

---

# VORHERSAGEBASIERTES LADEMANAGEMENT FÜR ELEKTROFAHRZEUGE

---



Dr. Robert Kohrs

Fraunhofer-Institut für Solare  
Energiesysteme ISE

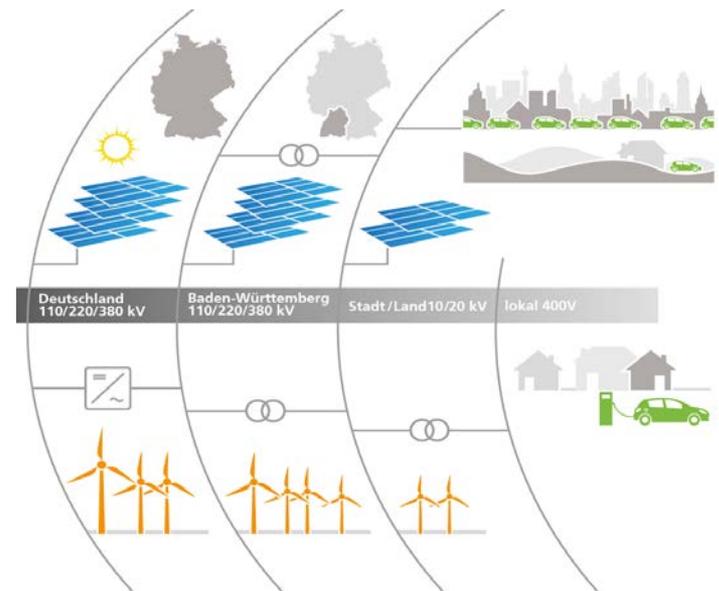
Berliner Energietage 2017

5. Mai 2017

[www.ise.fraunhofer.de](http://www.ise.fraunhofer.de)

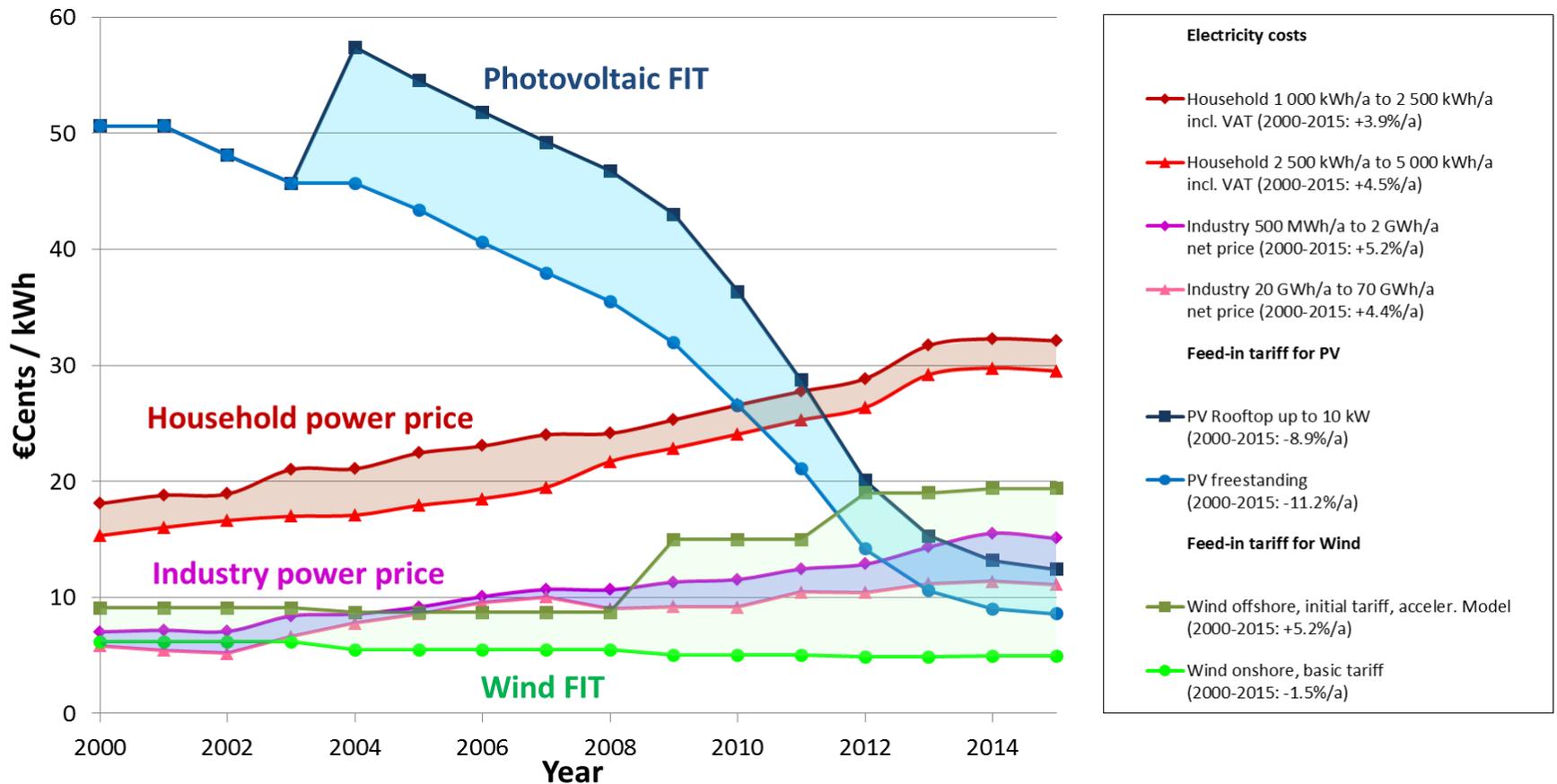
# AGENDA

- Eigenverbrauch im Einfamilienhaus
  - Kostenentwicklung
  - Batteriebetrieb mit / ohne 60% Abregelung
  - Elektrofahrzeug, Ladeprofile
- Fellbach
  - Systemkonzept
  - Ergebnisse
- Ausblick Projekt c/sells (SINTEG)
  - Koordinierung in der Nachbarschaft



# Eigenstromnutzung dezentral

## Einspeisevergütung vs. Strombezugskosten

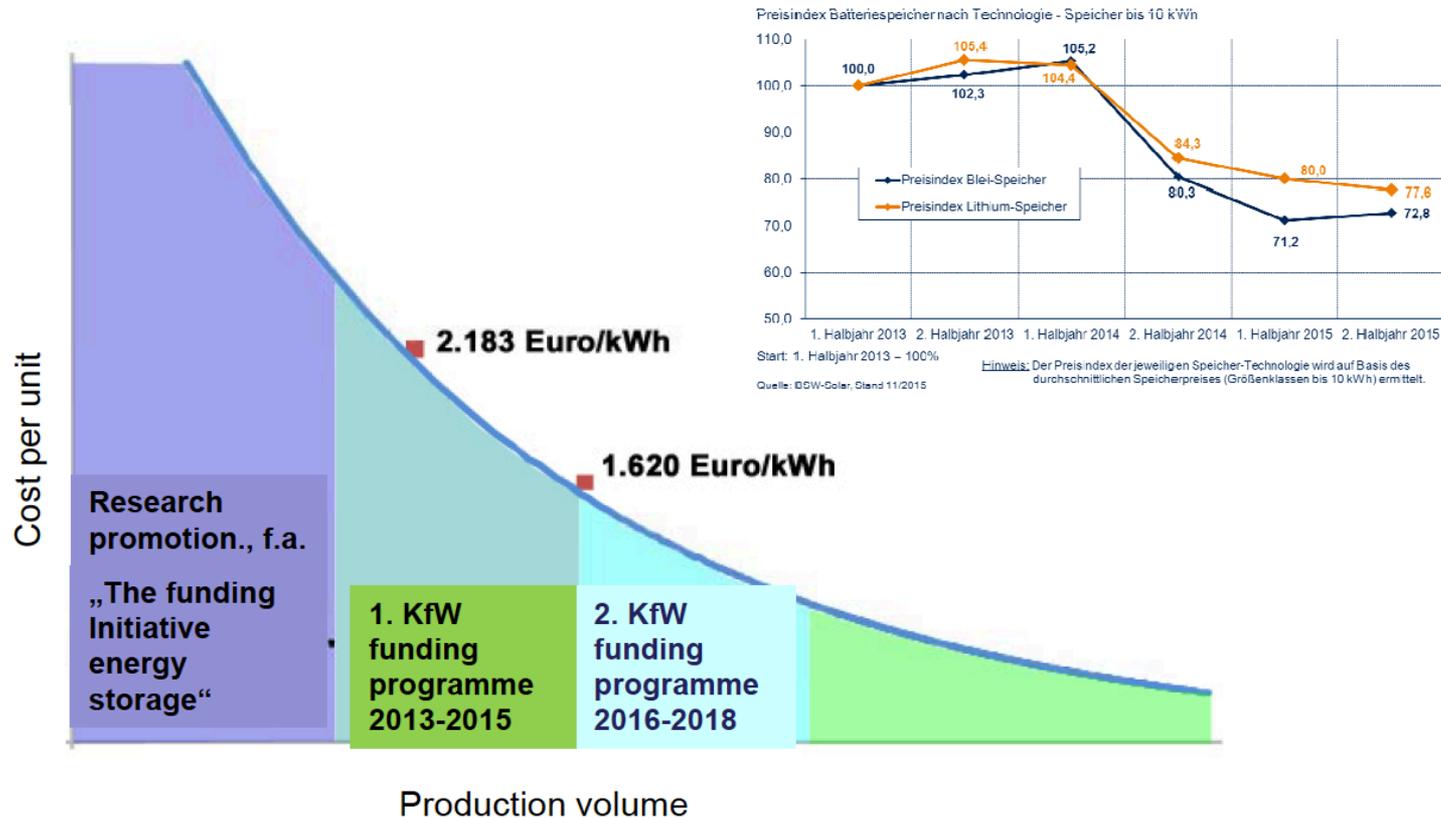


Data: BMU, EEG 2014 and BMWi Energiedaten. Design: B. Burger - Fraunhofer ISE, Update: 02.06.2016

# Dezentrale Solarstromspeicher

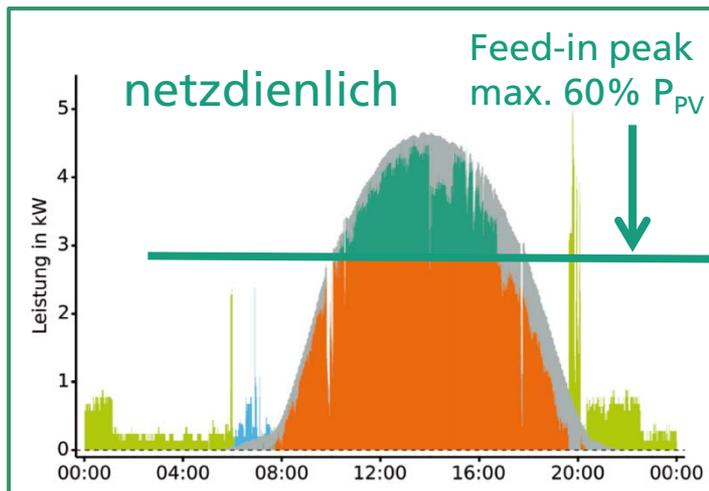
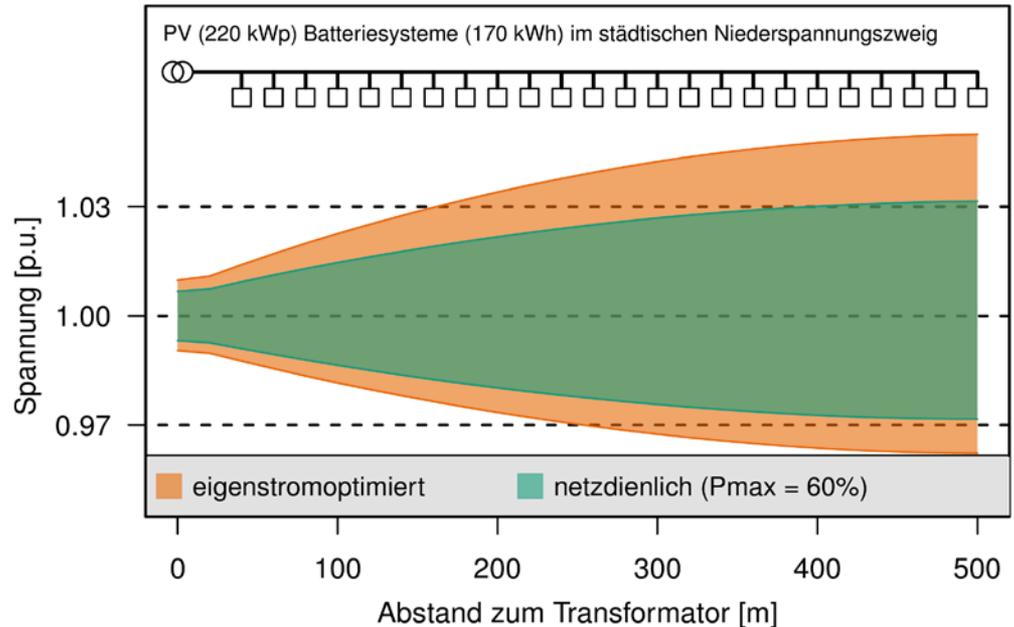
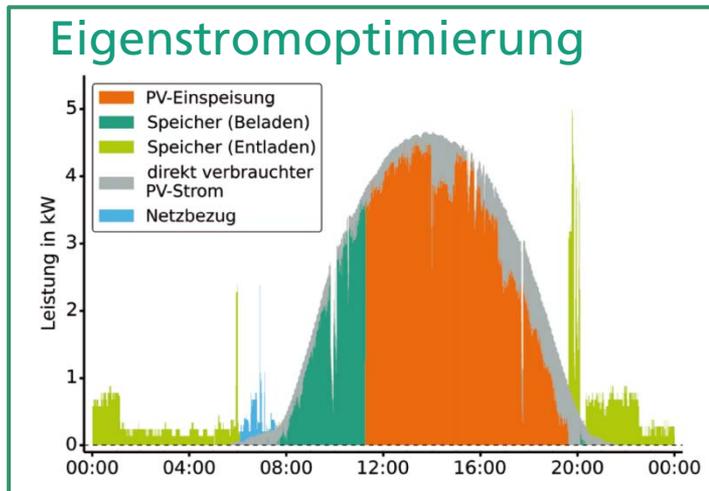
## Der Markt

- Learning curve of a solar power storage unit in the context of funding (assumed cost reduction rate of 25% per doubling of production volume; values of prices for lithium systems Q1/2014 u. Q3/2015)



# Betriebsstrategien für PV-Batteriesysteme

## „Netzdienlicher Betrieb“



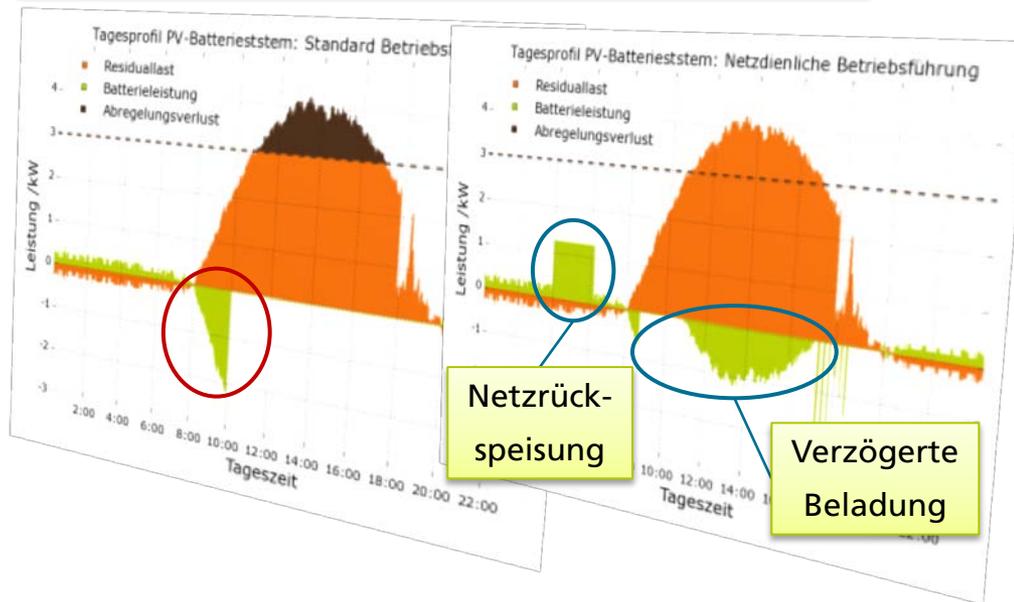
- Optimierung des Eigenverbrauchs vermindert keine Netzspitzen
- Bis zu 66 % mehr PV im NS Netz durch Spitzenkappung

# Projektreferenz HeiPhoss

## Betriebsführung und Anlagensteuerung

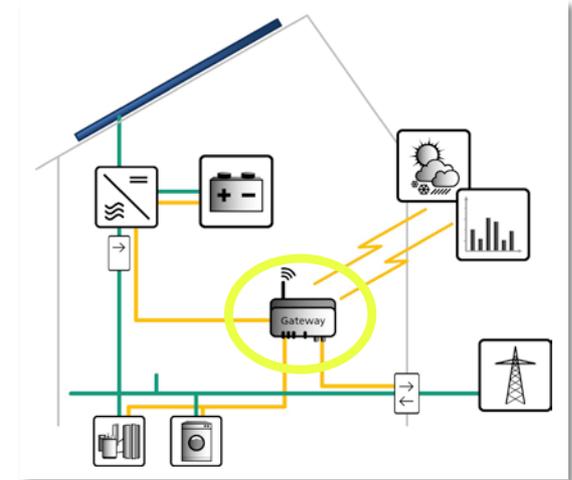
### Herkömmliche Steuerung

- Batterie zu früh beladen, um Mittagspeak zu puffern
- Abregelung zur Mittagszeit reduziert Wirtschaftlichkeit



### Heim Energie Management System

- Prognose von Erzeugung und Last
- Optimierung des Batteriefahrplans
- IEC 61850 Kommunikation mit WR



- Netzfremdliche Reduktion der maximalen Einspeiseleistung um 40%
- Optimaler Eigenverbrauch

# HeiPhoss

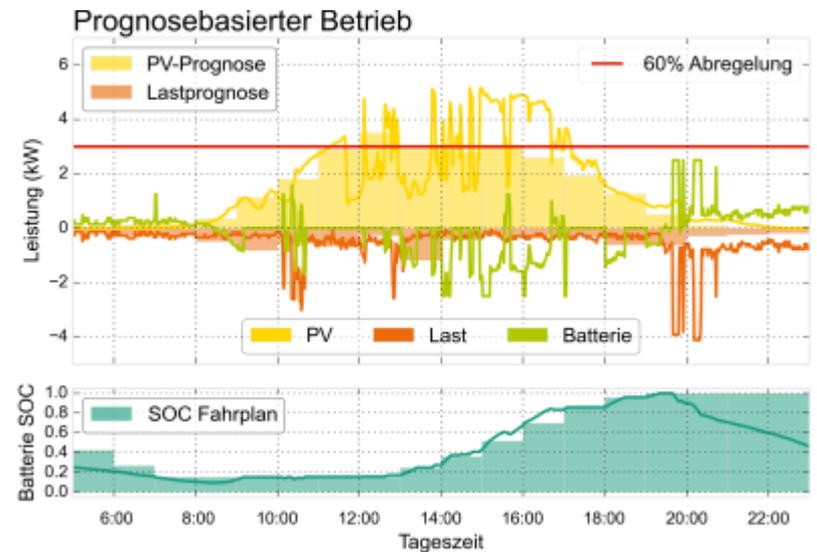
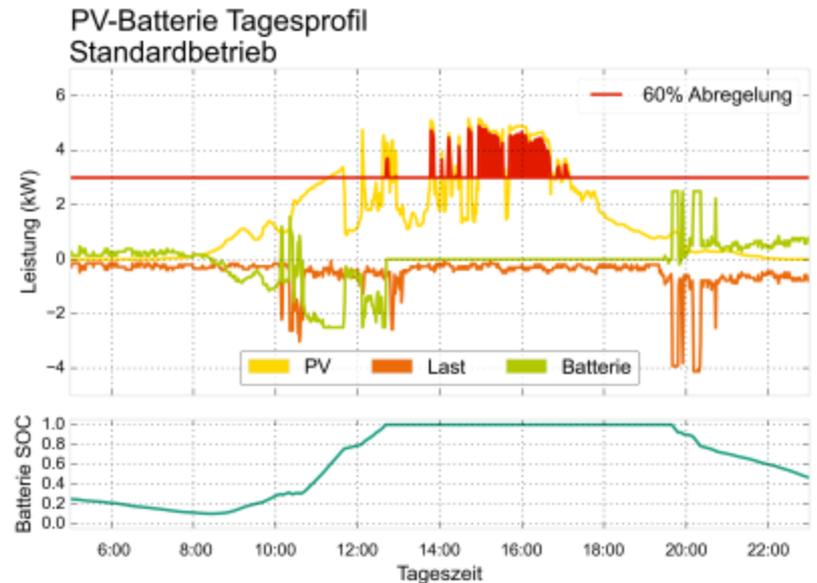
## Betriebsführung

### Zielsetzung:

- Optimaler Eigenverbrauch
- Netzfrenderlicher Betrieb durch Pufferung des PV-Mittagspeaks
- Batterieschonender Betrieb

### Umsetzung:

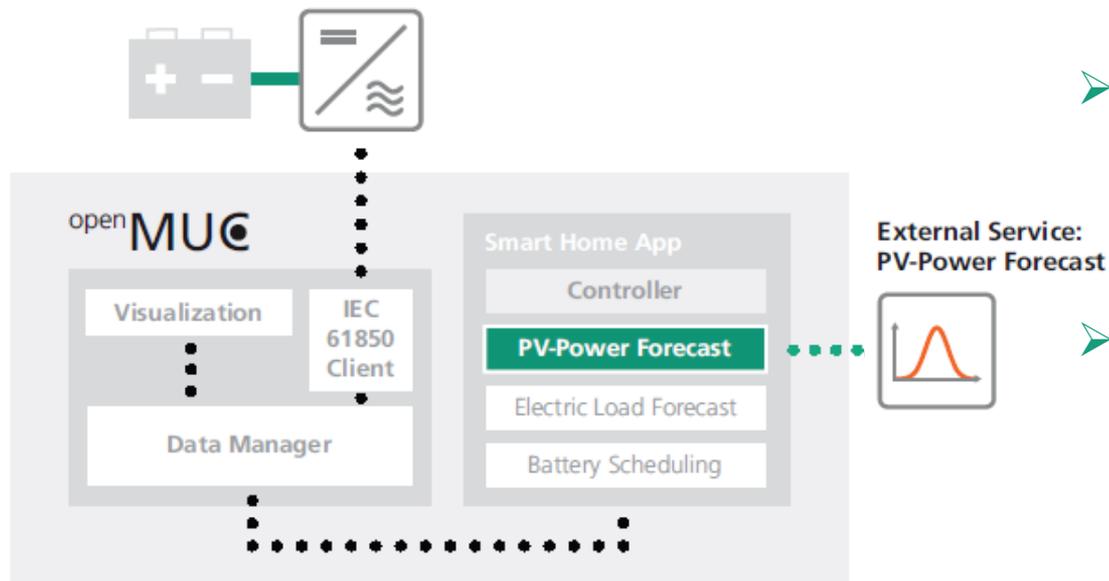
- Entwicklung prognosegestützter Vorhaltung von Speicherkapazität zur Reduktion der Einspeisespitze auf 60% der PV-Nennleistung
- Validiert in zahlreichen veröffentlichten Simulationsstudien



# Projektreferenz HeiPhoss

## Energiemanagement Gateway

- Betriebsführung umgesetzt in Energiemanagement Gateway des Fraunhofer ISE
- Steuerungsalgorithmen in Java/OSGi-basiertem Energiemanagement Framework OpenMUC implementiert
- Kommunikation des Fahrplans an Wechselrichter über IEC-61850 Protokoll



- Bei Abweichungen vom Fahrplan kann Wechselrichter autonom geeignete Maßnahmen ergreifen
- Ohne Gateway, rein eigenverbrauchsoptimierter Betrieb

# Betriebsführung von Speichern

## Netzfrendlich und eigenverbrauchsoptimiert

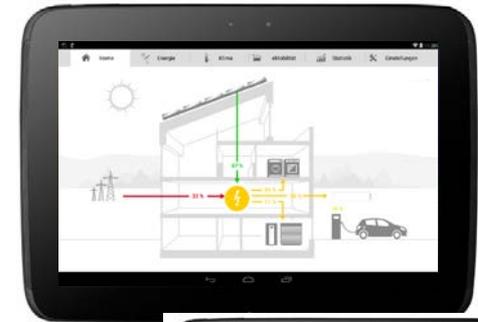
- Reduktion der Einspeisespitze ohne Einbußen im Eigenverbrauch möglich
  - Große Unsicherheiten auf Last- und PV-Prognose sind durch geeignete Betriebsführung kompensierbar
  - Innovative Softwarelösungen sind erprobt und einsatzbereit
- Speicher können dem Anspruch auf netzfrendliche Integration von Photovoltaikstrom gerecht werden und ihren Beitrag zum Gelingen der Energiewende leisten

# Fellbach ZeroPlus

## Smart Home und Elektromobilität

Entwicklung und Aufbau eines gesamtheitlichen **Gebäude-Energie-Management-Systems** für Einfamilienhäuser zur Energiefluss-Visualisierung und optimierten Ladung von Elektrofahrzeugen.

- Entwicklung **intelligenter Ladepunkte** für die E-PKW im privaten Raum (AC, 22kW). Vernetzung von Wallbox und Heim-Energiemanagement.
- Konzeption, Gestaltung und Bereitstellung eines **Nutzerinterfaces** zur Interaktion mit Haus-Energie-Management und Ladepunkt. Akzeptanzstudie mit den Nutzern.
- Vorhersagebasierte **Eigenstromoptimierung** zur Lastverschiebung von Wärmepumpen und Elektroautos.
- Interaktiver **Feldversuch** über 24 Monate mit unterschiedlichen E-PKW.

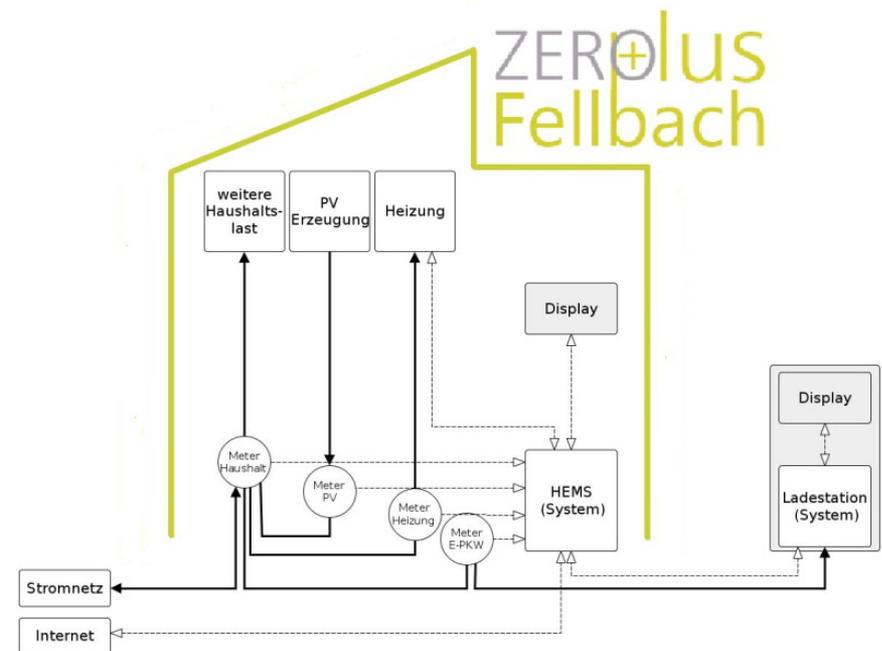


# E-Mobil: Fellbach ZEROplus / Das Energie-Management

Das Haus/Fahrzeug-Energie-Management-System (HEMS) wurde durch das Fraunhofer ISE entwickelt und in den Haushalten eingebaut. Das System ist modular und baut zu großen Teilen auf vorhandene Infrastruktur auf.

## Aufbau und Funktionalitäten des HEMS:

- Das HEMS wird direkt an die kommunikativen Haushaltszähler angeschlossen
- Über die offene ISE-Plattform OpenMUC werden die Energiedaten auf dem HEMS weiter verarbeitet und gespeichert
- Ein Optimierer wird in Zukunft die Ladung der E-PKW gemäß Vorgaben ansteuern
- Über ein Display werden die Daten visualisiert und die Interaktion durch die Bewohner möglich

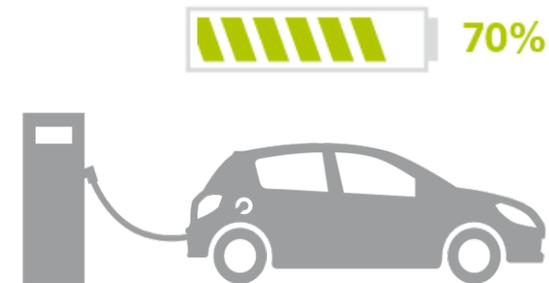


# E-Mobil: Fellbach ZEROplus / Die Ladestation

Für jedes Gebäude wurde eine Ladestation vom Fraunhofer ISE entwickelt und verbaut. Die volle Funktionalität der Ladestation wird in das HEMS integriert und vom Haushalt aus bedienbar gemacht. Die technologieoffene Plattform ermöglicht eine einfache Erweiterung.

## Aufbau und Funktionalitäten der Ladestation:

- Hausnah an den PKW-Stellplätzen wurden haushaltseigene, nicht öffentliche Ladepunkte errichtet
- Diese wurden an den jeweiligen Haushaltsstromkreis angeschlossen und auf dessen HEMS aufgeschaltet. Durch die Optimierung wird bevorzugt mit Solarstrom vom Dach geladen
- Die Bedienung wird über die Anwenderschnittstelle gewährleistet, Daten live ausgegeben, Mobilität in den Haushalt integriert
- Wechselstrom, Leistung: 22kW, Stecker: Typ2, Kommunikation: Mode3



# Self consumption optimization

## Charging process:

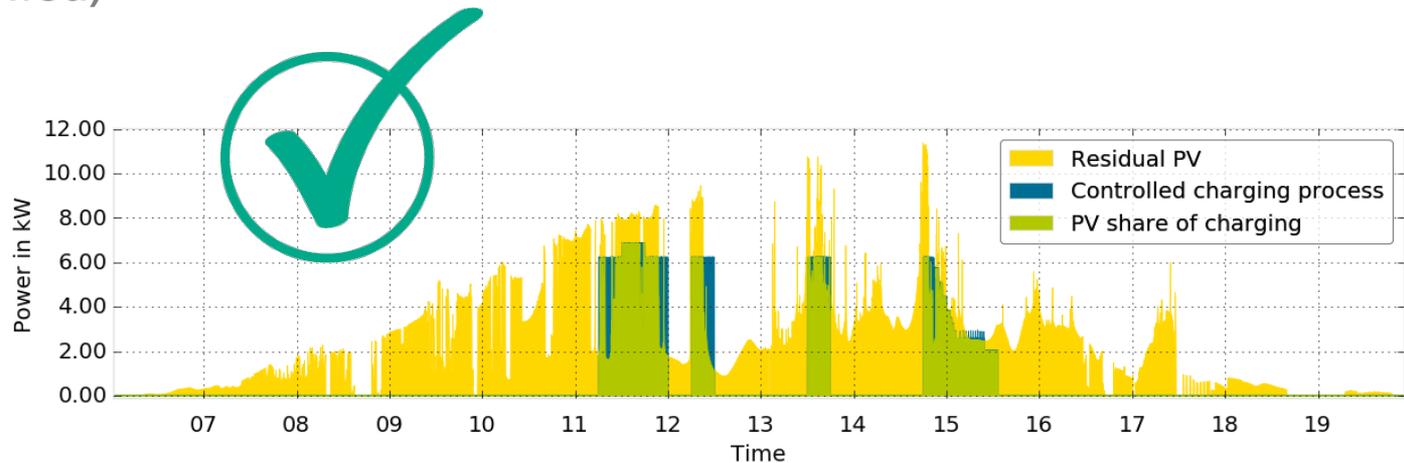
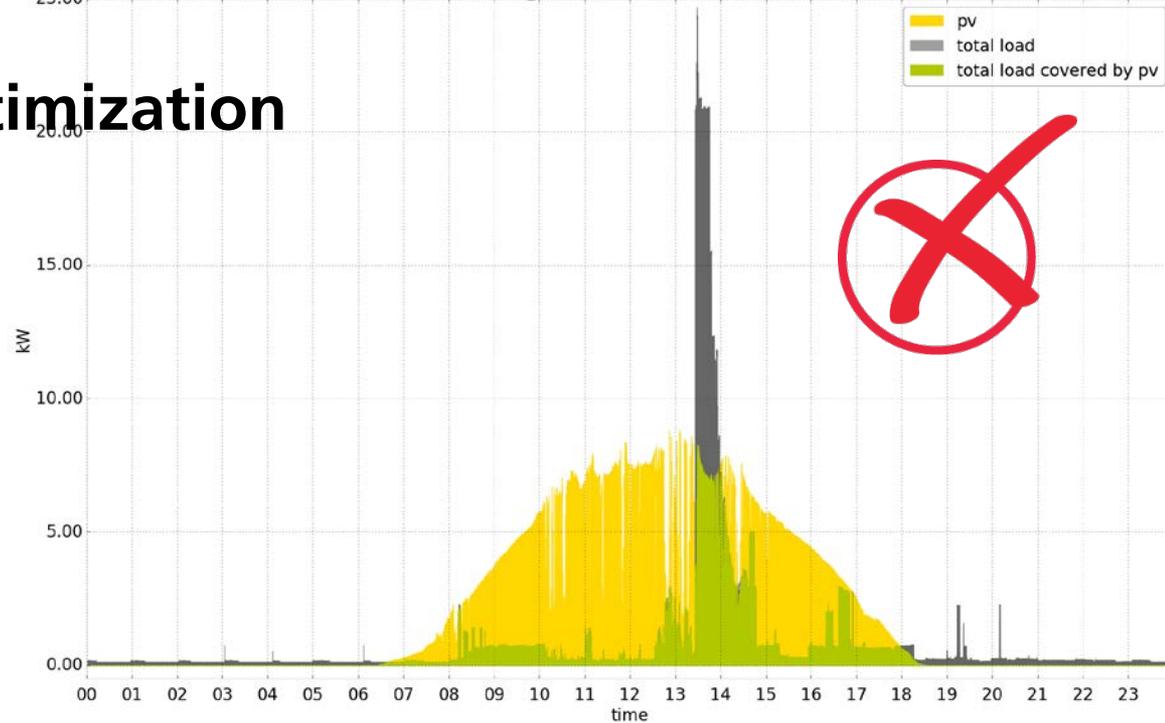
50.2 % PV (uncontrolled)

88.2 % PV (controlled)

## Total load:

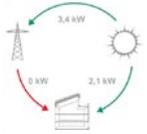
61.2 % PV (uncontrolled)

82.2 % PV (controlled)



# Gesteuertes Laden am Smart Home

## Fazit



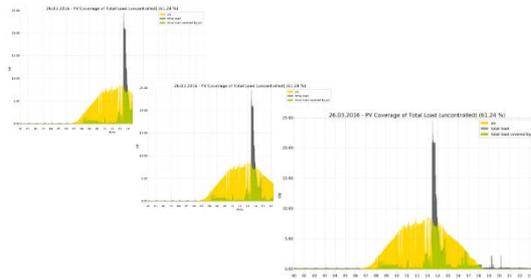
- Abhängig von den Nutzungsprofilen gibt es ein großes Verschiebepotential beim Ladevorgang
- Gesteuertes Laden macht Sinn in Kombination mit einer PV-Eigenerzeugung. Dabei ist die Wallbox mit dem PV-System und einer Leistungsmessung am Hausanschluss oder (noch besser) mit einem HEMS verbunden.

Informationen über Ladezustand, Min SOC, Ladezeitraum etc werden benötigt

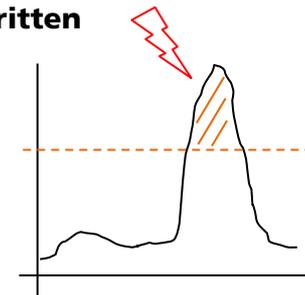
- Verpflichtende Einspeisebegrenzung der PV-Leistung fördert Verbreitung von stationären Batteriesystemen. Höhere Flexibilität – aber Kapazität deutlich geringer als Fahrzeugbatterie
- Pooling vieler E-Fz ist gesamtsystemisch attraktiv. Nutzen für den einzelnen Fahrzeugnutzer aber eher gering.
- Standardisierte Kommunikationsprotokolle nötig für Interoperabilität und niedrige Kosten

# Leistungsspitzen im Verteilnetz

## Ausblick c/sells Demonstrator Fellbach



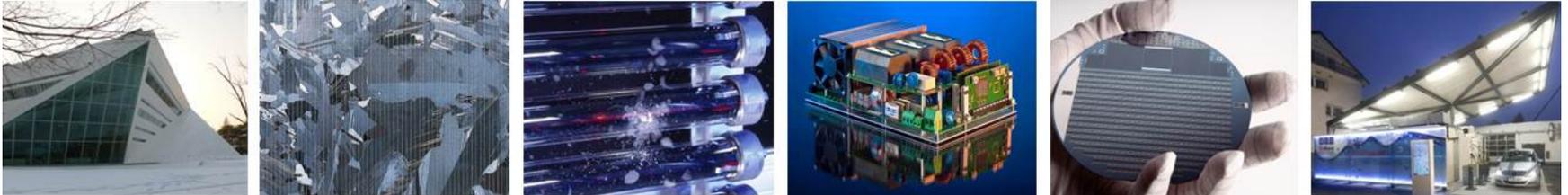
Netzbetriebsmittel  
Grenzen  
überschritten



### ■ Problem

- Gleichzeitiges Laden von vielen Elektrofahrzeugen mit hohen Leistungen führt zu Netzproblemen (Spannung, Leistung)
- Netzausbau unwirtschaftlich und vermeidbar
- Anreizbasierte **Koordinierung der Ladevorgänge** in der Nachbarschaft, Vermeidung von Gleichzeitigkeit
- Steuerung der Ladevorgänge (Lastmanagement) über BSI Smart Meter Gateway

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE

Dr. Robert Kohrs

[www.ise.fraunhofer.de](http://www.ise.fraunhofer.de)

[robert.kohrs@ise.fraunhofer.de](mailto:robert.kohrs@ise.fraunhofer.de)