

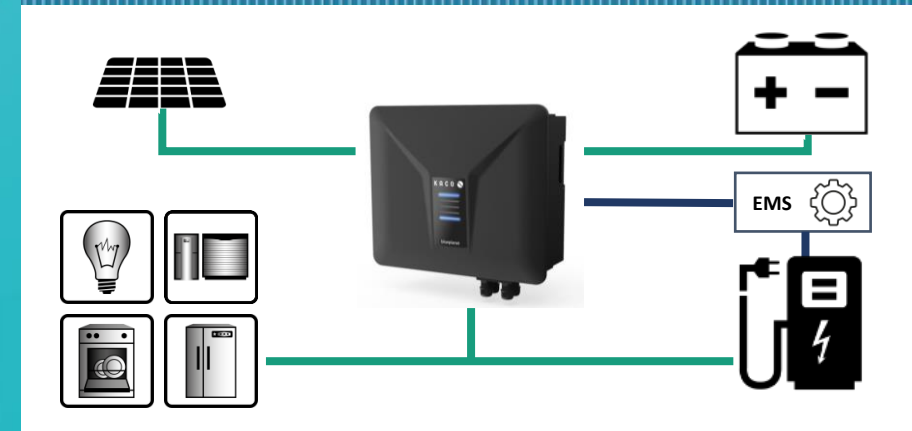
Autarkie ist nicht alles

Maßgeschneiderte Anlagen für niedrige Stromkosten

Arne Surmann

Team Datenbasierte Betriebsführung von Energiesystemen

www.ise.fraunhofer.de



Autarkie ist nicht alles

Agenda

1. **Kurzvorstellung des Fraunhofer ISE**
 - Unser Institut auf einem Blick
 - Abteilung „Smart Grids“
2. **Motivation und Methodik**
3. **Ergebnisse und Empfehlungen**
4. **Überblick über das Simulationsframework**



Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE

Unser Institut auf einem Blick



Photovoltaik

Silicium-Photovoltaik
III-V- und Konzentrator-Photovoltaik
Perowskit- und Organische Photovoltaik
Photovoltaische Module und Kraftwerke

Energieeffiziente Gebäude

Solarthermische Kraftwerke und
Industrieprozesse

Wasserstofftechnologien und Elektrische
Energiespeicher

Leistungselektronik, Netze und Intelligente
Systeme

Mitarbeitende: rund 1400

Budget 2022: 120,6Mio. EUR

Gegründet: 1981

Abteilung Smart Grids

Unsere Kernkompetenzen



Netzplanung

- Netzsimulation
- Netzzustandsschätzung
- Netzausbauplanung
- Netzreduktion



Smart Grid IKT

- Metering & SMGW
- EMS Plattform OpenMUC
- IKT Protokolle
- P2P Kommunikation



Digital Grid Lab

- Power Hardware in the Loop (bis 800 kVA)
- Leitwarte
- Reglertests
- Smart Metering Tests



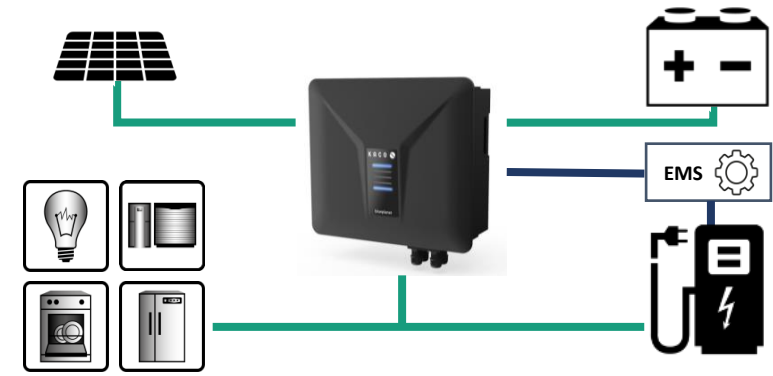
Betriebsführung

- Optimierung (MPC & KI)
- Geschäftsmodelle
- **Leistungsprofile synPRO**
- Quartiers EMS

Autarkie ist nicht alles

Agenda

1. Kurzvorstellung des Fraunhofer ISE
2. Motivation und Methodik
 - Warum das Ganze?
 - Was und wie wurde simuliert?
3. Ergebnisse und Empfehlungen
4. Überblick über das Simulationsframework



Motivation und Methodik

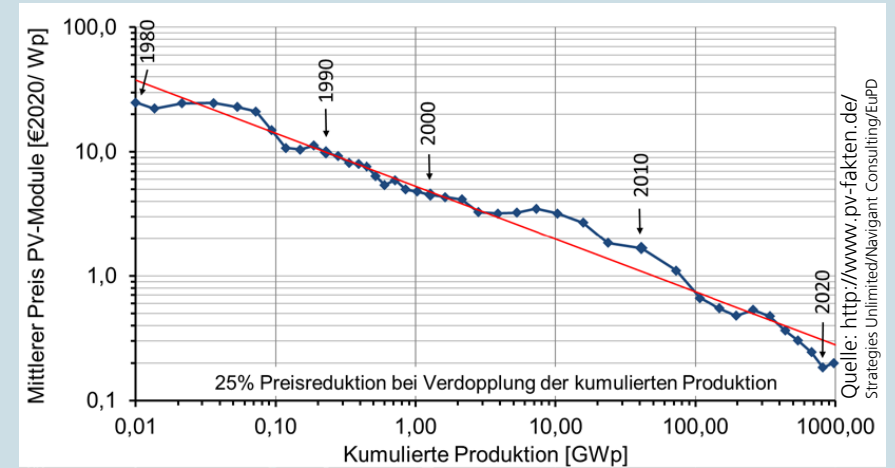
Warum das Ganze?

- Sinkende Kosten für Photovoltaiksysteme
- Signifikanter Strompreisanstieg
- ➔ **Attraktivität des Eigenverbrauchs steigt**
- Sinkende Kosten für Batteriespeicher
- Sinkende Kosten für Photovoltaiksysteme
- ➔ **Wirtschaftlichkeit von PV-Batteriesystemen steigt**

Faktoren auf der Lastseite:

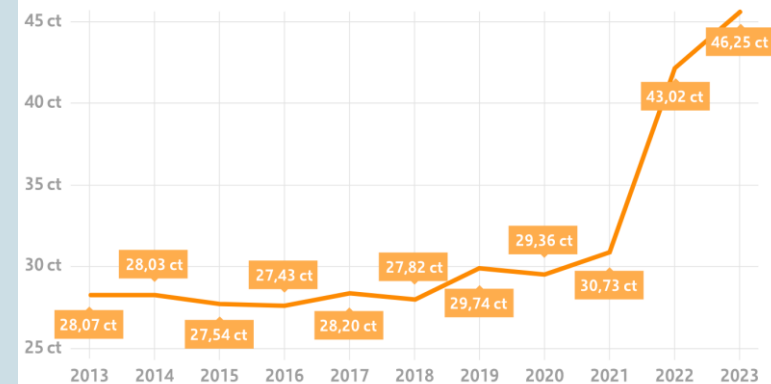
- Individuellen Verbrauchsprofile der Bewohner*innen
- Anzahl an Haushalten mit E-Autos und Wärmepumpen steigt

➔ **Welche Anlagengröße eignet sich für welche Lastkombinationen besonders?**



Strompreisentwicklung 2013 – 2023

Ø-Strompreis in ct/kWh bei einem Verbrauch von 4.000 kWh/Jahr



Motivation und Methodik

Was und wie wurde simuliert?

Simulierte Lastzeitreihen



Simulierte PV-Zeitreihen



Charakteristische elektrische Haushaltslast	Elektroauto		Wärmepumpe
	Typ	Wohnlage	
<ul style="list-style-type: none">• 2 Homeoffice Arbeiter*innen• 2 Arbeiter*innen mit externem Büro• 2 Arbeiter*innen mit 50% Homeoffice und 50% Büroarbeitszeit• 1 Rentner*in <p>-----</p> <p>→ Pro Kategorie je 10 Simulationen</p>	<ul style="list-style-type: none">• Kein E-Auto	<ul style="list-style-type: none">• ländlich• städtisch	<ul style="list-style-type: none">• ja• nein
	<ul style="list-style-type: none">• Kleinwagen• Mittelklasse• Luxusmodel		

Installierte Leistung	Lage	Ausrichtung	Batterie
<ul style="list-style-type: none">• 5 kWp – 10 kWp	<ul style="list-style-type: none">• München• Hamburg	<ul style="list-style-type: none">• Süd• West-Ost	<ul style="list-style-type: none">• 0 kWh• 10 kWh

Motivation und Methodik

Was und wie wurde simuliert?

Simulierte Szenarien

1. **Baseline:** Lasten
2. **PV:** Lasten + PV Anlagen
3. **PV-Batterie:** Lasten + PV Anlagen + Batterie
4. **HEMS EV:** Lasten + PV Anlagen + Batterie + **H**eim **E**nergie **M**anagement **S**ystem für gesteuertes Laden von Elektrofahrzeugen (**EV**)

→ 40880 Jahressimulationen (minütlich aufgelöst)

Key Performance Indikatoren

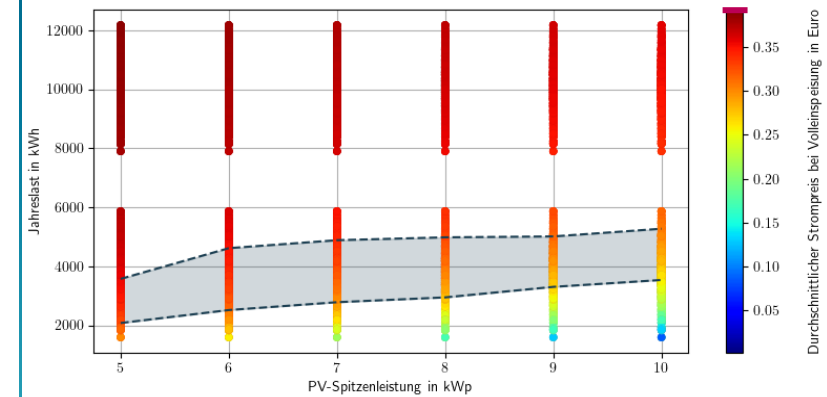
- Autarkiegrad
- Eigenverbrauchsquote
- Operative CO2 Emissionen
- Durchschnittlicher Strompreis
- Systemeffizienz
- Batterievollastzyklen

$$\frac{\text{Investkosten} + \text{Ausgaben für Netzstrom} - \text{Einnahmen aus Einspeisevergütung}}{\text{Gesamtenergieverbrauch}}$$

Autarkie ist nicht alles

Agenda

1. Kurzvorstellung des Fraunhofer ISE
2. Motivation und Methodik
3. Ergebnisse und Empfehlungen
 - Eigenverbrauch oder Volleinspeisung?
 - Handlungsempfehlungen für die Dimensionierung
4. Überblick über das Simulationsframework

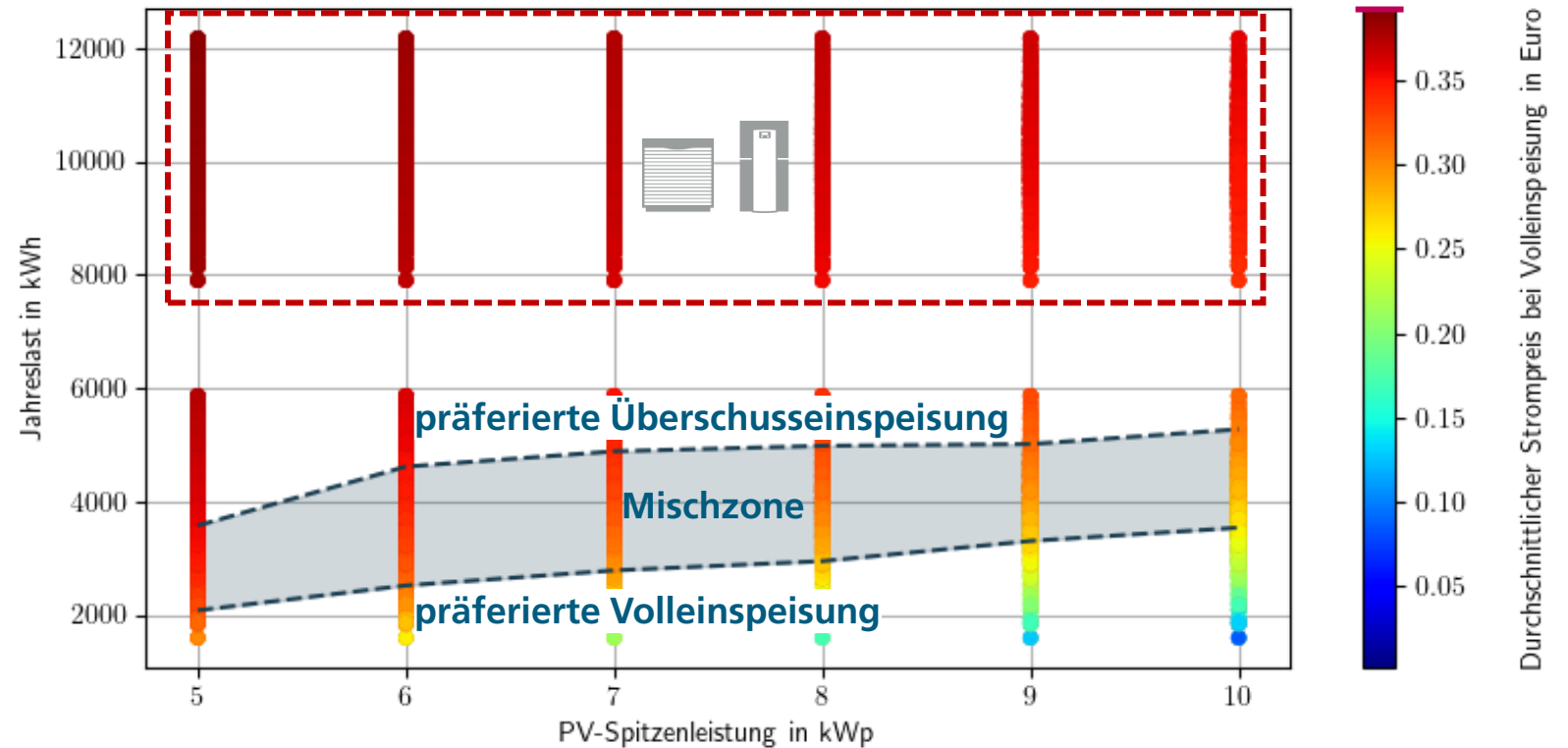


Ergebnisse und Empfehlungen

Eigenverbrauch oder Volleinspeisung?

- Die Überschusseinspeisung stellt gegenüber der Volleinspeisung in den meisten Fällen die wirtschaftlich attraktivere Variante dar.
- Für große PV-Anlagen > 8kWp und kleine Haushaltslasten < 3000 kWh ist jedoch die Volleinspeisung sinnvoller sein.

Szenario PV (ohne Batterie)

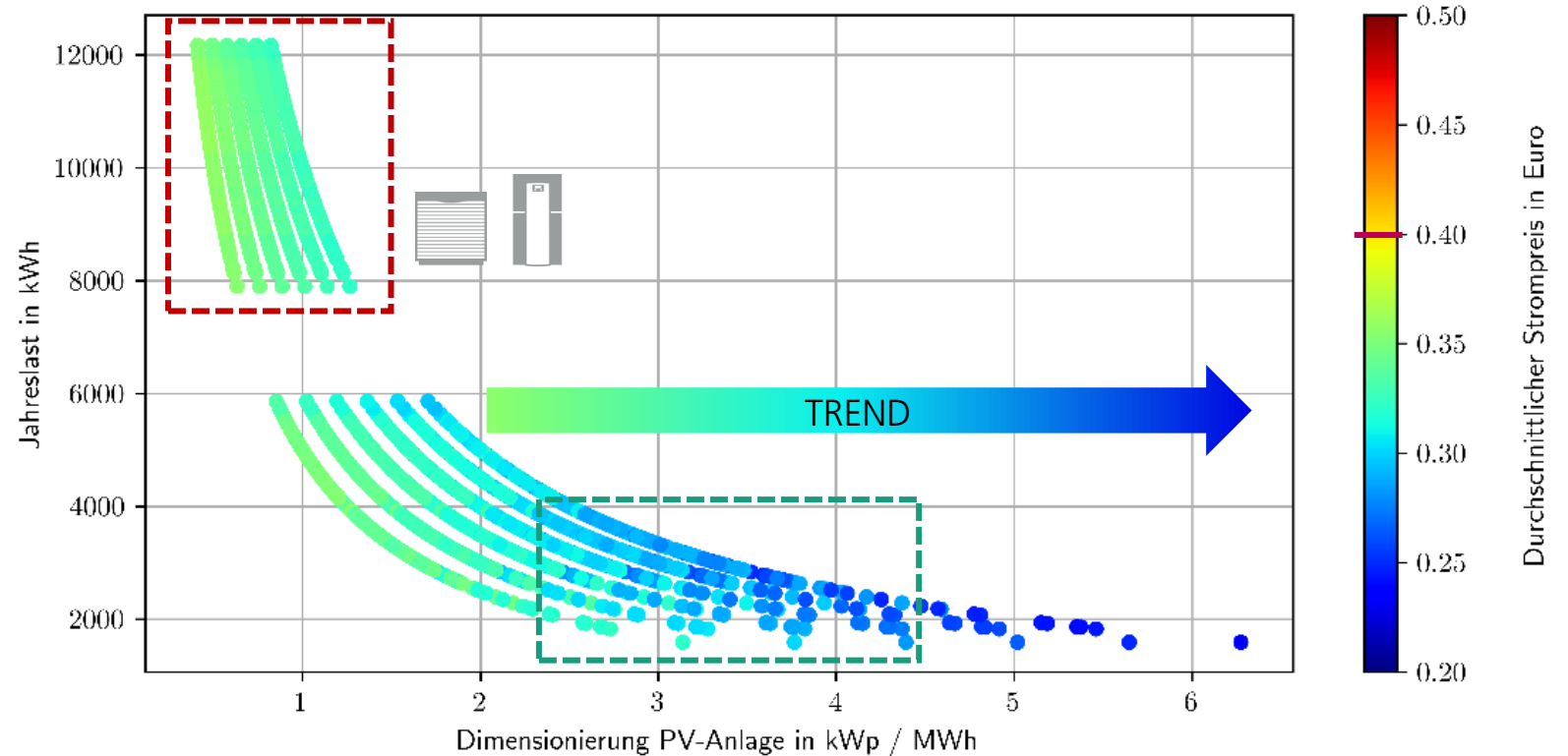


Ergebnisse und Empfehlungen

Handlungsempfehlungen für die Dimensionierung

- Eine größere PV-Anlage verringert die Stromkosten in **fast** allen Fällen.

Szenario PV (ohne Batterie)

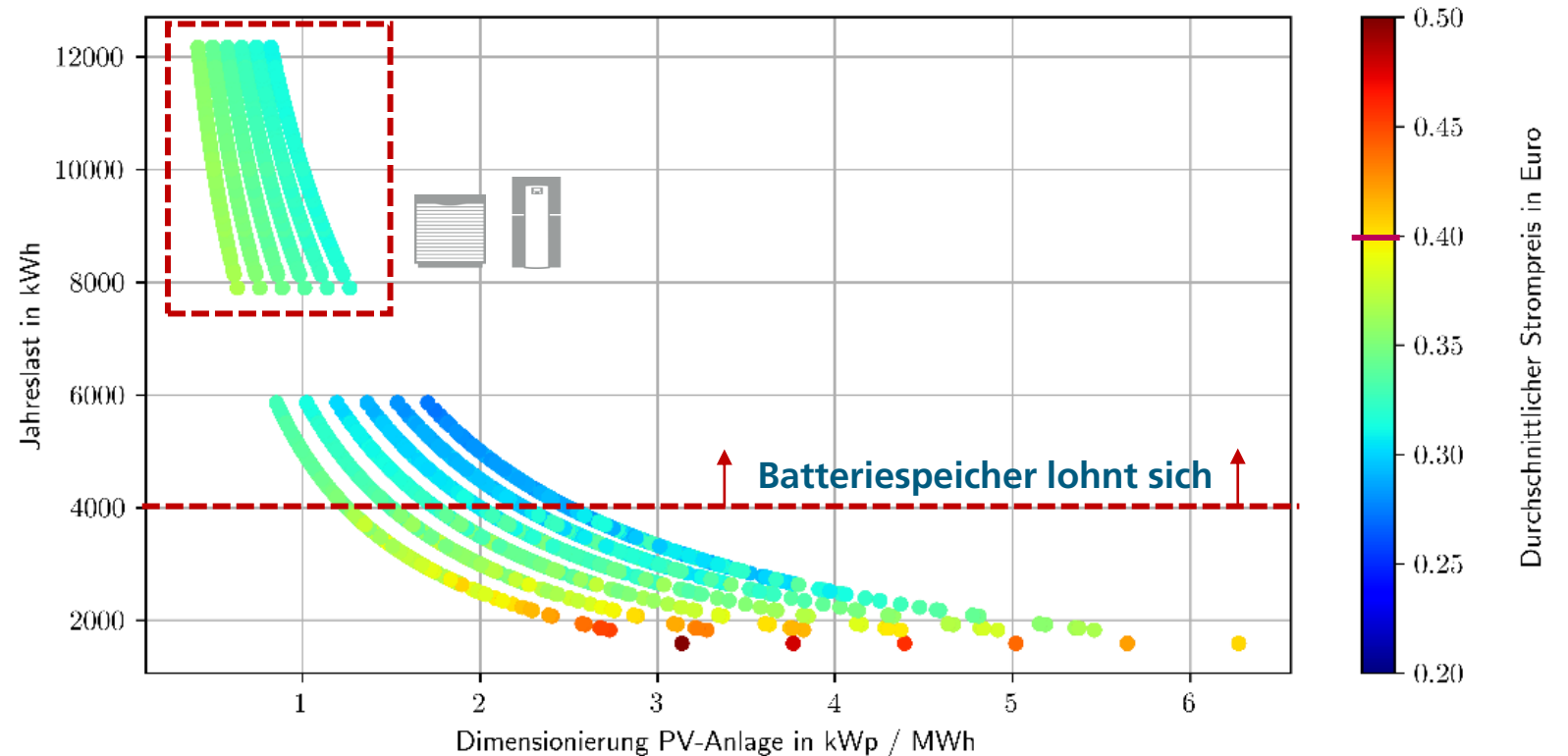


Ergebnisse und Empfehlungen

Handlungsempfehlungen für die Dimensionierung

- Eine größere PV-Anlage verringert die Stromkosten in fast allen Fällen.
- Ab einer Jahreslast von etwa 4000kWh lohnt sich die Anschaffung eines Batteriespeichers. (Darunter manchmal)

Szenario PV-Batterie (mit Batterie)



Ergebnisse und Empfehlungen

Handlungsempfehlungen für die Dimensionierung

- Eine größere PV-Anlage verringert die Stromkosten in fast allen Fällen.
- Ab einer Jahreslast von etwa 4000kWh lohnt sich die Anschaffung eines Batteriespeichers. (Darunter manchmal)

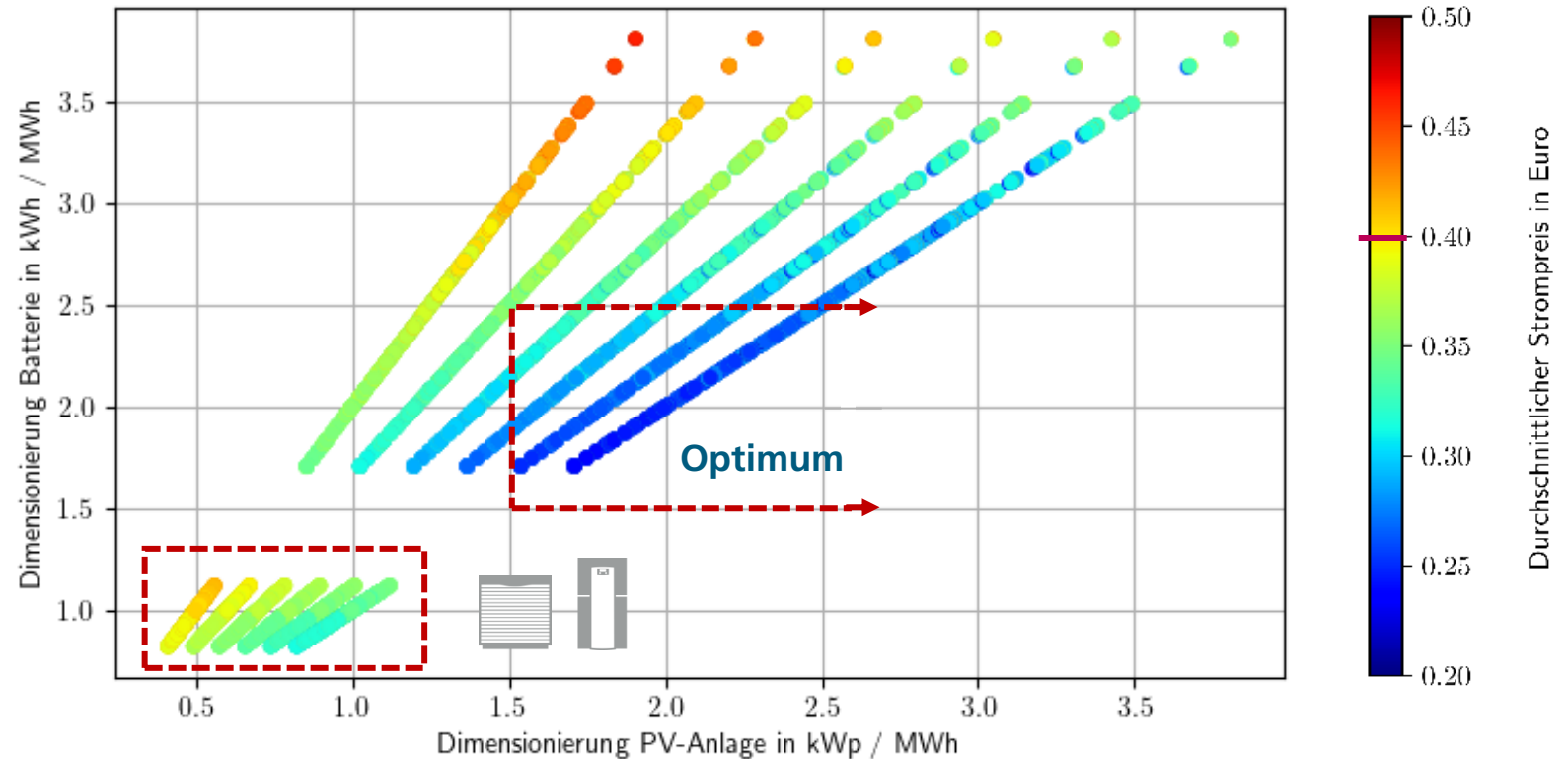
Batterieoptimum:

1,5 – 2,5 kWh/MWh Jahreslast
> 3 kWh/MWh ist nicht sinnvoll

PV-Anlagen Optimum:

> 1,5 kWp/MWh Jahreslast

Szenario HEMS-EV (mit Batterie)



Ergebnisse und Empfehlungen

Allgemeine Einordnung

- Alle hier dargestellten Ergebnisse betrachten den gesamten Pool. Individuelle Ergebnisse für einzelne Nutzer*innen sind im Bericht zu sehen.
- In der Präsentation wurde nur die finanzielle Seite beleuchtet. Eine Auswertung weiterer KPIs ist im Bericht zu finden.

	Autarkie	Strompreis	Systemeffizienz	Batterie Vollzyklen
Baseline	0 %	40,0 ct/kWh	-	-
PV	24 %	32,6 ct/kWh	97,4 %	-
PV-Batterie	53,4 %	32,9 ct/kWh	93,5 %	191,7 / Jahr
HEMS EV	54,7%	32,0 ct/kWh	93,5 %	179,2 / Jahr

Autarkie ist nicht alles...

ABER gerade bei Batteriespeichern überwiegt bei der Kaufentscheidung häufig der emotionale Aspekt der Autarkie, auch wenn das nicht immer die wirtschaftlich sinnvolle Lösung ist.

Autarkie ist nicht alles

Agenda

1. Kurzvorstellung des Fraunhofer ISE
2. Motivation und Methodik
3. Ergebnisse und Empfehlungen
4. Überblick über das Simulationsframework
 - Was ist synPRO?
 - Wie kann ich synPRO nutzen?



Überblick über das Simulationsframework Wohngebäude

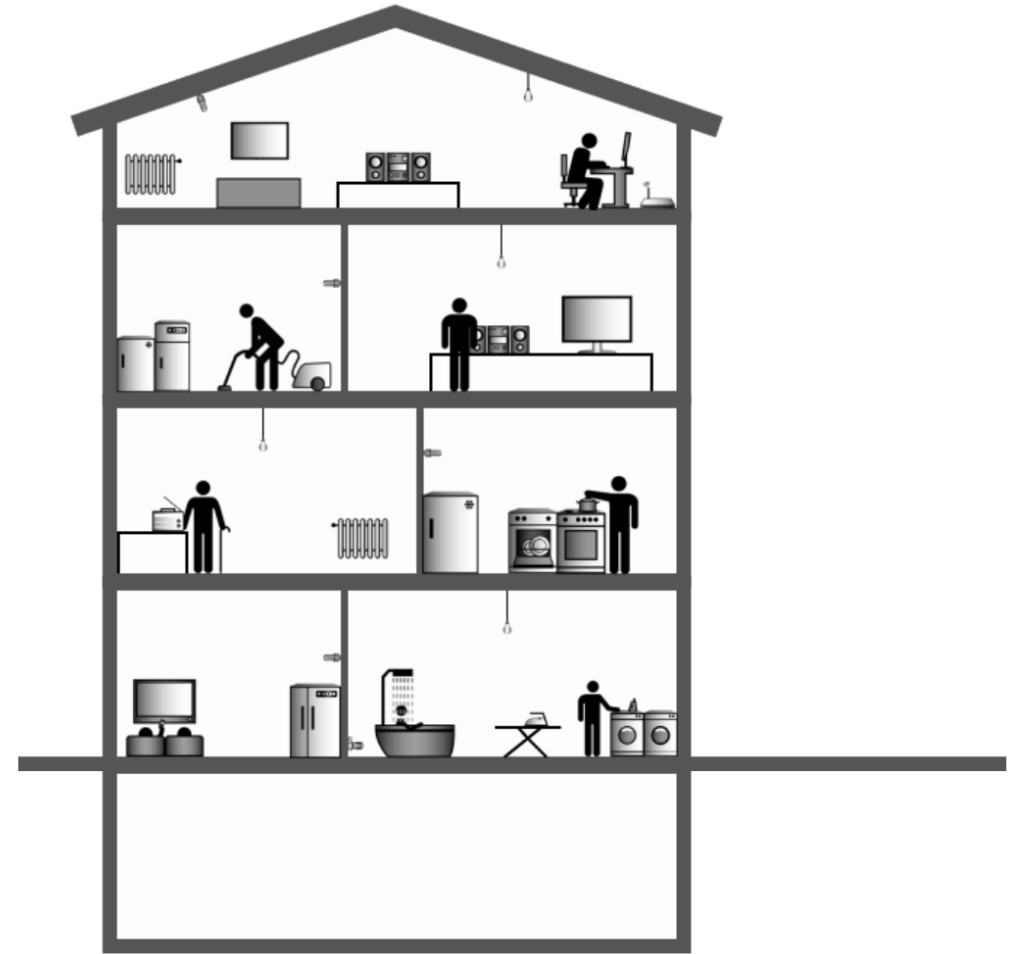


Erzeugung von Lastprofilen im Wohnbereich

- Strom
- Brauchwasser
- Wärme und Kälte

Key Features:

- Individuelle Personengruppen einstellbar
- Stochastische bottom-up Modellierung
- Zeitlich hochaufgelöst



Überblick über das Simulationsframework

Gewerbe Handel Dienstleistung

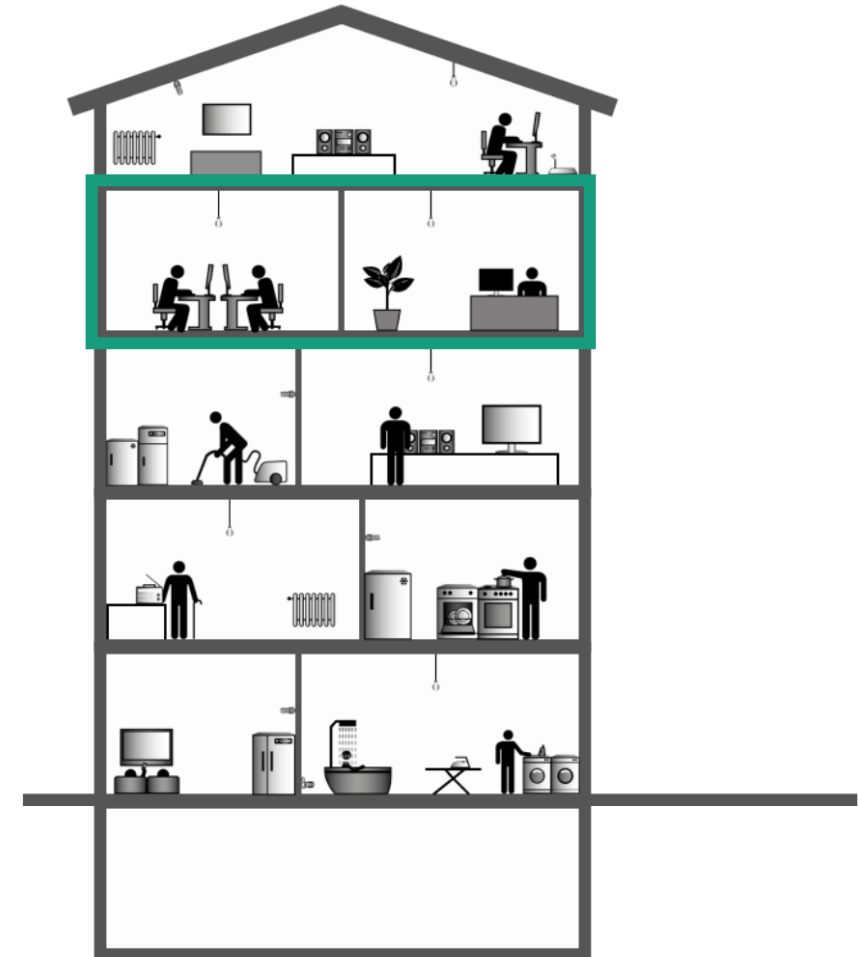


Erzeugung von Lastprofilen im GHD Bereich

- Strom
- Brauchwasser
- Wärme und Kälte

Key Features:

- Verschiedene GHD Klassen (Büro, Hotel, ...)
- Individuelle Subzonenkonfiguration (Lobby, WC, ...)
- Zeitlich hochaufgelöst



Überblick über das Simulationsframework

Elektromobilität und Ladevorgänge

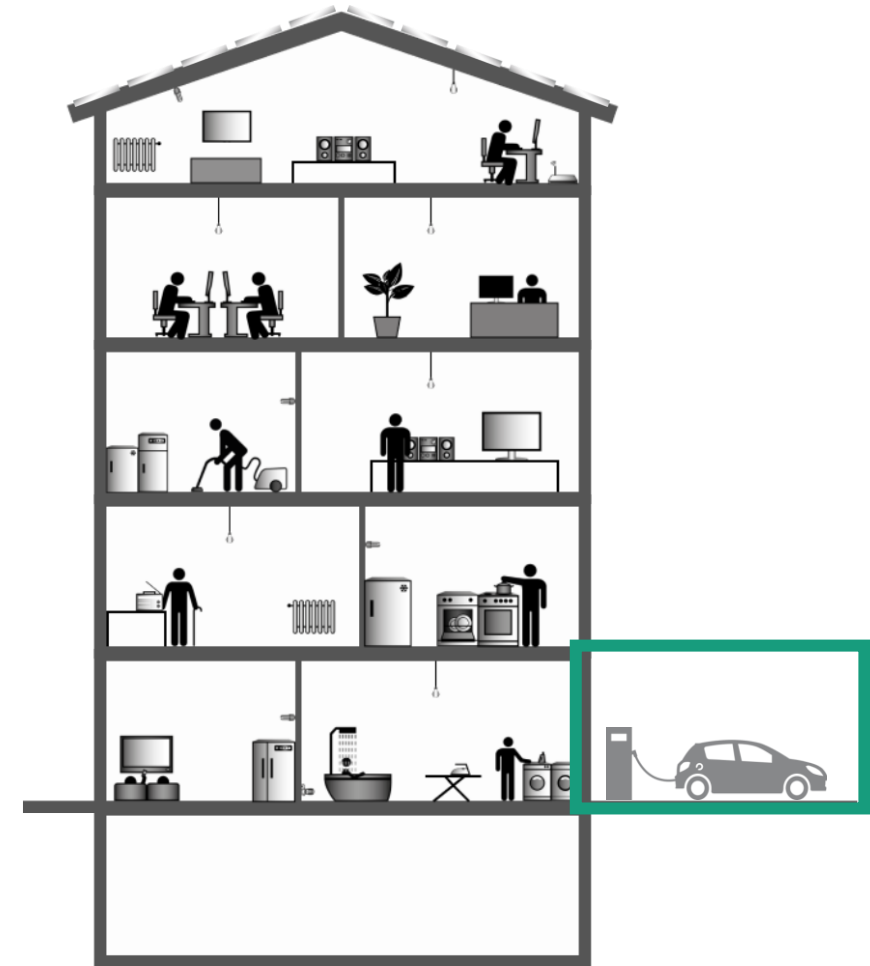


Erzeugung von Fahrt- und Ladeprofilen

- Ladeleistung
- Liste mit Fahrtinformationen
- Batteriefüllstand

Key Features:

- Verschiedene Standorte (Heimladen, Laden am Arbeitsplatz)
- Verschiedene Fahrzeuge
- Realistische Fahrprofile für verschiedene Gruppen
- Zeitlich hochaufgelöst



Überblick über das Simulationsframework

Anlagentechnik zur Bedarfsdeckung

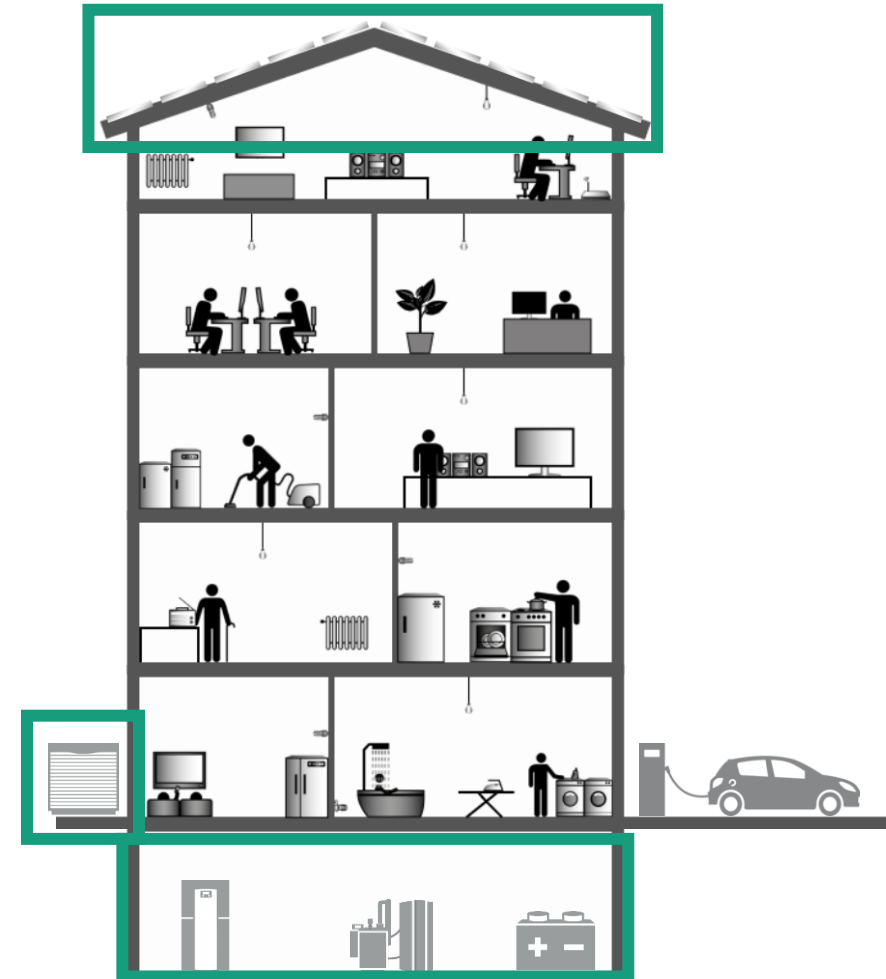


Erzeugung von Profilen zur Bedarfsdeckung

- Photovoltaikanlagen
- Batterien
- Wärmepumpen (mit Heiz und TWW Speicher)
- Blockheizkraftwerke (mit Heiz und TWW Speicher)

Key Features:

- Einfache Betriebsführung wärme- bzw. residuallastgeführt
- Automatische oder individuelle Dimensionierung
- Basierend auf real vermessenen Komponenten (Wechselrichter, Wärmepumpe, ...)
- Zeitlich hochaufgelöst (basierend auf Input Zeitreihe)



Überblick über das Simulationsframework

ETE – EMS Test Environment

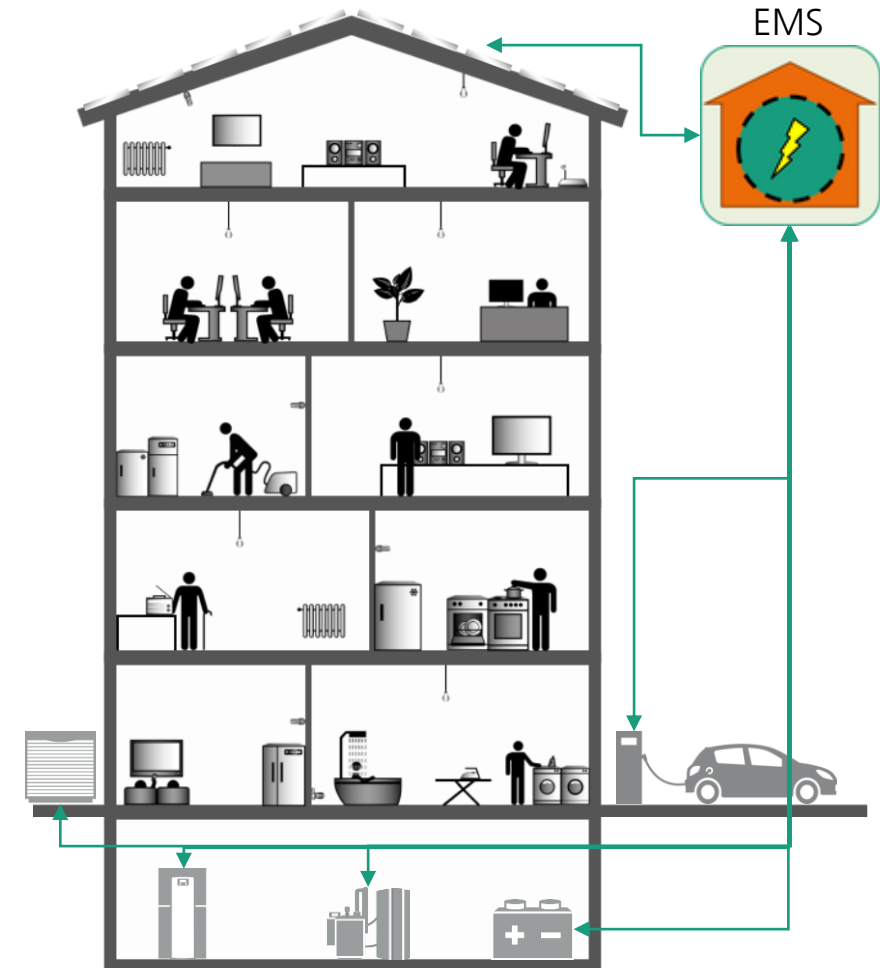


Test von Energiemanagementsystemen für

- PV-Batterieranlagen
- Ladesäulen (mit Elektroautos)
- Wärmepumpen (mit Heiz und TWW Speicher)
- Blockheizkraftwerke (mit Heiz und TWW Speicher)

Key Features:

- Modellbasierter Systemsimulator für Systeme im Smart Grid
- Individuelle Controller können eingefügt werden
- Reproduzierbare Testszenarien
- Studie der Auswirkungen verschiedener Betriebsführungen auf das elektrische Lastprofil und das Anlagenverhalten



Interesse geweckt?

Gleich ausprobieren und weiter lesen!



<https://www.ise.fraunhofer.de/>

Was wir sonst können

- Abteilung Smart Grids
- Energiemanagement
- Netzsimulation
- Messen & Steuern im Feld



synpro-lastprofile.de/referenzen/

Wissenschaftliche Publikationen

- Validierung der Modelle
- Detaillierte Beschreibung der Modelle
- Einsatz in Projekten



synpro-lastprofile.de/gratis-profile/

Gratis Testprofile

- Passwort: synpro
- 15 minütlich aufgelöste Profile
- Haushalte, GHD und Elektroautos



https://synpro-lastprofile.de/files/230623_Kaco_Studie.pdf

Studie & Kontakt

- synpro@ise.fraunhofer.de
- Die Studie zum Download
arne.surmann@ise.fraunhofer.de