



Technische
Universität
Braunschweig



Erfahrungen als E-Mobilist und Prosument

Prof. Bernd Engel, 10.12.2019, Stammtisch E-Mobilität und Energie, Ostfalia

Lebenslauf Prof. Engel

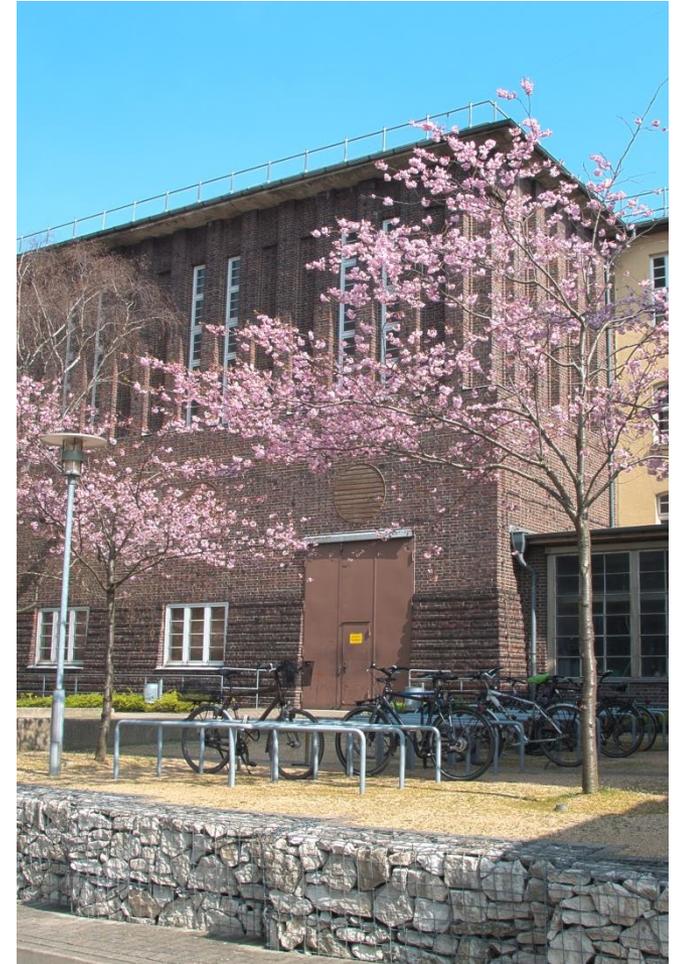
- 1966** Geboren in Groß-Gerau
- 1985-1991** Studium der Allg. Elektrotechnik an der TU Darmstadt
- 1991-1996** Wissenschaftlicher Mitarbeiter am IEE der TU Clausthal
- 1996** Promotion bei Prof. Beck über eine mechatronische
Regelung von Hochleistungsantrieben bei Lokomotiven
- 1996-2003** Aufbau der Kompetenz Fahrzeugelektrik bei Alstom LHB
GmbH, Salzgitter, zuletzt als Site Engineering Director
- 2003-2011** Bereichsleiter Entwicklung beim internationalen Markt- und
Technologieführer für Solarwechselrichter SMA Solar Technology AG
- 1.10.2011** Ernennung zum Universitäts-Professor auf dem Fachgebiet
Komponenten nachhaltiger Energiesysteme am elenia der TU Braunschweig
- Zur Zeit** Geschäftsführender Leiter des elenia, Vorstand der ETG, Vorstand des EFZN,
Mitglied bei Acatech, Mitglied im Forum FNN



Das elenia in Zahlen

- 1** Institut
- 2** Professoren
- 6** Forschergruppen
- 11** Mitarbeiter in Technik/Verwaltung
- 36** Wissenschaftliche Mitarbeiter
- ca. 40** Wissenschaftliche Hilfskräfte

- ca. 60** Studentische Arbeiten
- ca. 40** Veröffentlichungen
- 21** Vorlesungen
- 5** Vorlesungsbegleitende Praktika
- ca. 2** Mio. Euro Drittmittel



Forschungsschwerpunkte des elenia

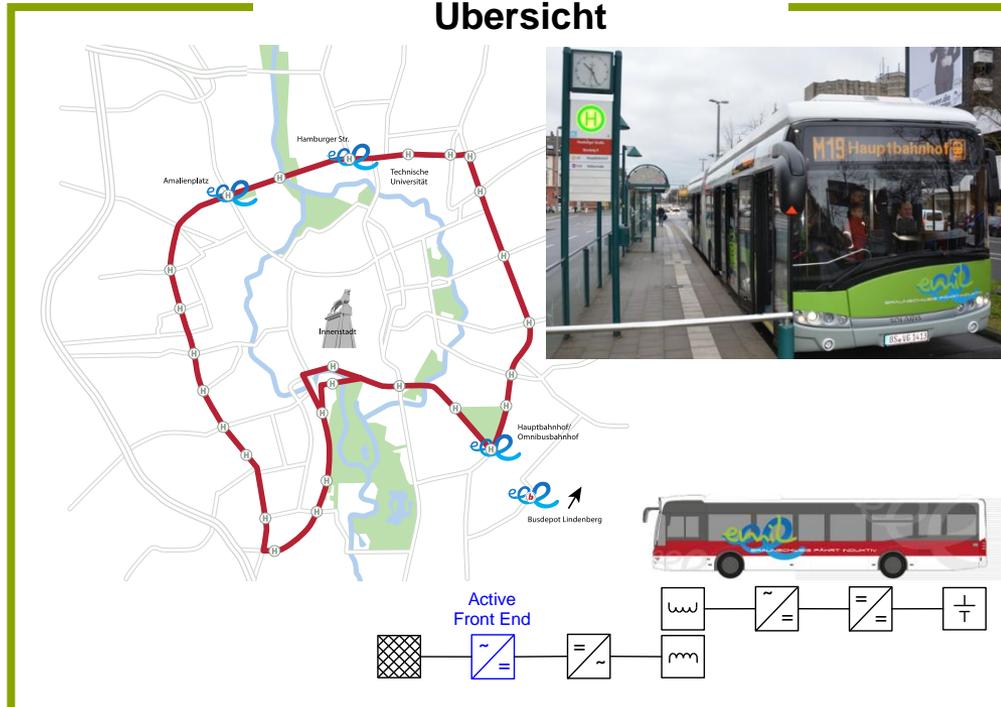


Elektromobilität mittels induktiver Ladung - emil



Anwendung induktiver Energieübertragung im Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) – Primove (emil 1)

Übersicht



Ziele

Gesamtprojektziel:

Die erstmalige Echanwendung induktiver Ladung von Elektrobussen im Linienverkehr.

elenia

Netzanbindung, Messung/Abrechnung
EMV-Messung, Geschäftsmodelle

IMAB

Auslegung, Simulation, Optimierung

iVA

Betriebliche Szenarien,
Integration in Infrastruktur,
Information/Kommunikation

Kooperationspartner



Projektrahmen

Juni 2012 – Feb. 2015

Projektstatus: In Bearbeitung



Elektromobilität mittels induktiver Ladung im Automobil - emilia



Induktives Laden für Bus und Taxi (emil 2 / emilia)



Ziele

Gesamtprojektziel:

Gemeinsame Nutzung der induktiven Ladung von Fahrzeugen des ÖPNVs und des Individualverkehrs

emilia

Anbindung der Ladeinfrastruktur mit hoher Leistung an schwachen Netzen

IMAB

Entwicklung von PKW-Induktivlade-stromaufnehmern mit großer Leistung

iVA

Verkehrssimulative Abbildung groß-flächig elektrifizierter Fahrzeugflotten

Kooperationspartner



Projektrahmen

Juni 2013 – Mai 2016

Projektstatus: In Bearbeitung



Das Institut elenia beschäftigt sich mit der Netz- und Systemintegration von Elektromobilität

Wir haben eine eigene Ladeinfrastruktur:

- 1 Schnelllade-Station mit 50 kW DC CCS/CHAdeMO und 22 kW AC
- 2 Wallboxen 22 kW AC



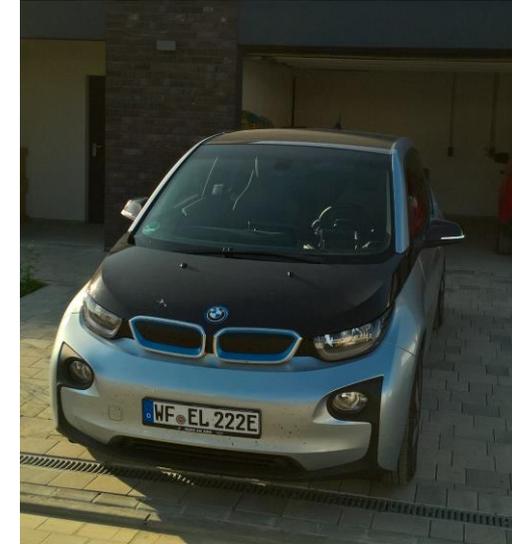
Quelle: Projekt lautlos und einsatzbereit

Seit 2014 private Elektromobilität

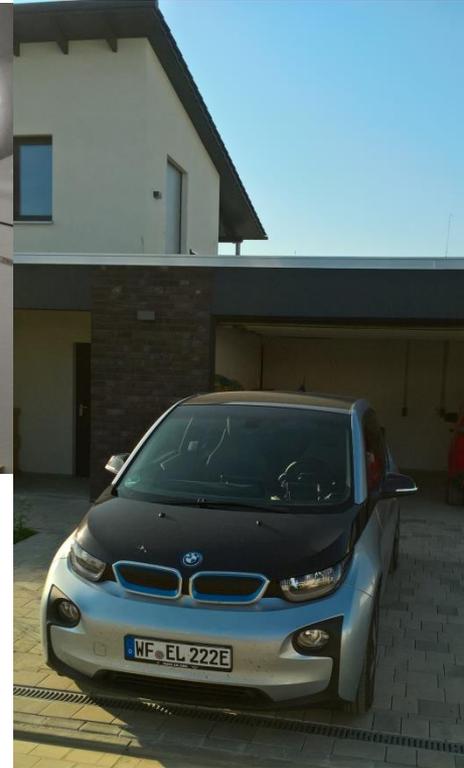
- **2014-2018 V60 D6 Twin Engine (Plug-in Hybrid)**
 - 50 km elektrisch, 50 kW Elektromotor auf der Hinterachse
 - 158 kW 2,4l-5Zyl.-Diesel, Vorderachse angetrieben
 - E-Kennzeichen 2015 nach Elektromobilitätsgesetz
 - Laden 3 kW einphasig, 11,3 kWh LG-Batterie

- **2018-2020 BMW i3 (94Ah)**
 - 125 kW Synchronmotor, Batterie 33/27,2 kWh (installiert/nutzbar) von Samsung SDI
 - Reichweite 150 – 200 km nutzbar
 - Laden 50 kW DC CCS; 11 kW 400 VAC; 2,7 kW 230 VAC
 - Beschleunigung 7,3 s bei 0 – 100 km/h
 - 4 Sitzler mit CFK-Karosserie und “Selbstmördertüren”

- **Ab 2020 ?** Tesla Model 3 oder ID.3 oder ?



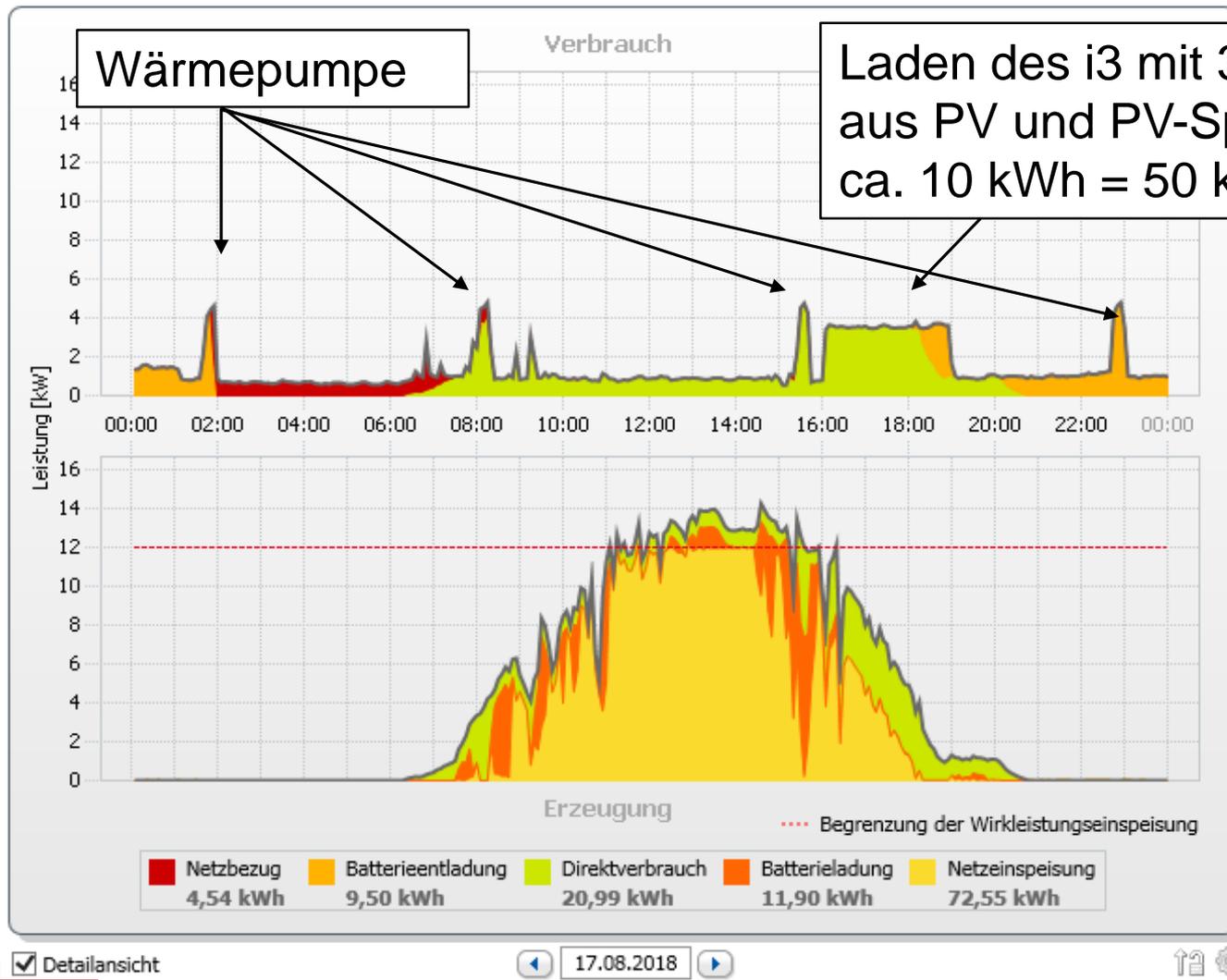
Im Prosumer-Haushalt Engel wird versucht, Sektorenkopplung und Energiemanagement zu leben



- KfW-Haus 40 Plus
- 20 kWp PV (60 Module SunPower à 330 Wp, 150 m²)
- 18,7 kWh Speicher, notstromfähig!
- Wärmepumpe im Keller für Heizung und Kühlung
drei Erdsonden 90 m tief
- 2 x 22 kW Steckdosen für Elektromobilität in der Garage



Aus PV wird (teilweise über Speicher) das e-Kfz und die Wärmepumpe gespeist.



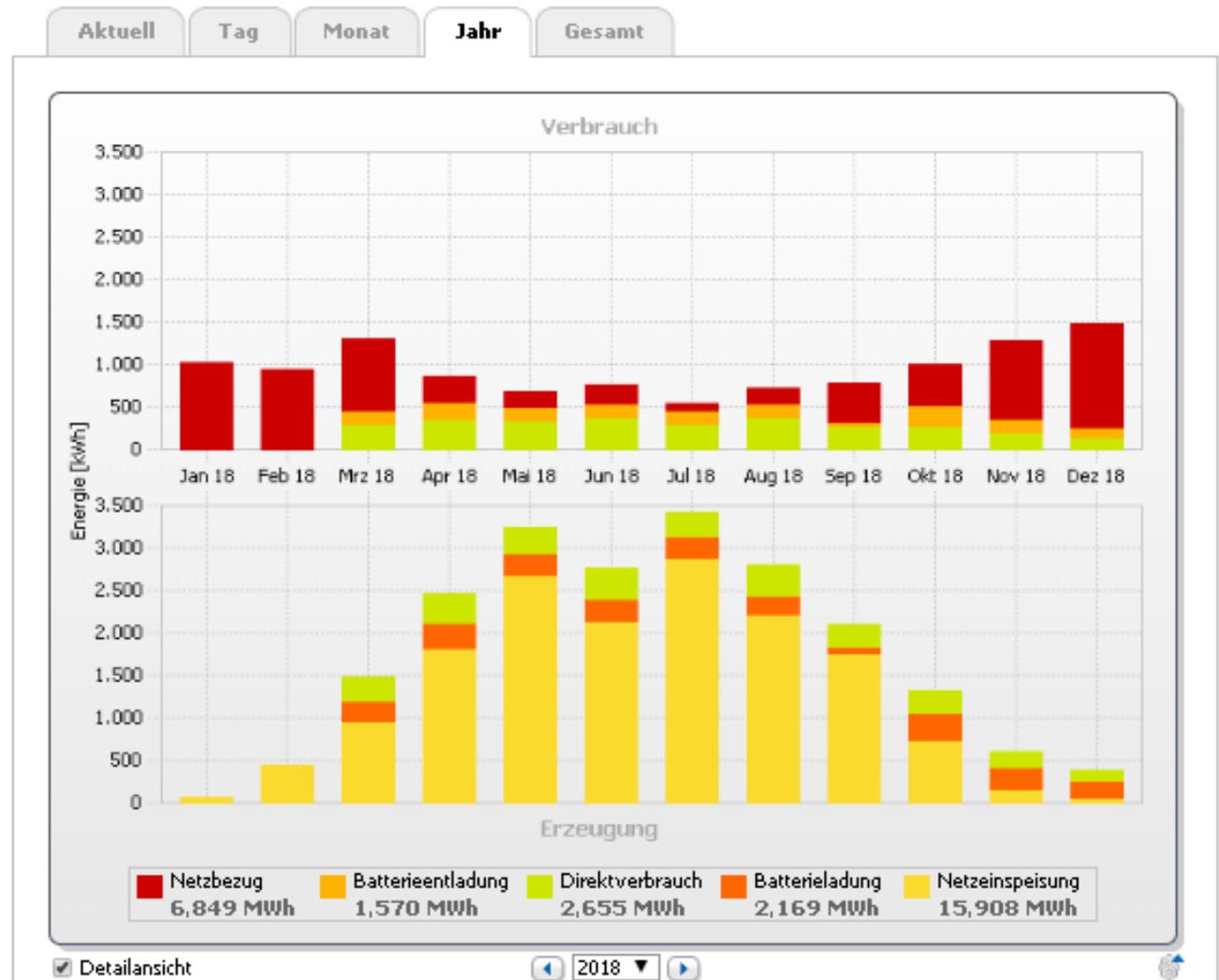
Wärmepumpe

Laden des i3 mit 3,1 kW aus PV und PV-Speicher ca. 10 kWh = 50 km

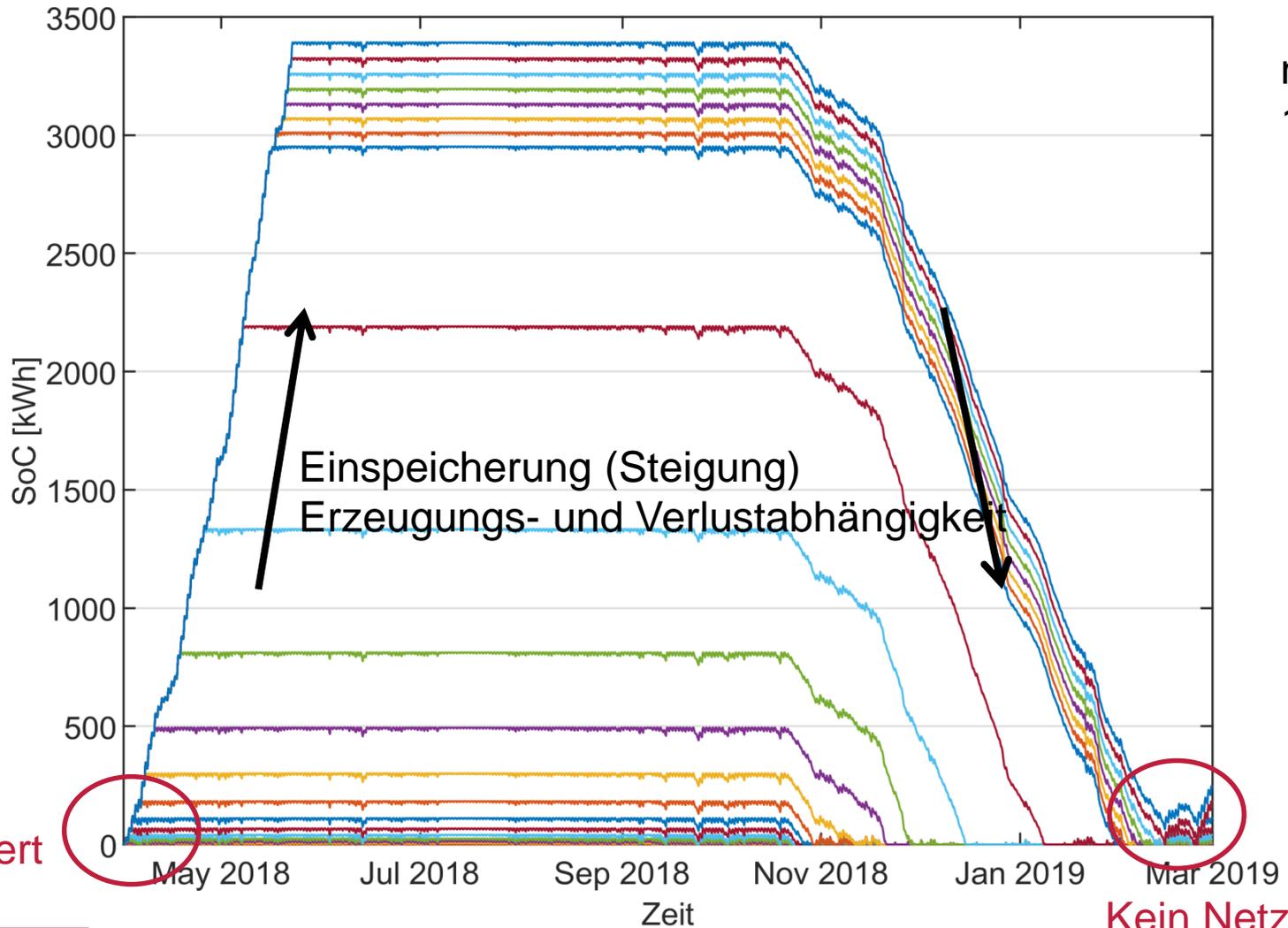
Energieplushaus (15,9 MWh Einspeisung, 6,8 MWh Netzbezug)

Achtung:

- Supersommer 18!
- Milder Winter
- 12,5° Dachneigung nicht optimal



Speichergröße - Auslegung



$$\eta_{\text{ges}} = 100\%$$

Anfangswert



Technische
Universität
Braunschweig

Abschätzung nach Korrekturen durch Verluste etc. : 5,6 MWh Batteriespeicher

Überschlägt man jetzt die Effekte durch:

- dem guten Sonnenjahr 2018 (+11 %)
- dem milden Winter 2018/2019 (+12 % auf abgeschätzte Heizenergie von 4000 kWh)
- Wirkungsgrad von 90 % PV2BAT und PV2AC und 96 % für die Batterie siehe https://www.sma.de/fileadmin/Partner/SMA_Partnerprogramm/SMA_Regional-Treff_2018/09_Speicher_Effizienzleitfaden.ext.pdf
- eine Selbstentladung angenommen für im Mittel drei Monate von 4 % im Monat (also in Summe etwa 12,5 %), siehe <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/4414.pdf>

Damit errechnet sich überschlägig **eine notwendige Speichergröße – ohne Komforteinbußen – bei vollkommener Autarkie von etwa 5.600 kWh (=5,6 MWh), um mit einer 20 kWp-Anlage für einen Einfamilienhaushalt über den Winter zu kommen.**

Das ist mehr als die Hälfte des berühmten WEMAG-Speichers mit 10 MWh.

10 MWh Batteriespeicher Schwerin Lankow



Rudolph-Kramer
<https://www.wemag.com/aktuelles-presse/blog/wemag-speicher-zeigt-schwarzstartfaehigkeit>



Nur mal eben für zuhause...

Rudolph-Kramer; <https://www.wemag.com/aktuelles-presse/blog/wemag-speicher-zeigt-schwarzstartfaehigkeit>



PV-Anlagen dezentral oder zentral

10 kWp-Dachanlage zur Eigenversorgung im vorstädtischen Raum



- Vergütung nach **EEG** (neue Anlagen ca. 11ct/kWh)
- errichtet von **Privatpersonen**
- mit **Speicher** und **Energiemanagement**
- **Sektorenkopplung (Wärmepumpe und Elektromobilität)** möglich und immer mehr üblich
- speist bei KfW-Förderung nur 50 % der inst. PV-Leistung in **lastdominierte Niederspannungsnetze** (wg. Elektromobilität/WP)
- trägt zur lokalen Spannungshaltung und zur Frequenzhaltung bei
- kann in lastdominierten lokalen Netzen teilweise **Netzausbau verringern/verzögern**

85 MWp bis >1 GWp – Solarkraftwerk in z. B. Brandenburg, Meck.-Pomm mit PPA

<https://www.pv-magazine.de/2019/02/14/enbw-und-energiekontor-schliessen-15-jaehrigen-ppa-fuer-foerderfreien-solarpark-in-deutschland/>



- Vergütung nach **PPA** (Power Purchasing Agreement) mit Energieversorgern außerhalb des EEG
- errichtet unter Beteiligung großer **Energiekonzerne**
- Normalerweise speist je nach Wechselrichterdimensionierung bis zu 100 % der inst. PV-Leistung lastfern ein in **erzeugungsdominierte Höchst-/Hochspannungsnetze(-teile) (zusätzlicher Netzausbau?, Erzeugungsmanagement?)**
- weitergehende Anforderung an Spannungs- und Frequenzhaltung
- Bereitstellung **weiterer Systemdienstleistungen** (z.B. Regelleistung, Blindleistungsmanagement)