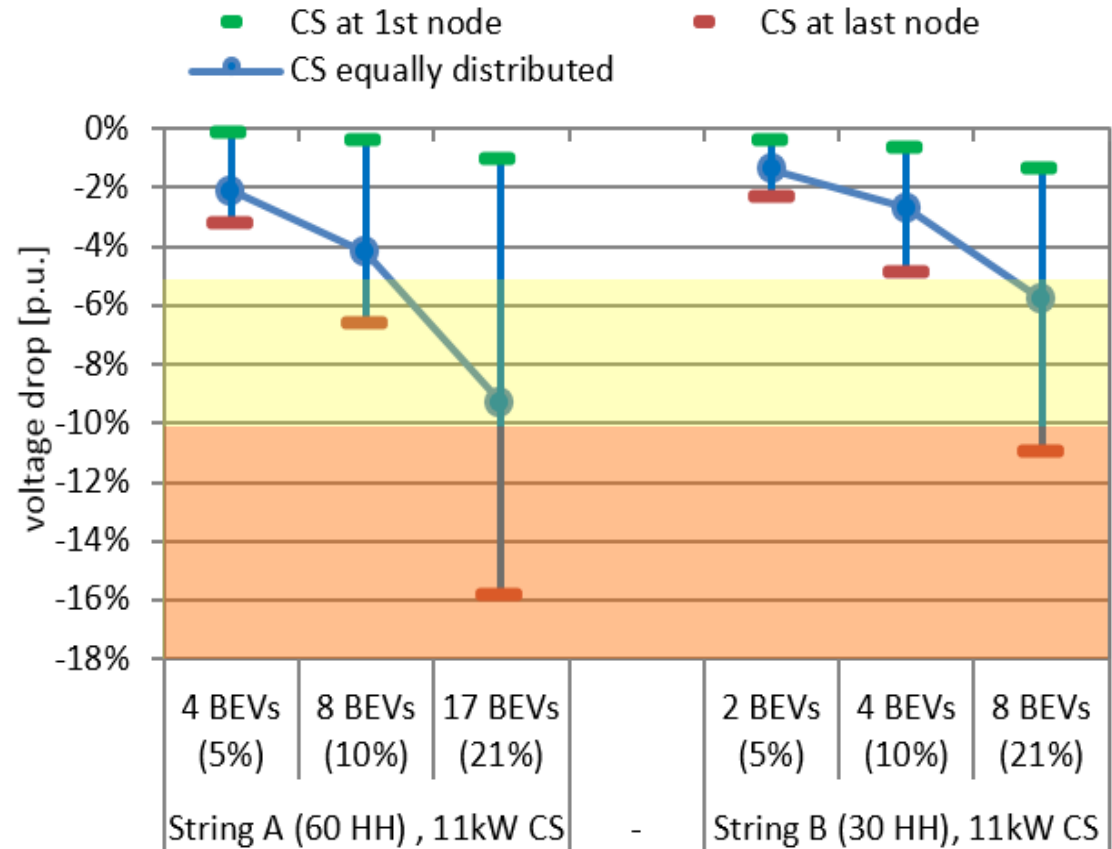
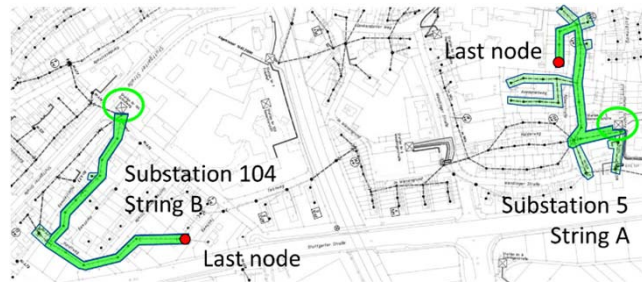
# Speicher im Verteilnetz

- Reduktion der Netzbelastung durch verringerte Gleichzeitigkeit von Ladevorgängen in der Elektromobilität
- Erhöhung des PV-Eigenverbrauchs für die E-Mobilität



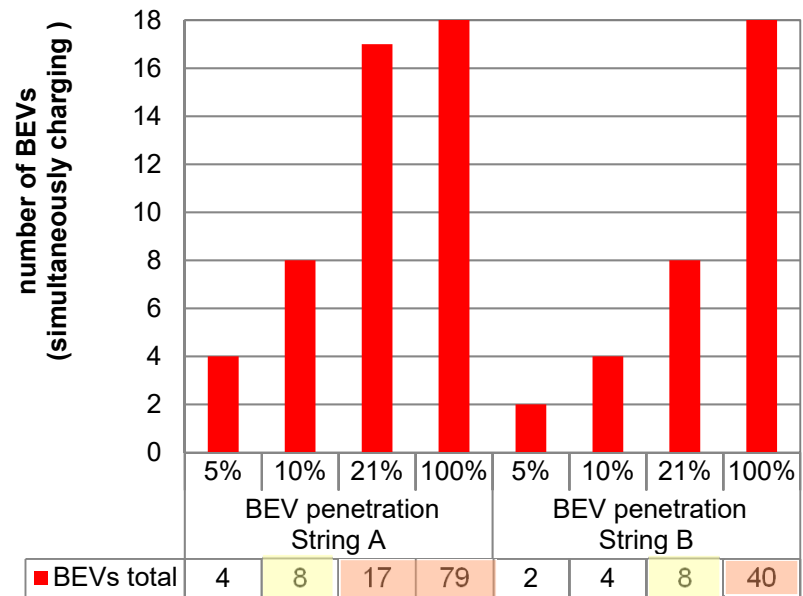
# Spannungsabfall im Verteilnetz durch E-Mobilität

Schon ab 10% lokaler Durchdringung an E-Mobilität und ungünstiger Anordnung der privaten Ladestationen (CS) im Strang ergeben sich unzulässige Spannungsabfälle – wenn gleichzeitig geladen wird



Quelle: J. Wenske [ZSW] et.al., „Hot-spot Scenarios of Electric Vehicle on LV Grid including Statistics and Effect of Decentralized Battery Storage“, 2nd E-Mobility Power System Integration Symposium, Stockholm, 15 Oct, 2018; Studie i.A. ads-tec und SW Nürtingen.

# Gesamtheit an Fahrzeugen in den Beispielsträngen



Quelle: J. Wenske [ZSW] et.al., „Hot-spot Scenarios of Electric Vehicle on LV Grid including Statistics and Effect of Decentralized Battery Storage“, 2nd E-Mobility Power System Integration Symposium, Stockholm, 15 Oct, 2018; Studie i.A. ads-tec und SW Nürtingen.



# Gesamtheit an Fahrzeugen vs. Wahrscheinlichkeit gleichzeitigen Ladens

bei Berücksichtigung der Ankunfts wahrscheinlichkeit; der Verteilung täglicher Fahrstrecken und lokaler Speicher (99,7% Konfidenz):

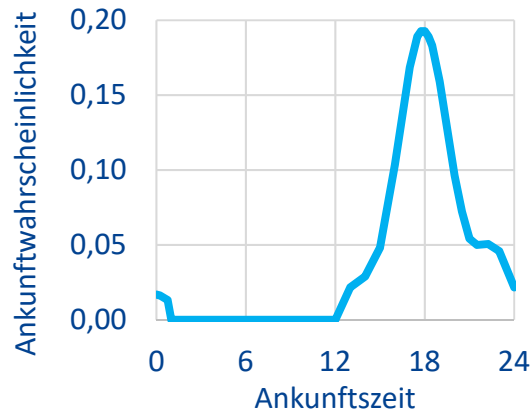
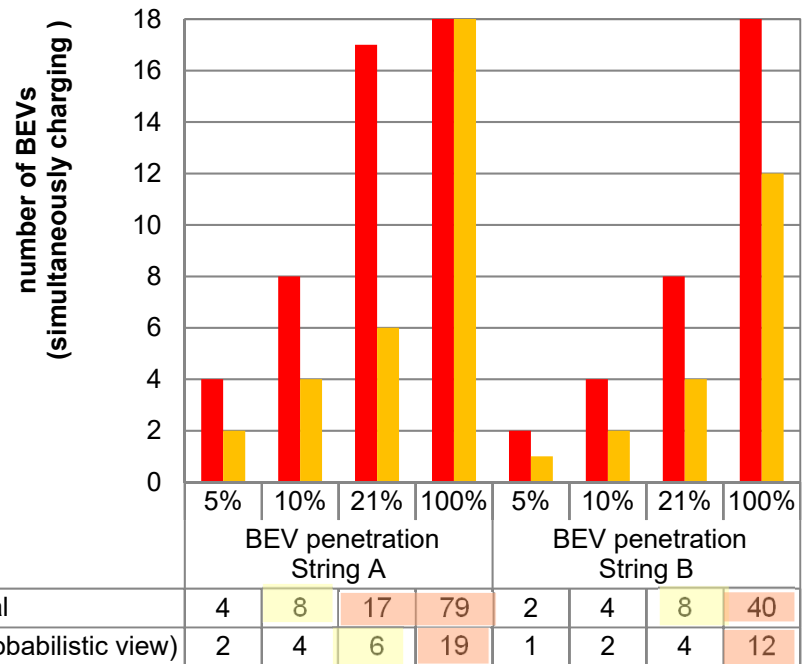


TABLE II. SURVEY RESULTS FOR DAILY DRIVING DISTANCE [4]

Maximum Driving Distance (km)	0	1	10	20	40	65	100	200	300
Probability (%)	29,9	2,5	17,1	12,7	14,7	9,1	6,1	4,7	3,2



Quelle: J. Wenske [ZSW] et.al., „Hot-spot Scenarios of Electric Vehicle on LV Grid including Statistics and Effect of Decentralized Battery Storage“, 2nd E-Mobility Power System Integration Symposium, Stockholm, 15 Oct, 2018; Studie i.A. ads-tec und SW Nürtingen.

# Reduktion der Gleichzeitigkeit von Ladevorgängen am Netz durch dezentrale Speicher

bei Berücksichtigung der Ankunfts wahrscheinlichkeit; der Verteilung täglicher Fahrstrecken und lokaler Speicher (99,7% Konfidenz):

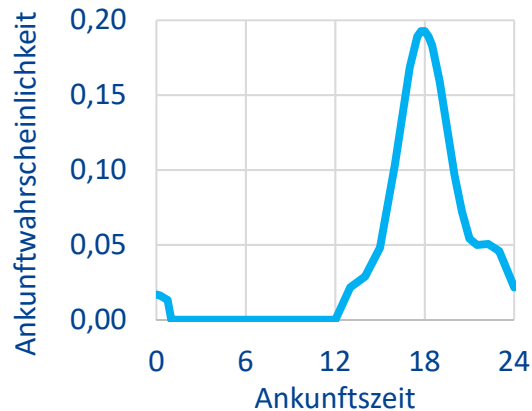
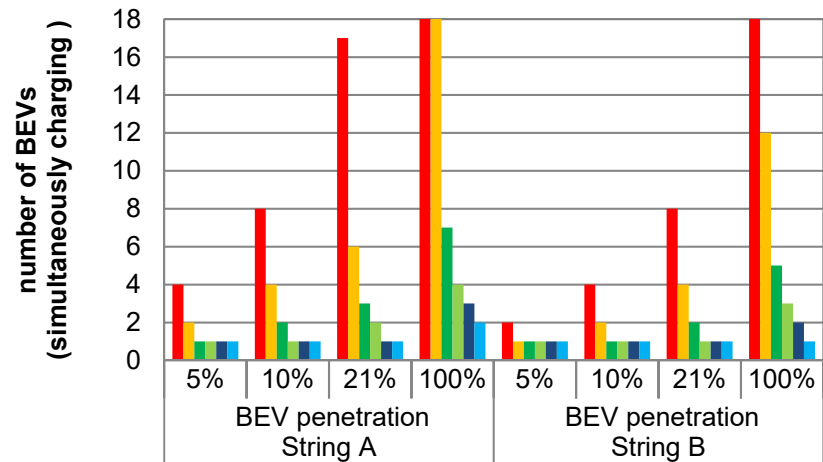


TABLE II. SURVEY RESULTS FOR DAILY DRIVING DISTANCE [4]

Maximum Driving Distance (km)	0	1	10	20	40	65	100	200	300
Probability (%)	29,9	2,5	17,1	12,7	14,7	9,1	6,1	4,7	3,2



	BEV penetration String A				BEV penetration String B			
	5%	10%	21%	100%	5%	10%	21%	100%
■ BEVs total	4	8	17	79	2	4	8	40
■ BEVs (probabilistic view)	2	4	6	19	1	2	4	12
■ BEVs (probabilistic view with 5kWh storage)	1	2	3	7	1	1	2	5
■ BEVs (probabilistic view with 10 kWh storage)	1	1	2	4	1	1	1	3
■ BEVs (probabilistic view with 15 kWh storage)	1	1	1	3	1	1	1	2
■ BEVs (probabilistic view with 20 kWh storage)	1	1	1	2	1	1	1	1

Quelle: J. Wenske [ZSW] et.al., „Hot-spot Scenarios of Electric Vehicle on LV Grid including Statistics and Effect of Decentralized Battery Storage“, 2nd E-Mobility Power System Integration Symposium, Stockholm, 15 Oct, 2018; Studie i.A. ads-tec und SW Nürtingen.

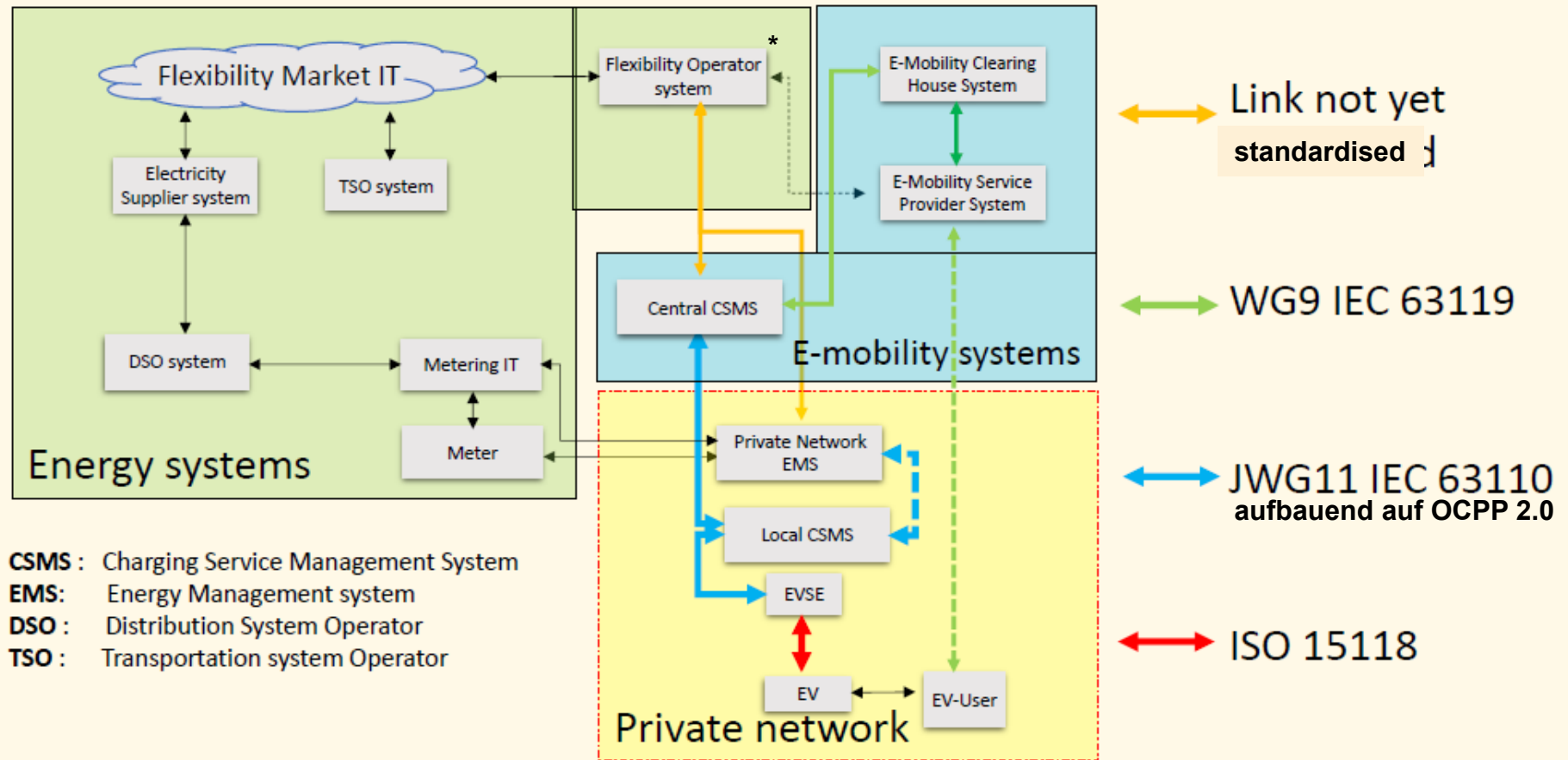
# Wer regelt ab – wenn doch mehr gleichzeitig laden wollen?



Bild 1: Schematische Darstellung der Aufgaben der Koordinierungsfunktion zwischen Marktakteuren und Anschlussnetzbetreibern

# Wer regelt ab – wenn doch mehr gleichzeitig laden wollen?

## Next E-mobility standard landscape

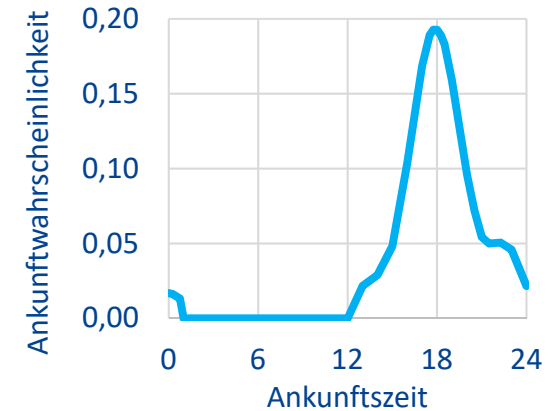


Quelle: Paul Bertrand (representing EDF in IEC): 02\_Last\_Trends\_in\_Communication\_Standards\_for\_E-Mobility\_Bertrand.pdf, slide 10; Vector E-Mobility Engineering Day Stuttgart 12.4.2018



# Speicher im Verteilnetz

- Reduktion der Netzbelastung durch verringerte Gleichzeitigkeit von Ladevorgängen in der Elektromobilität
- Erhöhung des PV-Eigenverbrauchs für die E-Mobilität

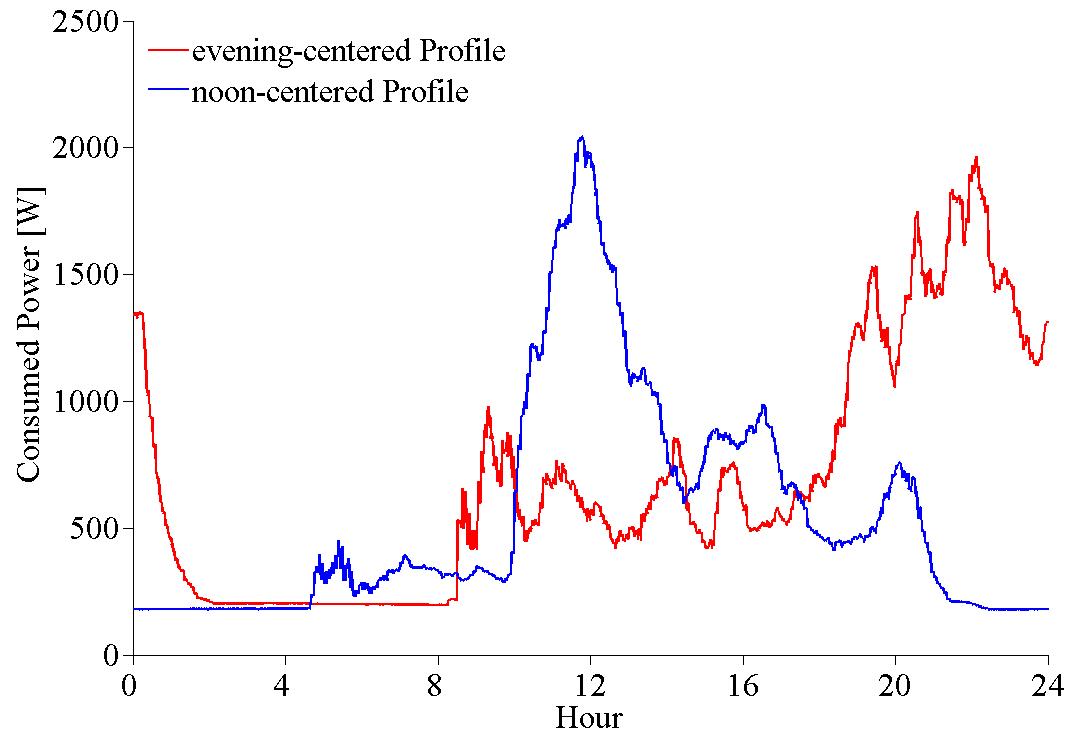


# Eigenverbrauch eines Haushalts mit Elektroauto - Auswirkung eines stationären Speichers

## Untersuchte Abhängigkeiten bzw. Varianten

- E-Mobil Nutzungsverhalten und Ladeverhalten
  - (1) Nutzungsverhalten liefert den bekannten Durchschnitt aus D  
(0-300 km; Schnitt 50 km; Ankunft gemäß WK-Funktion von oben)
  - (2) Pendler mit 50 km pro Tag an Arbeitstagen, lädt jeden Tag 18.00 Uhr
  - (3) Pendler wie oben – lädt die Autobatterie jedoch nur am WE
  - (4) Haushalt hat zwei BEV;
    - 1.-tes BEV genutzt vom Pendler wie oben,
    - 2.-tes BEV mit 0-40 km pro Tag zufällig verteilt;  
Ankunft tagsüber zwischen 11 und 15 Uhr.
- Typ des Haushaltsprofils
  - Verbrauchsschwerpunkt Mittags bzw. Abends
- Energieinhalt der Batterie variiert von 2 bis 14 kWh
- für Ladestation mit 3,7 kW und 11 kW

# Angenommene Haushaltsprofile



- Zwei extreme Haushaltsprofile, mit Verbrauchsschwerpunkt abends bzw. Mittags
- Jeweils skaliert auf 4000 kWh/a

# Fälle und Fahrzeugnutzung im Detail

	w/o BEV	BEV (Monte Carlo)	Commuter 6 pm	WE-charging Commuter	Two BEVs**
<b>Electrical demand</b>	4,000 kWh	6,700 kWh	7,450 kWh	7,150 kWh	8,150 kWh
<b>Amount of BEVs</b>	-	1	1	1	2
<b>Daily Driving Distance</b>	-	0 km - 300 km	workday: 50 km weekend: 0 km - 300 km	workday: 50 km weekend: 25 km + 25 km	workday: 0 km - 40 km*
<b>Daily Arrival Time</b>	-	12 a.m. - 12 p.m.	workday: 6 p.m. weekend: 12 a.m. - 12 p.m.	workday: 6 p.m. weekend: 9 a.m. and 7 p.m.	workday: 11 a.m. – 3 p.m.* weekend: -*
<b>Charging Pattern</b>	-	daily after arrival	daily after arrival	on the weekend	daily after arrival

# Vorgehensweise in der Simulation

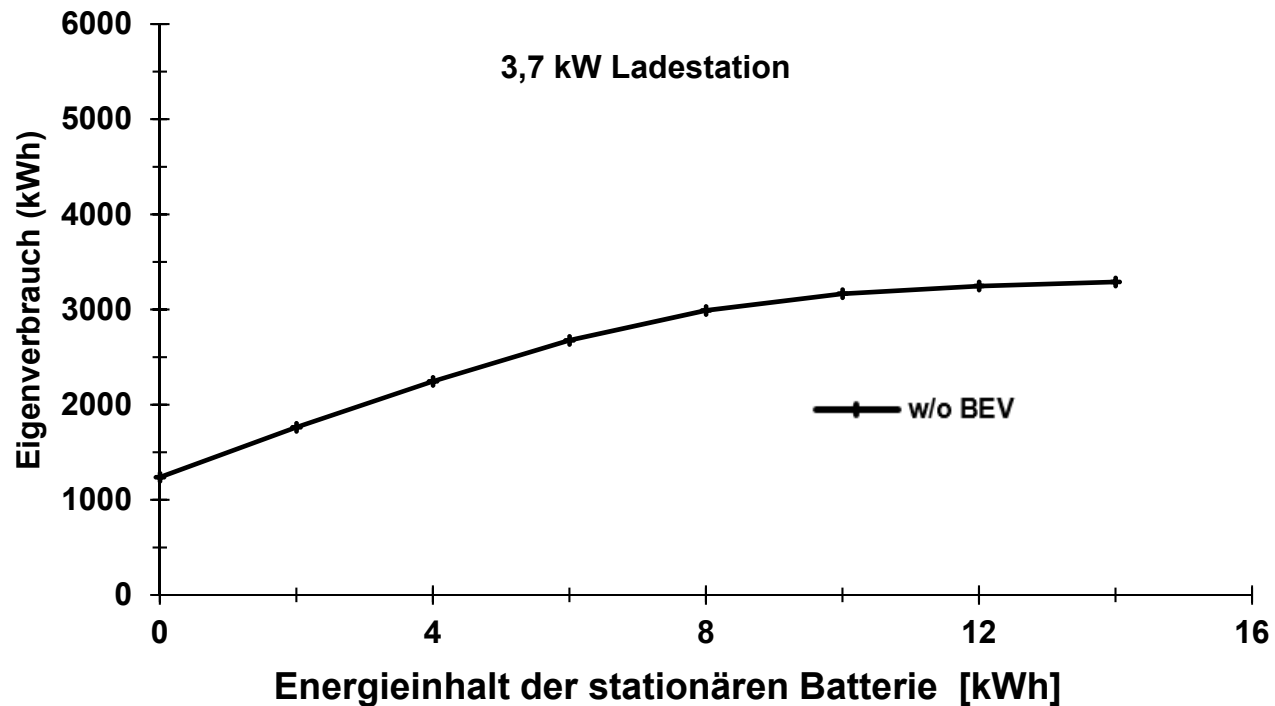
- Mit der Monte-Carlo Methode wird für jeden Tag eine Fahrzeugnutzung „gewürfelt“, sodass die Wahrscheinlichkeiten für Fahrstrecke und Ankunftszeit über das Jahr den Zielwerten entspricht
- Die Solareinstrahlung entspricht dem Verlauf des Jahres 2011
- Die Haushaltsprofile ergeben sich aus einer Simulation des Verhaltens der Einwohnern - sind also nicht jeden Tag gleich\*\*
- Die Simulation erfolgt in 15 Min Schritten für ein Jahr
- Die Speicher werden zu 90% genutzt, verschiedene Verlustmechanismen werden berücksichtigt\*

*\*Details siehe D. Huschenhöfer [ZSW] et.al., „Increased\* Utilization of residential PV Storage Systems through locally charged Battery Electric Vehicles“, 2nd E-Mobility Power System Integration Symposium, Stockholm, 15 Oct, 2018.*

*\*\* Lastprofilgenerator von Noah Pflugradt (<https://www.loadprofilegenerator.de/>)*

# Eigenverbrauch – ohne BEV

Verbrauchsschwerpunkt im HH abends; PV 10 kWp

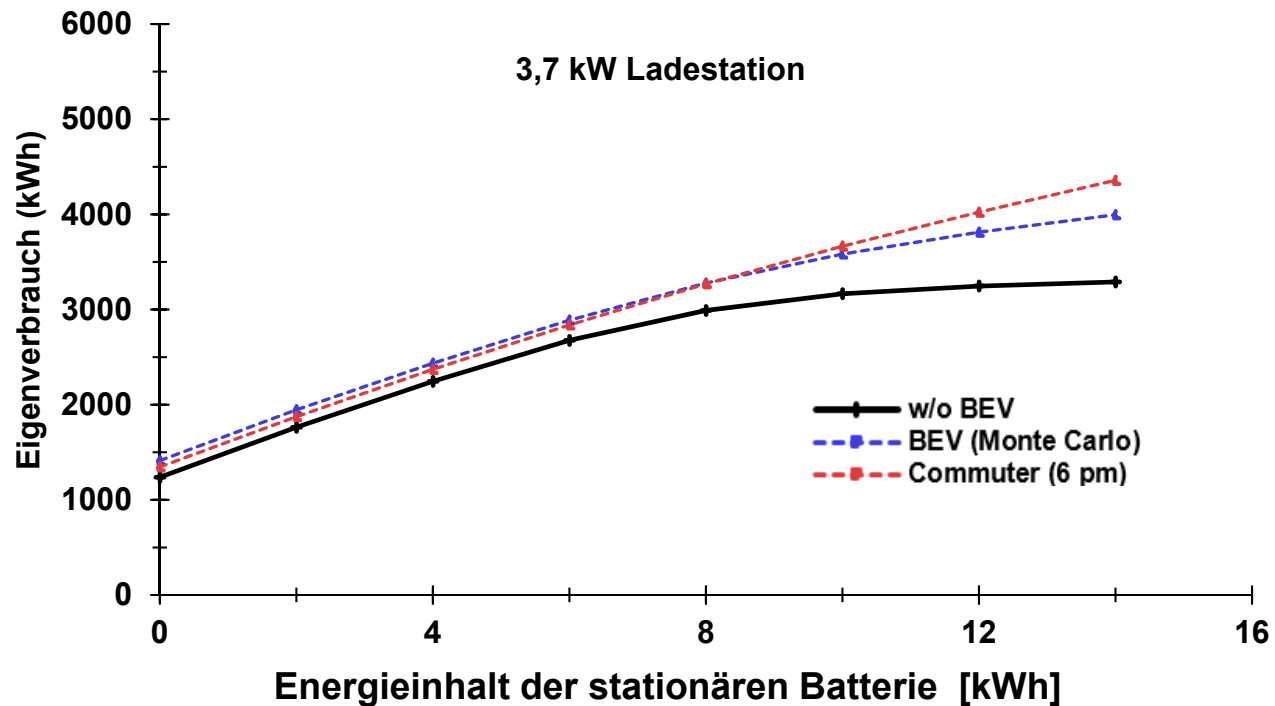


- Batterie von 4-6 kWh notwendig für hohen Eigenverbrauch (EV) ohne BEV

Quelle: D. Huschenhöfer [ZSW] et.al., „Increased Utilization of residential PV Storage Systems through locally charged Battery Electric Vehicles“, 2nd E-Mobility Power System Integration Symposium, Stockholm, 15 Oct, 2018

# Eigenverbrauch

Verbrauchsschwerpunkt im HH abends; PV 10 kWp

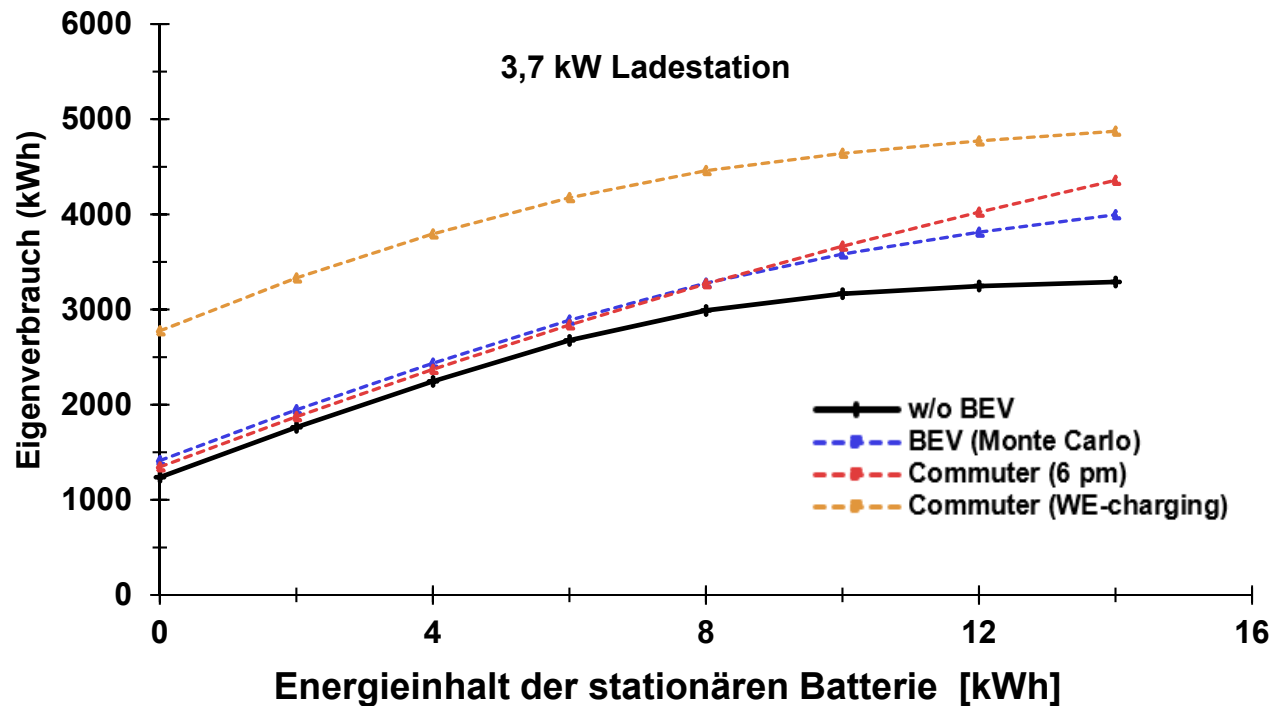


- Batterie von 4-6 kWh notwendig für hohen Eigenverbrauch (EV) ohne BEV

Quelle: D. Huschenhöfer [ZSW] et.al., „Increased Utilization of residential PV Storage Systems through locally charged Battery Electric Vehicles“, 2nd E-Mobility Power System Integration Symposium, Stockholm, 15 Oct, 2018

# Eigenverbrauch

Verbrauchsschwerpunkt im HH abends; PV 10 kWp



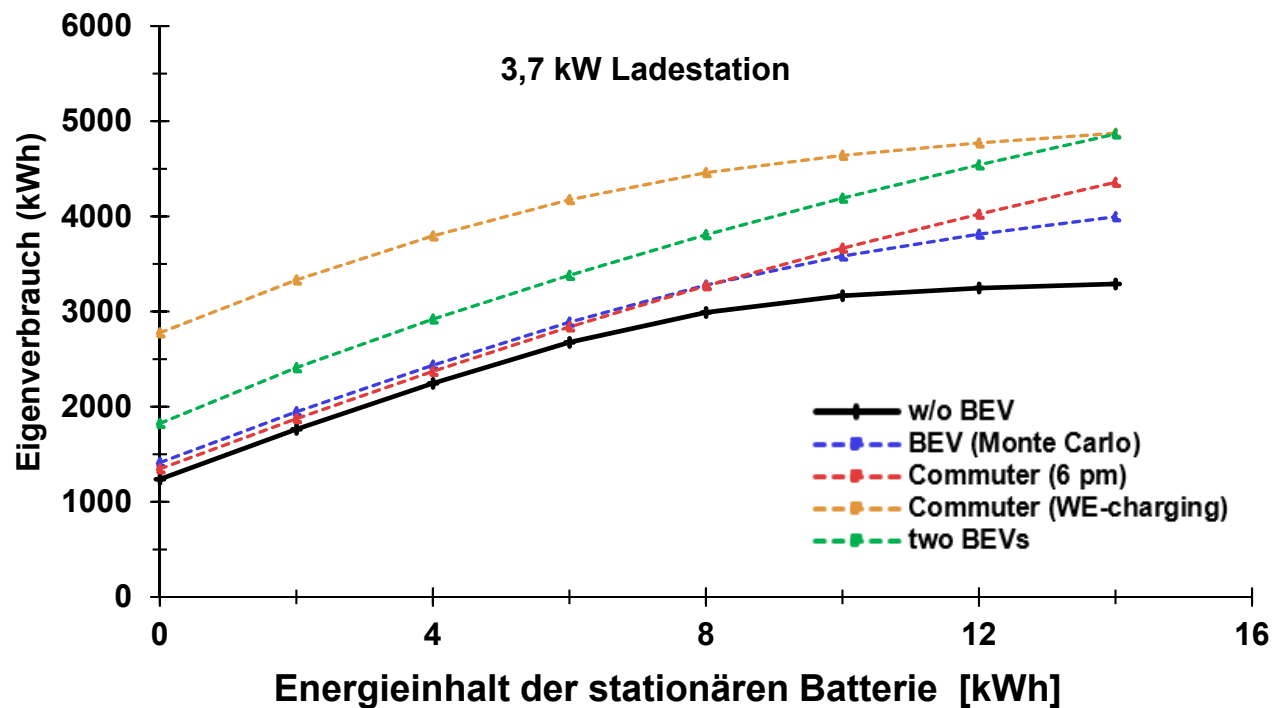
- Batterie von 4-6 kWh notwendig für hohen Eigenverbrauch (EV) ohne BEV
- Das Wochenendladen erhöht den EV massiv - ersetzt eine große Batterie

Quelle: D. Huschenhöfer [ZSW] et.al., „Increased Utilization of residential PV Storage Systems through locally charged Battery Electric Vehicles“, 2nd E-Mobility Power System Integration Symposium, Stockholm, 15 Oct, 2018



# Eigenverbrauch

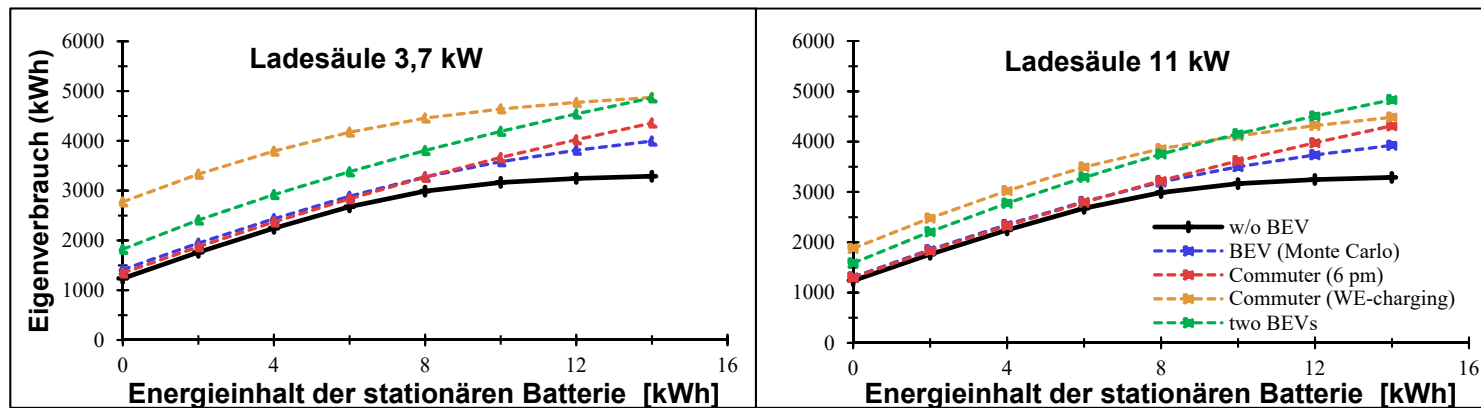
Verbrauchsschwerpunkt im HH abends; PV 10 kWp



- Batterie von 4-6 kWh notwendig für hohen Eigenverbrauch (EV) ohne BEV
- Das Wochenendladen erhöht den EV massiv - ersetzt eine große Batterie

Quelle: D. Huschenhöfer [ZSW] et.al., „Increased Utilization of residential PV Storage Systems through locally charged Battery Electric Vehicles“, 2nd E-Mobility Power System Integration Symposium, Stockholm, 15 Oct, 2018

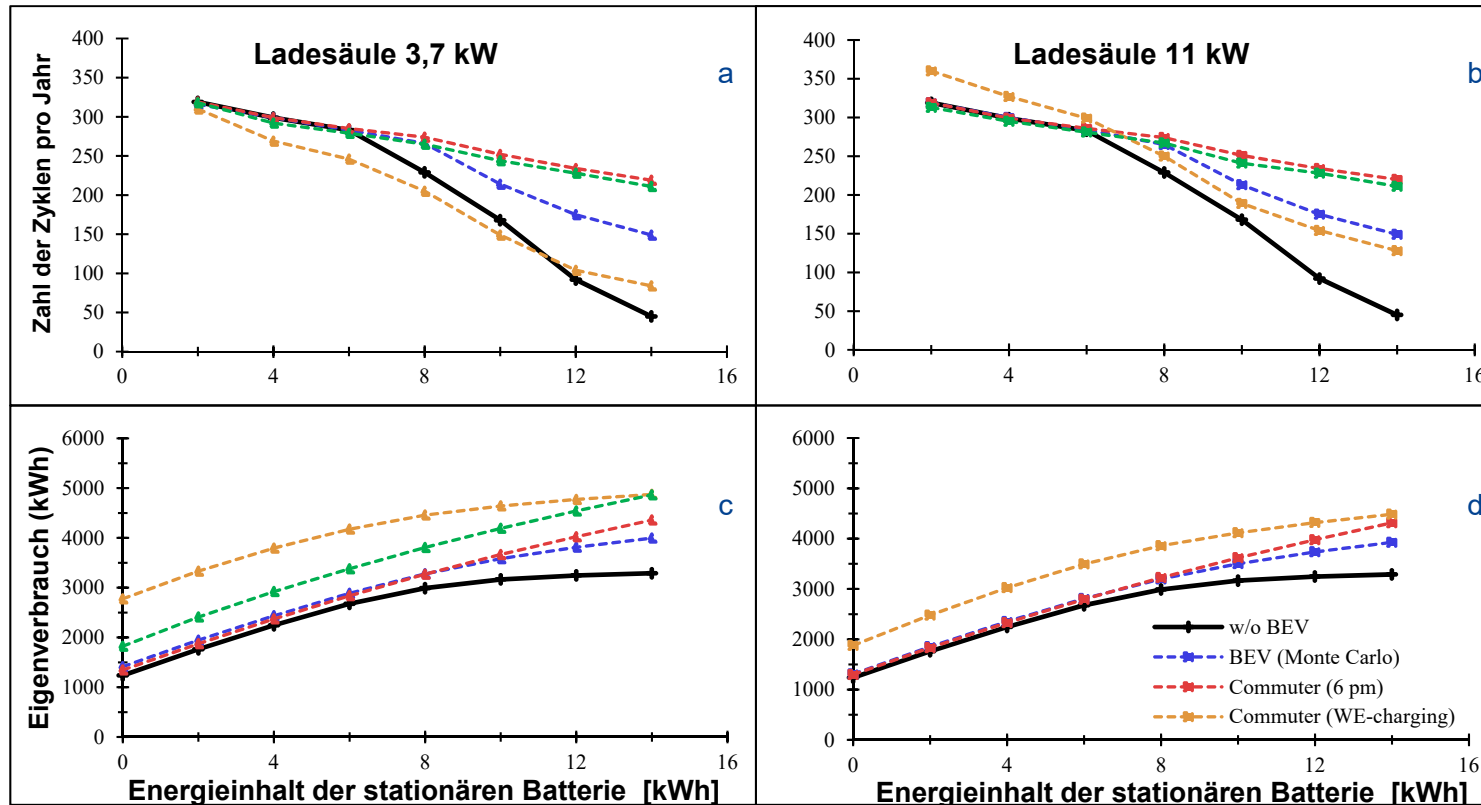
# Zahl der Zyklen pro Jahr und Eigenverbrauch Verbrauchsschwerpunkt im HH abends; PV 10 kWp



- ohne Batterie erhöht eine niedrige Ladeleistung den Eigenverbrauch beträchtlich
- mit großer Batterie hat die Ladeleistung wenig Einfluss

Quelle: D. Huschenhöfer [ZSW] et al., „Increased Utilization of residential PV Storage Systems through locally charged Battery Electric Vehicles“, 2nd E-Mobility Power System Integration Symposium, Stockholm, 15 Oct, 2018

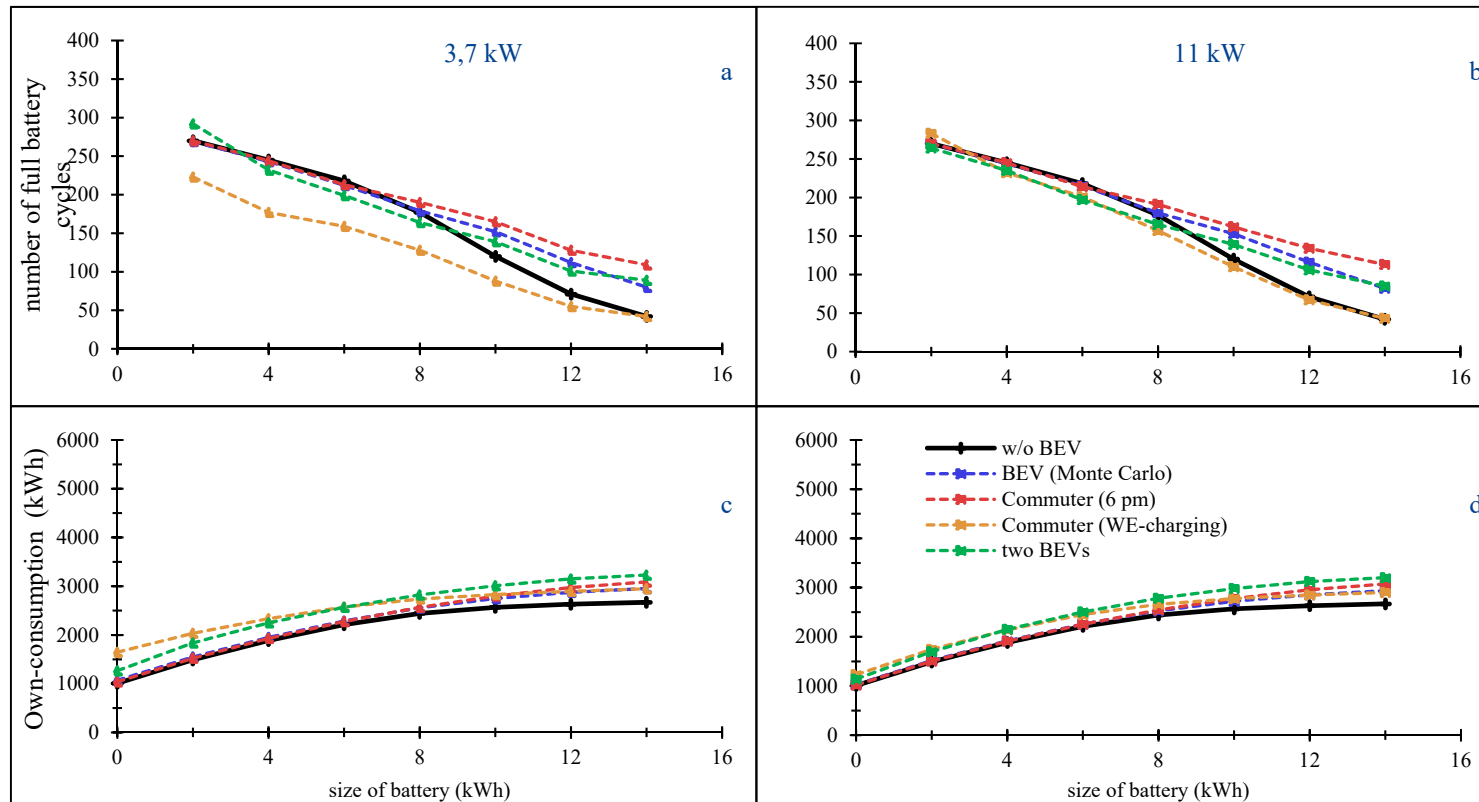
# Zahl der Zyklen pro Jahr und Eigenverbrauch Verbrauchsschwerpunkt im HH abends; PV 10 kWp



- aus der Zyklenzahl pro Jahr ergibt sich der Trend für die Rentabilität der Batterie
- Abwägung zwischen erhöhtem Eigenverbrauch und Rentabilität

Quelle: D. Huschenhöfer [ZSW] et.al., „Increased Utilization of residential PV Storage Systems through locally charged Battery Electric Vehicles“, 2nd E-Mobility Power System Integration Symposium, Stockholm, 15 Oct, 2018

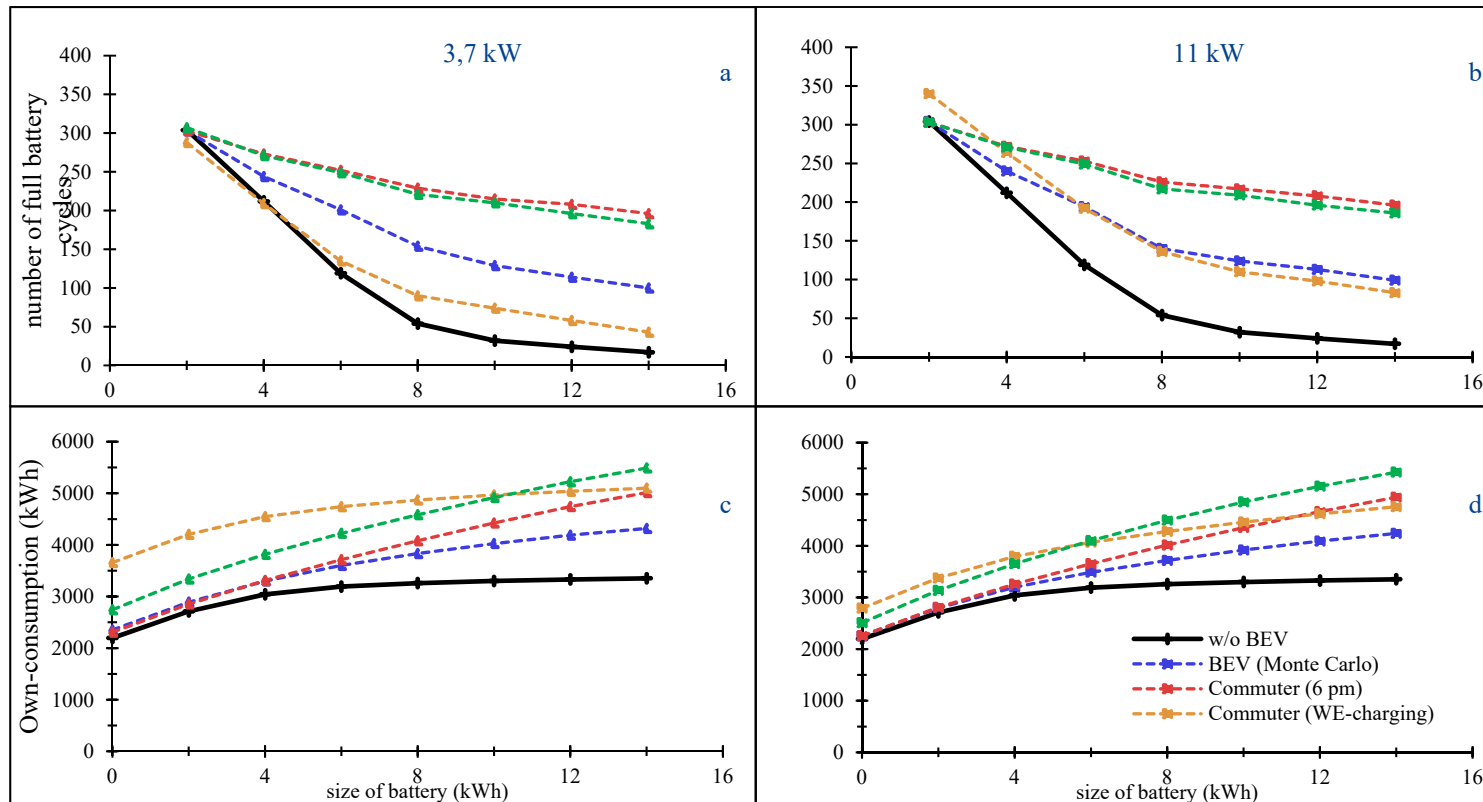
# Zahl der Zyklen pro Jahr und Eigenverbrauch Verbrauchsschwerpunkt im HH abends; PV 4 kWp



- Eine PV Anlage von 4 kWp ist definitiv zu klein um einen hohen EV zu erzielen
- Bei kleiner PV Anlage wird die Batterie zudem sehr schlecht genutzt

Quelle: D. Huschenhöfer [ZSW] et.al., „Increased Utilization of residential PV Storage Systems through locally charged Battery Electric Vehicles“, 2nd E-Mobility Power System Integration Symposium, Stockholm, 15 Oct, 2018

# Zahl der Zyklen pro Jahr und Eigenverbrauch Verbrauchsschwerpunkt im HH mittags; PV 10 kWp



- bei Verbrauchsschwerpunkt Mittags hat eine Batterie ohne BEV nur noch wenig Wirkung
- beim Wochenendladen wenig Verbesserung durch die Batterie
- bei täglichem Laden abends zeigen auch noch stationäre Batterien von 14 kWh gute Wirkung

Quelle: D. Huschenhöfer [ZSW] et al., „Increased Utilization of residential PV Storage Systems through locally charged Battery Electric Vehicles“, 2nd E-Mobility Power System Integration Symposium, Stockholm, 15 Oct, 2018

## Zusammenfassung – Batterie und BEV

- Große PV Systeme sind der wichtigste Faktor um den Eigenanteil an lokal erzeugtem Strom zu erhöhen – Zielwert: Jahresbilanz des Solarstroms gleich oder größer als Jahresenergiebedarf HH+BEV
- ein 10 kWp PV System kann 50% des Gesamtstrombedarfs liefern für Haushalt und BEV (Jahresenergiebedarf ~ 8 MWh)
- Bei einem Verbrauchsschwerpunkt Mittags und Laden am Wochenende kann ein 50% Solarstromanteil auch ohne Batterie erreicht werden
- Beim Verbrauchsschwerpunkt abends und täglichen Laden abends ist für denselben 50% Solarstromanteil eine Batterie von 14 kWh notwendig
- Bei Verbrauchsschwerpunkt Mittags, Laden am WE und 14 kWh Batterie sind auch 70% Solarstromanteil möglich

// Energie mit Zukunft

// Zentrum für Sonnenergie- und Wasserstoff-  
Forschung Baden-Württemberg (ZSW)

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**



**Stuttgart:**  
Photovoltaik (mit Solab),  
Energiepolitik und  
Energieträger, Zentralbereich  
Finanzen, Personal & Recht



**Widderstall:**  
Solar-Testfeld



**Ulm:**  
Elektrochemische Energietechnologien,  
Hauptgebäude & eLaB