



Prosumer-Haushalte

Private Haushalte als
neue Schlüsselakteure einer
Transformation des Energiesystems

Prosumer-Haushalte im Energiesystem

Vorstellung von Projekt und Vorgehensweise aus
ingenieurwissenschaftlicher Perspektive

Tag der Ingenieurwissenschaften

Senftenberg, 18.11.2015

Prof. Dr. Bernd Hirschl

BTU / Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW)



Was ist eigentlich ein Prosument?

Produzent

Energie wird im Haushalt produziert

- PV-Anlage
- BHKW
- Aufdach-Windenergie
- Solarthermie
- ...

Prosument



Konsument

Energie wird im Haushalt verbraucht

- Haushaltsgeräte
- Power-To-Heat
- Elektroauto
- ...

Mit intelligentem Verbrauch (smart) können zudem SDL angeboten werden:
z. B. durch BHKW, Speicher, PtH, ...
jeweils (teil-)ferngesteuert



Was macht das Projekt Prosumer-Haushalte?

These: Private Haushalte in ihren neuen Rollen und Funktionen in einem stark dezentralen Energiemarkt können signifikante Beiträge zur sozial-ökologischen Transformation des Energiesystems leisten

Fragen:

- Was ist der mögliche Beitrag von privaten Haushalten zu einer sozial-ökologischen Transformation des Energiesystems?
 - ⇒ Energie-Prosumer Potential in Deutschland
 - ⇒ Zahlungsbereitschaft für eigenerzeugten Strom (Selbstnutzung)
 - ⇒ Potenziale und Auswirkungen verschiedener Erzeugungstechnologien und Verbrauchsverhalten
 - ⇒ Gesamtwirtschaftliche Auswirkungen auf das gesamte Energiesystem
- Wie können die politischen Maßnahmen in diesem Bereich ganzheitlich optimiert werden?



Was macht das IÖW im Projekt: Die Simulation des Haushaltssektors

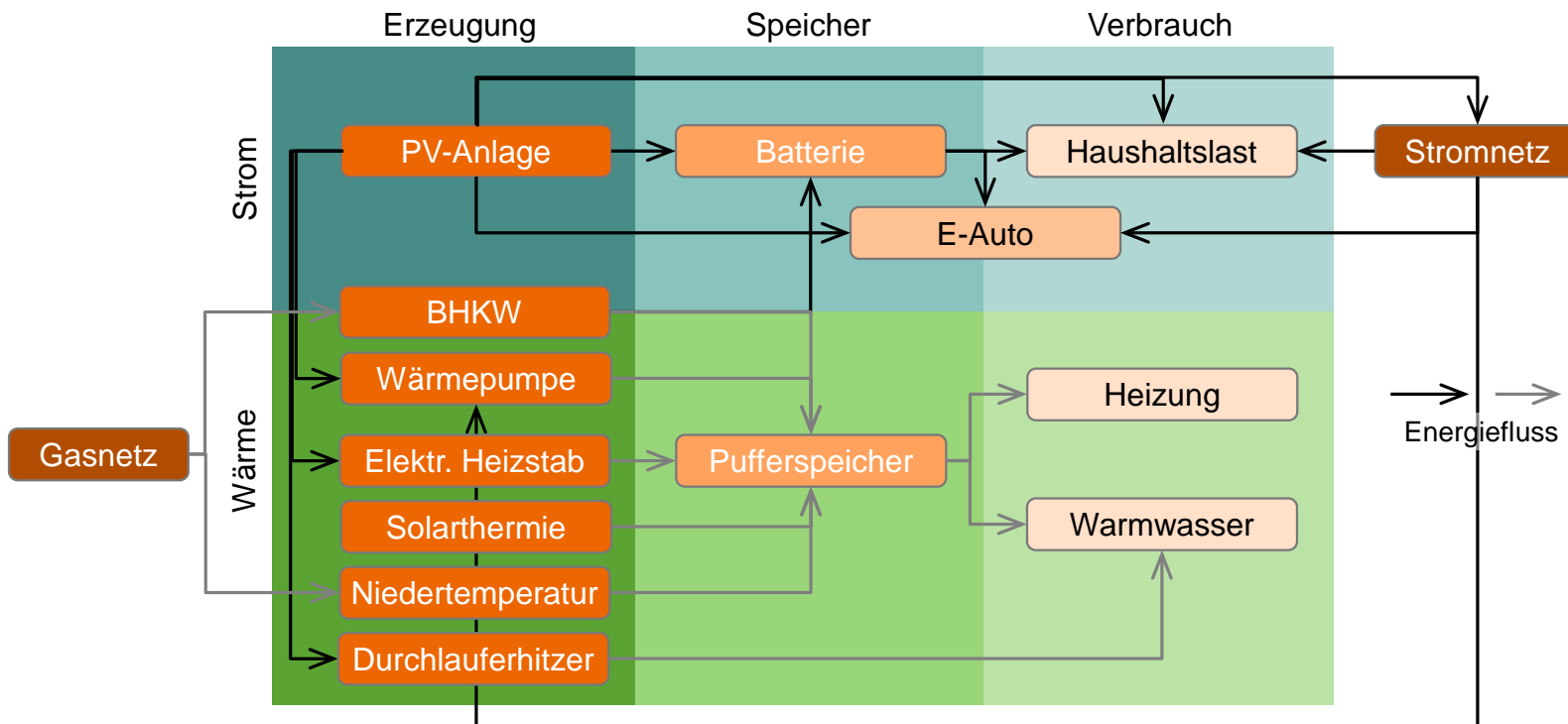
Ziele der Simulation am IÖW

- Simulation der verschiedenen Prosumer-Haushalte
 - Differenzierung nach Technologien (Erzeugung und Verbrauch)
 - Differenzierung nach Verbrauchsverhalten
- Auswirkungen auf die Endenergienachfrage (z.B. durch Power-To-Heat)
- Abbildung des charakteristischen Verbrauchs- und Erzeugungsverhaltens
- Erste Aussagen über die Be-/Entlastung der Netze durch die verschiedenen Prosumer-Typen
- Aufbereitung der Ergebnisse als Input für das Energiewirtschaftsmodell PANTA RHEI (AP 4)



Das IÖW-Prosumer-Haushaltsmodell: Grundsätzlicher Aufbau

- Abbildung von Erzeugung und Verbrauch im **1-min. Takt**
- Simulation der Verbräuche **Bottom-Up** über gemessene und synthetische Profile
- Simulation der Erzeugung mit gemessenen Wetterdaten (Berücksichtigung von Wolkenzug etc.)





Betrachtete Haushaltstypen und Technologien

Haushaltstypen		Technologieoptionen	
Haushaltsgröße	1, 2, 3, 4, 5+	PV [s/ow] + DSM	
Gebäudetyp	<ul style="list-style-type: none"> • Altbau (tlw. saniert) • Neubau (80/90 Jahre) • Neubau EnEv 	PV [s/ow] + Batterie	
Stromeffizienzklasse	A/B/C/D/E/F/G in Anlehnung an den Stromspiegel vom BMUB	PV [s/ow] + Wärmepumpe + DSM	
		PV [s/ow] + Heizstab + DSM	
		PV [s/ow] + KWK + DSM	
		KWK	
		KWK + Batterie	

- Zusätzlich wurden bei den Haushalten auch verschiedene Lebensbedingungen simuliert, d.h. ob ein Haushalt tendenziell eher am Morgen und Abend Strom verbraucht oder auch zur Mittagszeit jemand zu Hause ist.



Dimensionierung einzelner Parameter

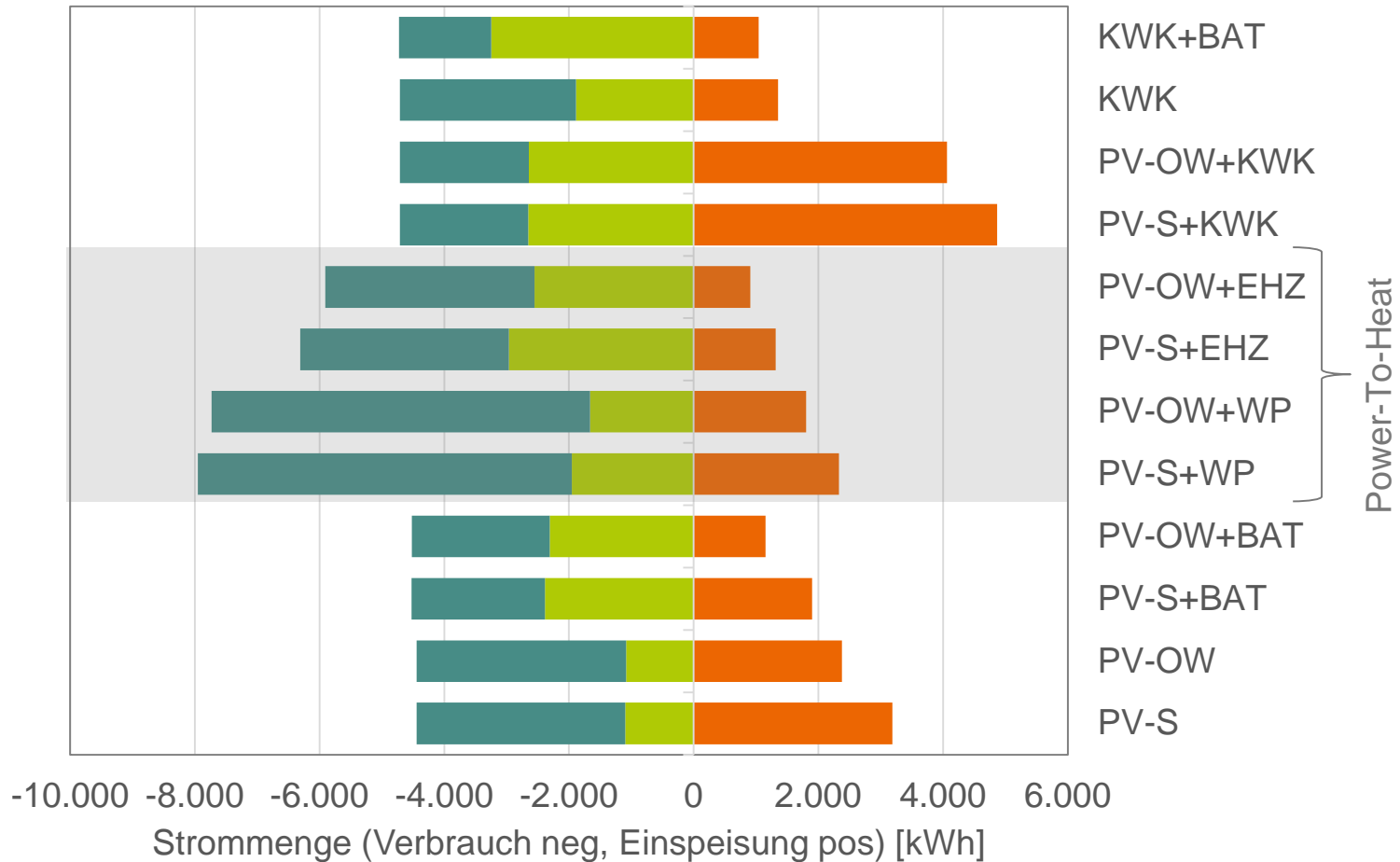
Haushaltsgröße	1	2	3	4	5+
Wohnfläche	105 m ²	125 m ²	136 m ²	143 m ²	160 m ²
PV-Anlage	2 kW _p	3 kW _p	3 kW _p	4 kW _p	4 kW _p
Batterie	3 kWh	3 kWh	4 kWh	4 kWh	5 kWh
KWK	1 kW _{therm}	1,5 kW _{therm}	1,5 kW _{therm}	2,5 kW _{therm}	2,5 kW _{therm}
Heizstab	2 kW	3 kW	3 kW	4 kW	4 kW

- Dimensionierung wurde auf eine optimale Erzeugung zum Verbrauch angepasst, d.h. es wird davon ausgegangen, dass die Anlagen primär zum Eigenverbrauch angeschafft wurden.
- Die Dimensionierung wurde durch verschiedene Parameterstudien festgelegt.



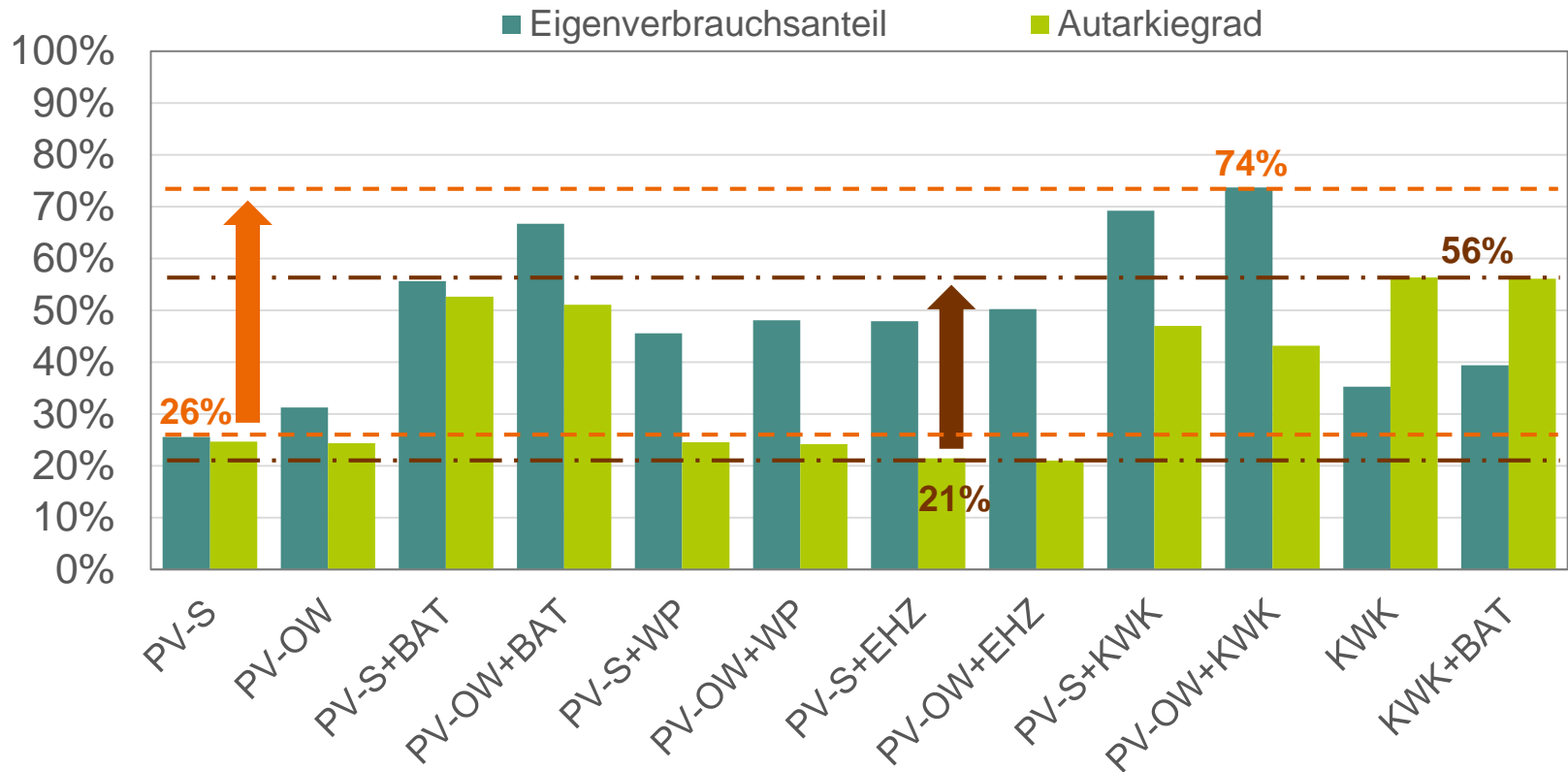
Strombilanz: Eigenverbrauch, Strombezug und -einspeisung

■ Eigenverbrauch ■ Strombezug aus dem Netz ■ Stromeinspeisung





Eigenverbrauchsanteile und Autarkiegrad



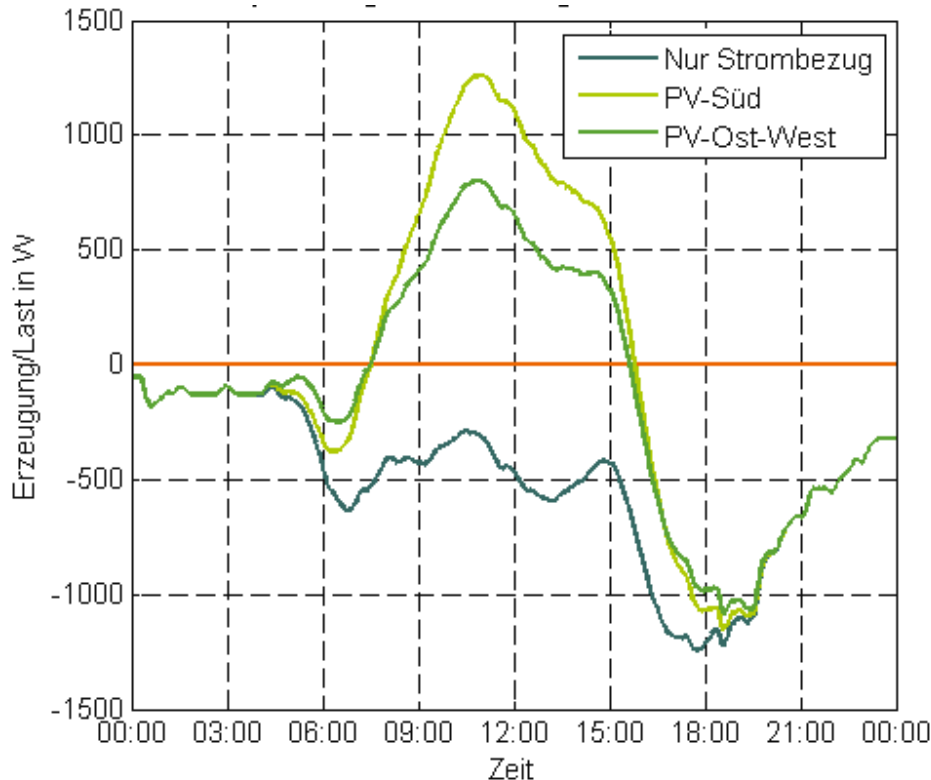
Eigenverbrauchsanteil = selbstverbraucher Strom / erzeugter Strom

Autarkiegrad = selbstverbraucher Strom / gesamtverbraucher Strom



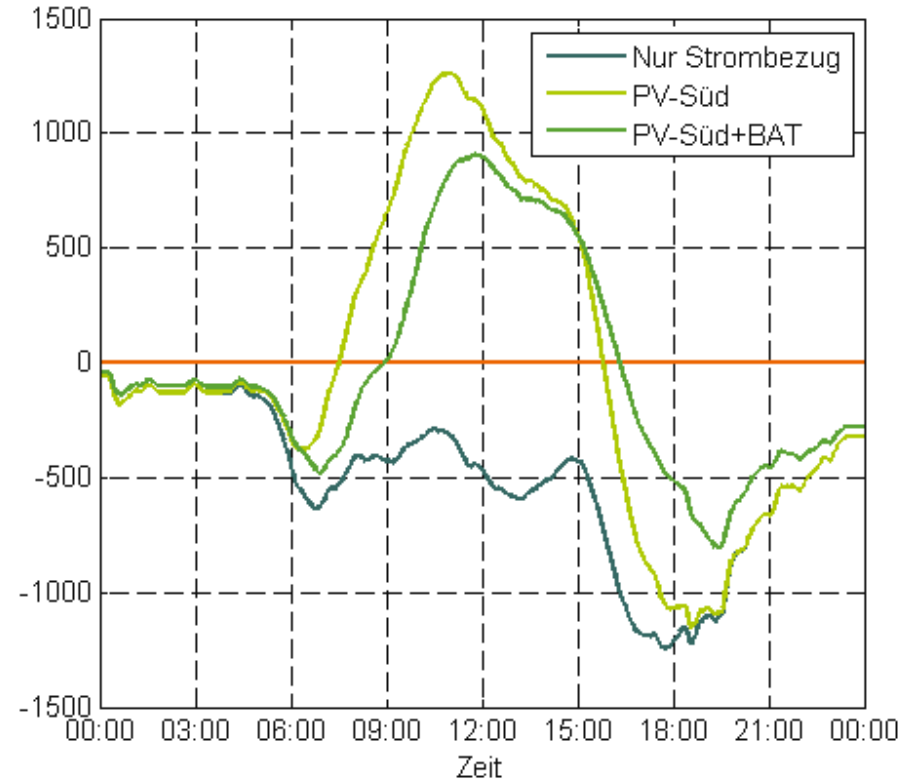
Auswirkungen auf die Lastkurve bei PV-Süd und PV-Ost/West sowie Batterie

PV-Süd vs. PV-Ost/West



➔ Ertrag ist bei Ost-West Ausrichtung geringer mit geringerem Leistungsgradienten

PV-Süd mit Batterie

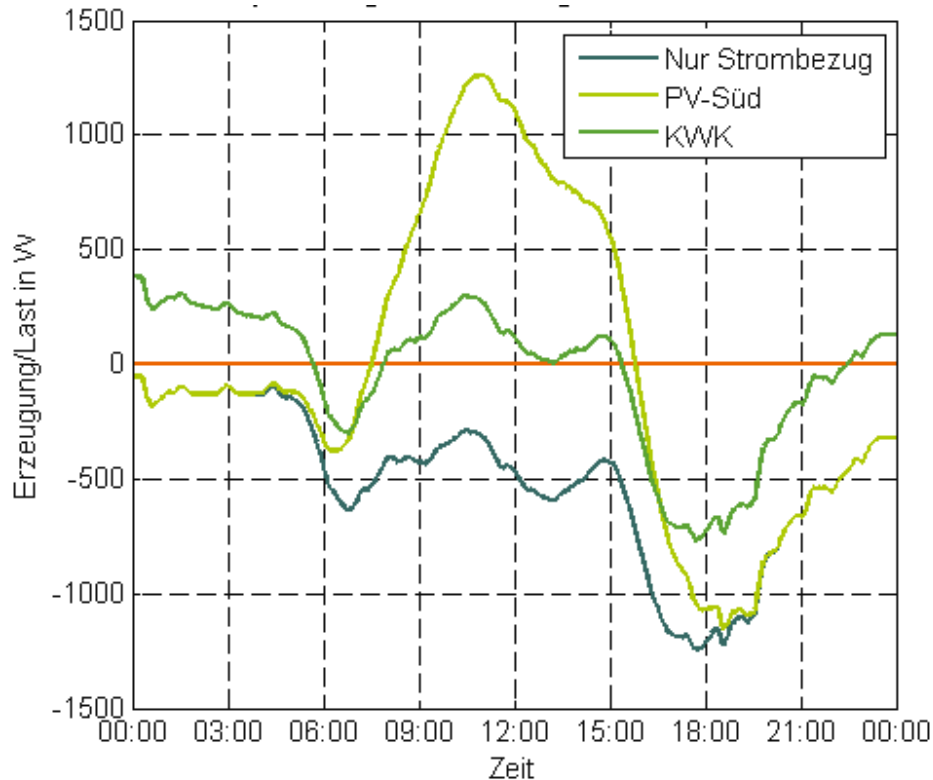


➔ Der Einsatz einer Batterie kann die Leistungsspitzen sowohl im Verbrauch als in der Einspeisung reduzieren



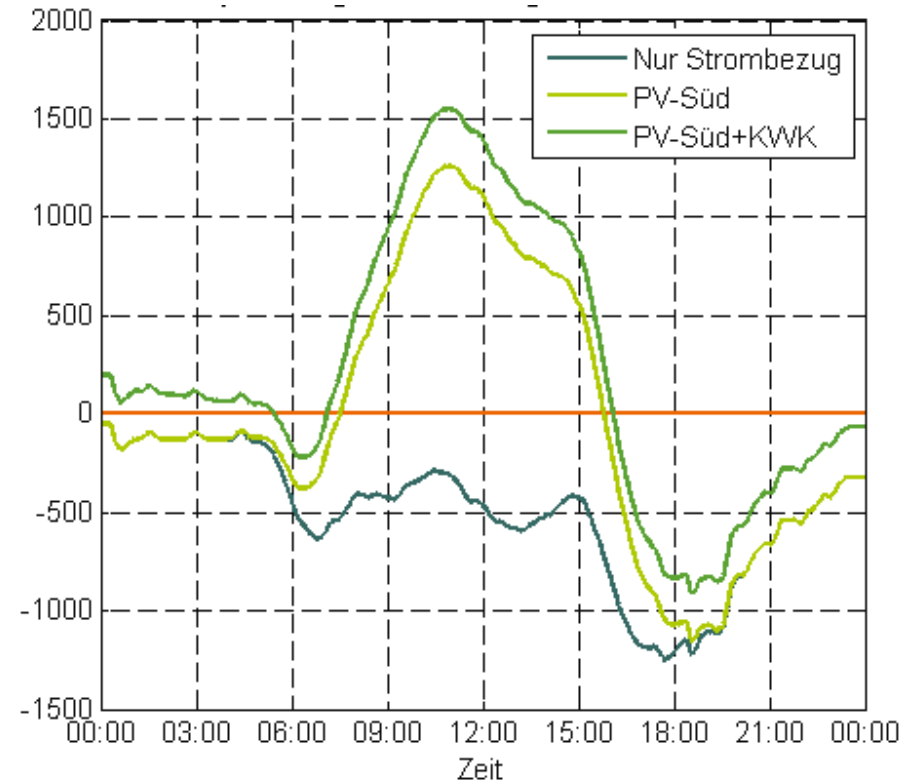
Auswirkungen auf die Lastkurve durch Einsatz von KWK, PV und PV + KWK

PV vs. KWK



➔ Durch den gleichmäßigen Betrieb der KWK verschiebt sich die Lastkurve nach oben und belastet die Netze nicht

PV mit KWK

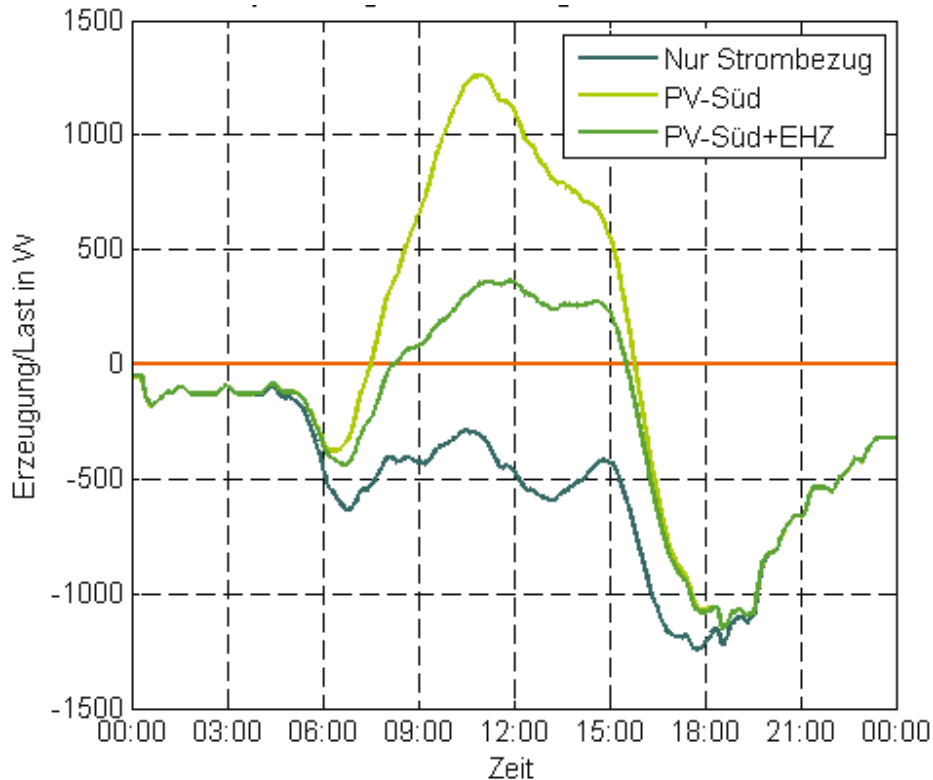


➔ Eine Kombination von PV mit KWK verschiebt die Lastspitzen noch weiter nach oben



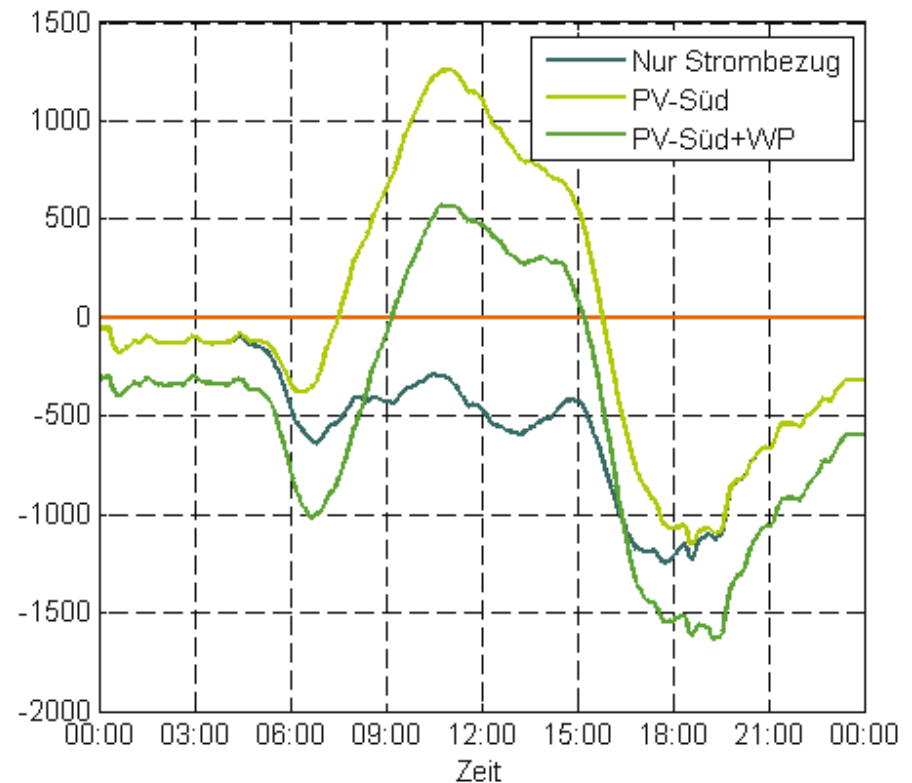
Auswirkungen auf die Lastkurve durch verschiedene Power-To-Heat-Optionen

PV-Süd mit Heizstab



➔ Der Heizstab verringert die Leistungsspitze deutlich und hat damit eine netzdienliche Wirkung

PV-Süd mit Wärmepumpe



➔ Die Wärmepumpe verringert die Leistungsspitze in der Einspeisung, der Gradient ist jedoch unverändert



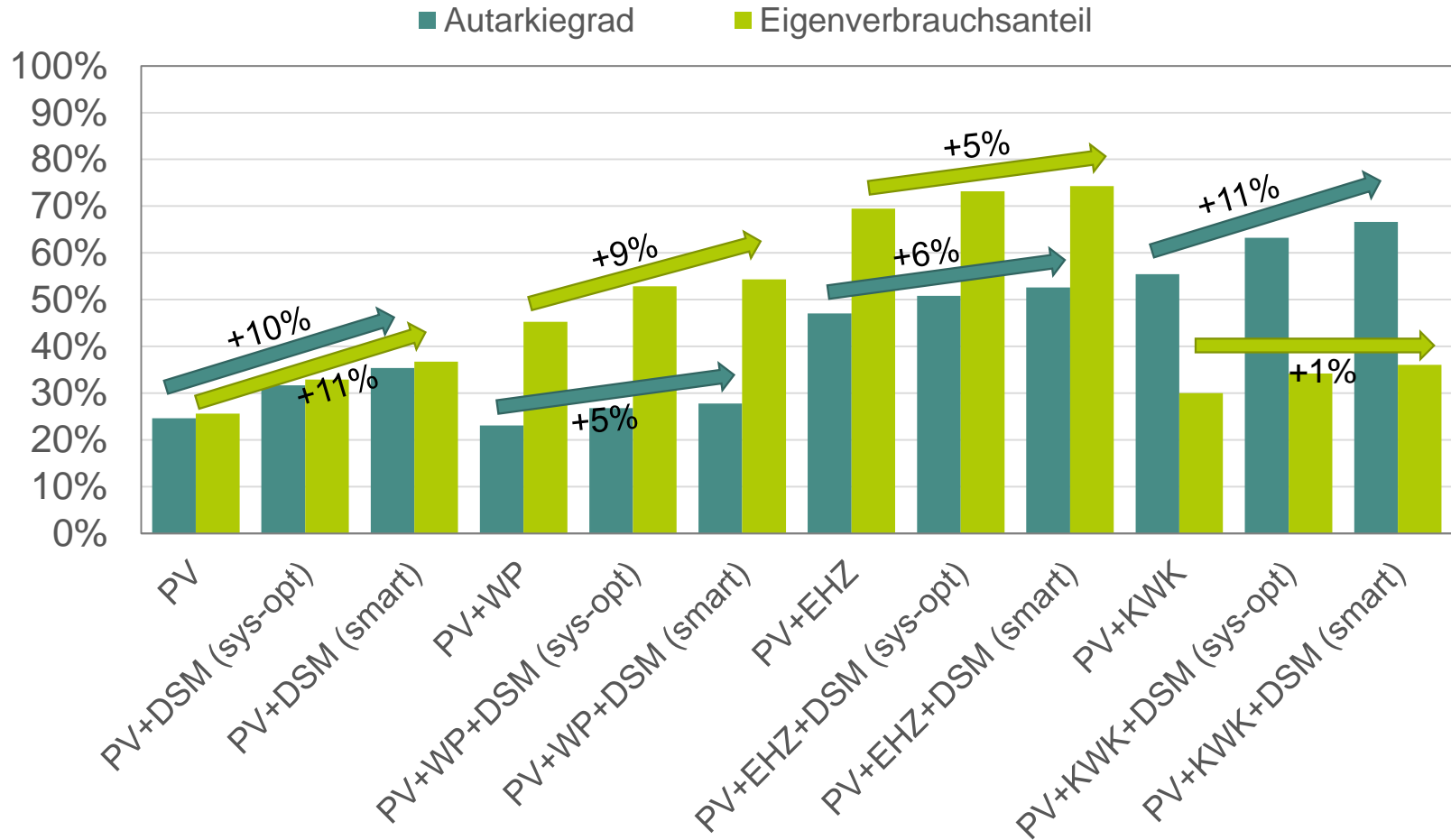
Haushaltsinternes Demand-Side-Management

- Für die Simulation wurden zwei Lastverschiebungsvarianten implementiert
 - Niederschwellig mittels Zeitschaltuhr (systematische Opt.)
 - Optimal durch ein Energiemanagementsystem (smart)

Geräte \ Lastmgmt	Status Quo	Systematische Optimierung	Smart
Waschmaschine/ Geschirrspüler/ Trockner	Nicht vorhanden	Unabhängig von Erzeugung mittels Zeitschaltuhr	Optimierter Start in Abhängigkeit von Erzeugung
Kühl- und Gefrierschrank	Normale Nutzung	Kein Verbrauch von 5-10 Uhr	Kein Verbrauch von 5-10 Uhr
Kleingeräte	Normale Nutzung	Vorrangig am Nachmittag	Vorrangig am Nachmittag

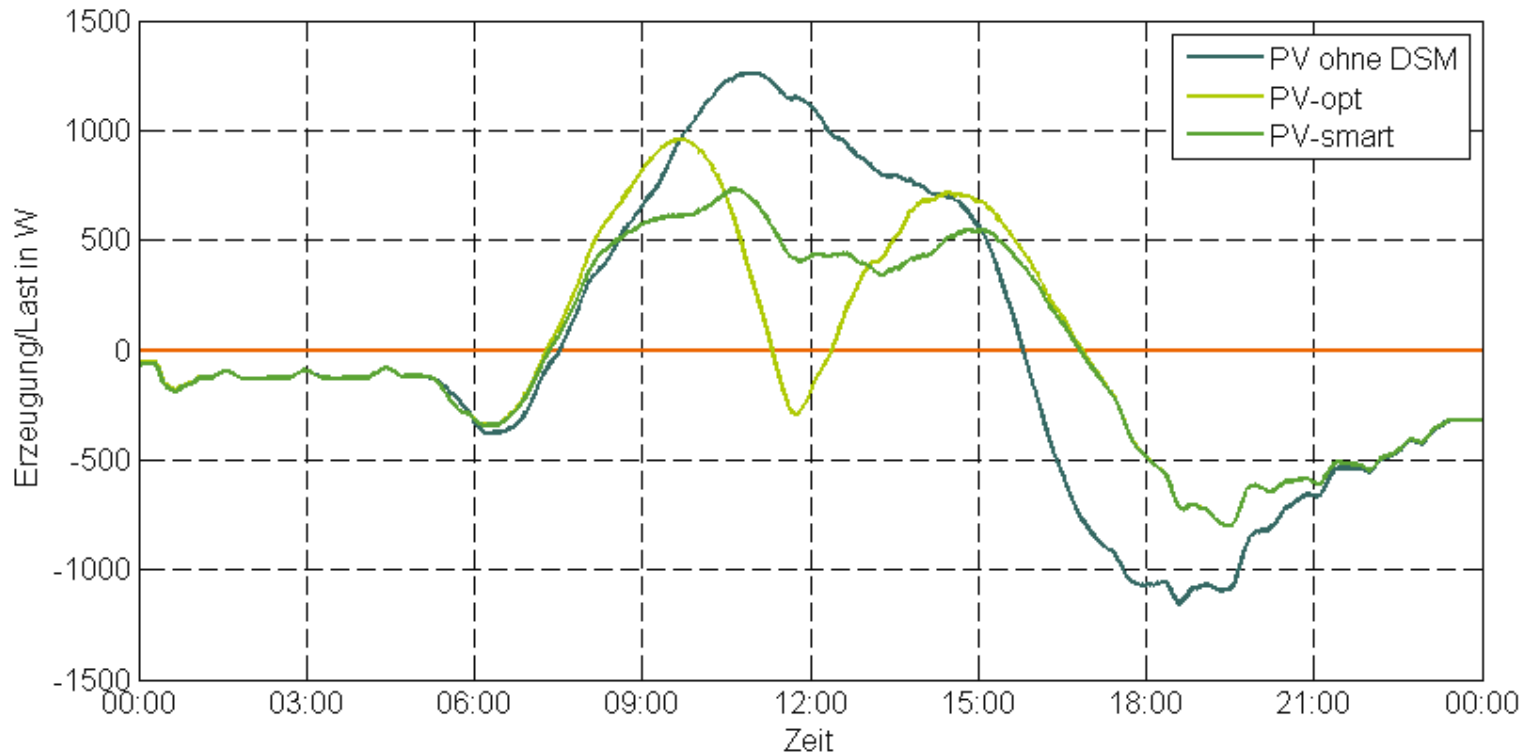


Auswirkungen des DMS auf Eigenverbrauch und Autarkie





Veränderung von Stromeinspeisung und -bezug durch Lastverschiebung



➔ Eine einfache Lastverschiebung kann den Eigenverbrauch des Haushalts deutlich steigern, bietet jedoch noch keine Netzentlastung



Erweiterte Schlussbetrachtungen

- Prosumer-Haushalte können Eigenverbrauchs- oder Autarkiegrade zw. 20 % (nur mit PV) und bis zu 70 % erreichen
- Insbesondere Speicher, aber auch einfache DSM-Maßnahmen können dabei die Lastspitzen deutlich und zuverlässig absenken
- Andere Projektbausteine haben gezeigt
 - dass eine sehr hohe Motivation für hohen Eigenverbrauch/Autarie vorhanden ist
 - dass ein netzdienlicher Betrieb von PV-Speichersystemen mit nur geringen Verlusten zuverlässig machbar ist (deshalb fördern einzelne NB bereits dezentrale PV-Speichersysteme, da dies den Netzausbaubedarf mindern kann)
 - Belastung durch „fehlende Steuern und Abgaben“ („Entsolidarisierungseffekt“) sich die Waage hält mit den geringeren EEG-Vergütungen durch Eigenverbrauch
- Die Regierung setzt gegenwärtig aber ausschließlich auf den Strommarkt 2.0 und behindert Eigenverbrauch an vielen Stellen (EEG-Novelle, KWKG-Novelle, ...) – to be discussed!



Prosumer-Haushalte

Private Haushalte als
neue Schlüsselakteure einer
Transformation des Energiesystems

Vielen Dank.

Tag der Ingenieurwissenschaften

Senftenberg, 18.11.2015

Prof. Dr. Bernd Hirschl

BTU / Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW)



i | ö | w

INSTITUT FÜR ÖKOLOGISCHE
WIRTSCHAFTSFORSCHUNG

RWTHAACHEN
UNIVERSITY



E.ON Energy Research Center
FCN | Institute for Future Energy
Consumer Needs and Behavior

gws



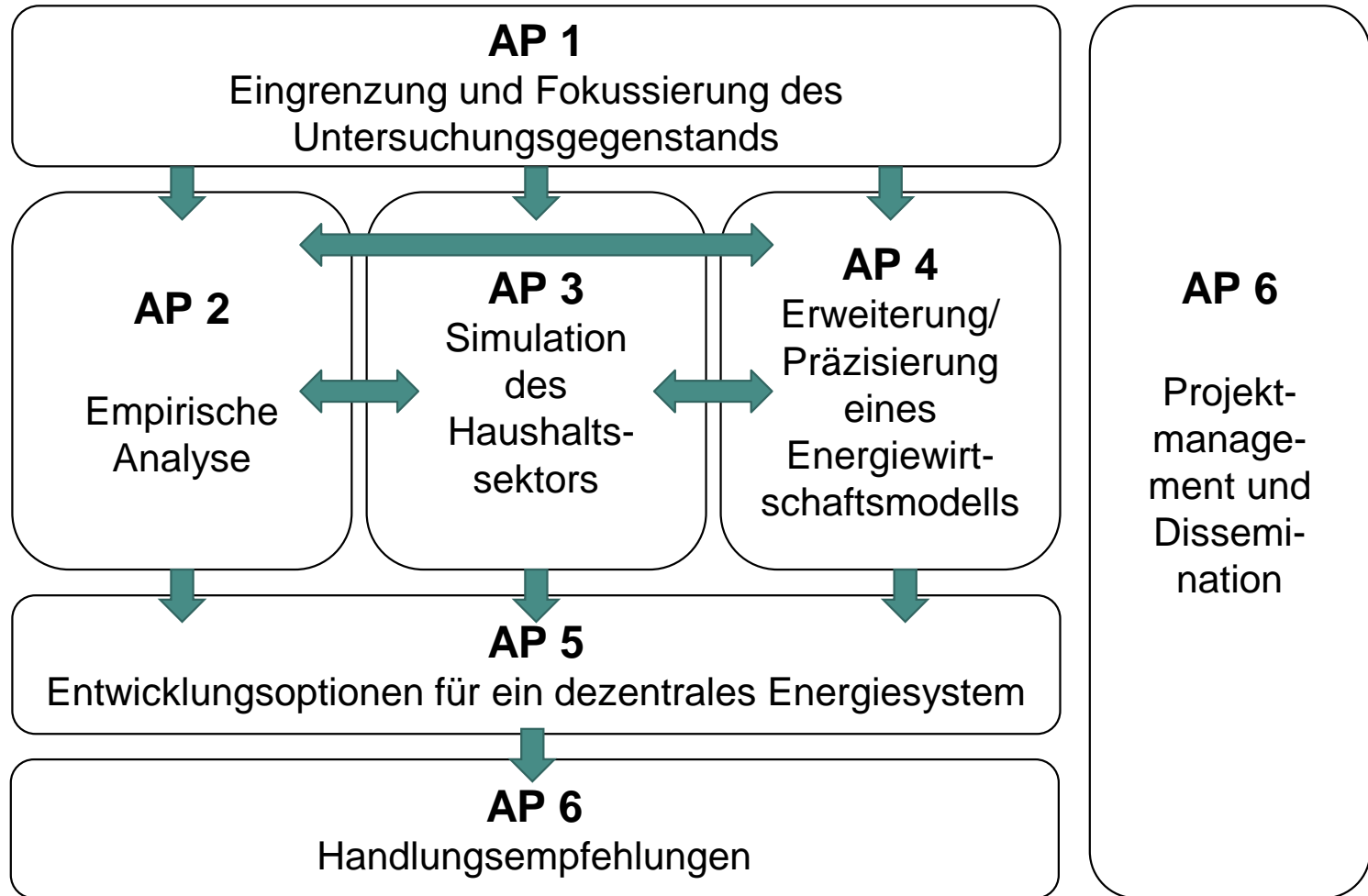
GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

FONA
Sozial-ökologische
Forschung
BMBF



Arbeitspakete





Zeitplan

AP2: Empirische Analyse und Modellierung der Adoption und Diffusion dezentraler Energiesysteme

AP6: Handlungsempfehlung für eine sozial-ökologische Transformation des Energiesystems

2013

2014

2015

2016

AP1: Eingrenzung und Fokussierung des Untersuchungsgegenstands

AP5: Entwicklungsoptionen für ein dezentrales Energiesystem

AP3: Simulation des Haushaltssektors

AP4: Erweiterung/Präzisierung eines Energiewirtschaftsmodells

AP 7: Projektmanagement und Dissemination



Aufgabenteilung & Methoden

FCN Modellierung, Adoption und Diffusion

- Auswahlexperiment zu den Präferenzen potenzieller „Prosumenten“ zur Anschaffung und Nutzung dezentraler Energietechnologien
- Modellierung von Technologiediffusionspfaden / Ableitung von Verhaltensannahmen (Szenarientwicklung)
- Projektkoordination

IÖW Simulation des Haushaltssektors

- Auswahl und Charakterisierung der Technologien
- Simulation des Haushaltssektors (Energieverbrauchs- und erzeugungsverhalten: Lastkurven einzelner Haushaltstypen)
- Handlungsempfehlungen (Bewertung der Szenarien)

GWS Gesamtwirtschaftliche Modellierung

- Erweiterung von PANTA RHEI um zusätzliche Haushaltstypen
- Simulation von Szenarien mit PANTA RHEI



Modellierung der Haushaltslast

Stromeinspeisung und -bezug, "Consumer-haushalt"
bei verschiedenen Stromeffizienzklassen , 4-Personen-Haushalt

