
HANDLUNGSOPTIONEN ZUR STÄRKEREN NUTZUNG VON FLEXIBILITÄTEN IM VERTEILNETZ IN DEN BEREICHEN STROM WÄRME

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Noha Saad Hussein, Lars Manuel
Rinn*, Christine Krüger, Tomke
Janßen*, Wolfgang Biener*, Charlotte
Senkpiel

Fraunhofer-Institut for Solar Energy Systems
ISE, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt,
Energie,

14. Symposium Energieinnovation 2016

10.02.2016

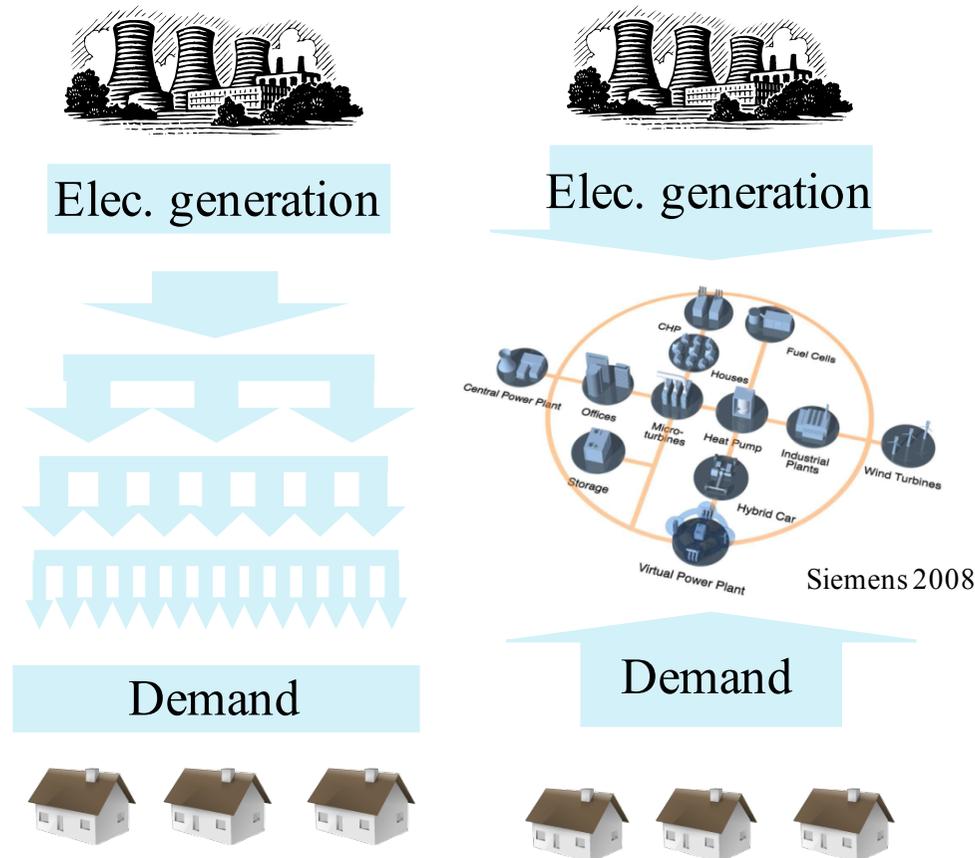
www.ise.fraunhofer.de

Agenda

- Motivation
- DMA - Decentralized Market Agent
- StroWae - DMA Ziele
- DMA – Handlungsoptionen (Beispiele)
- Fallstudie

Motivation

Energiesystem Heute - Zukunft



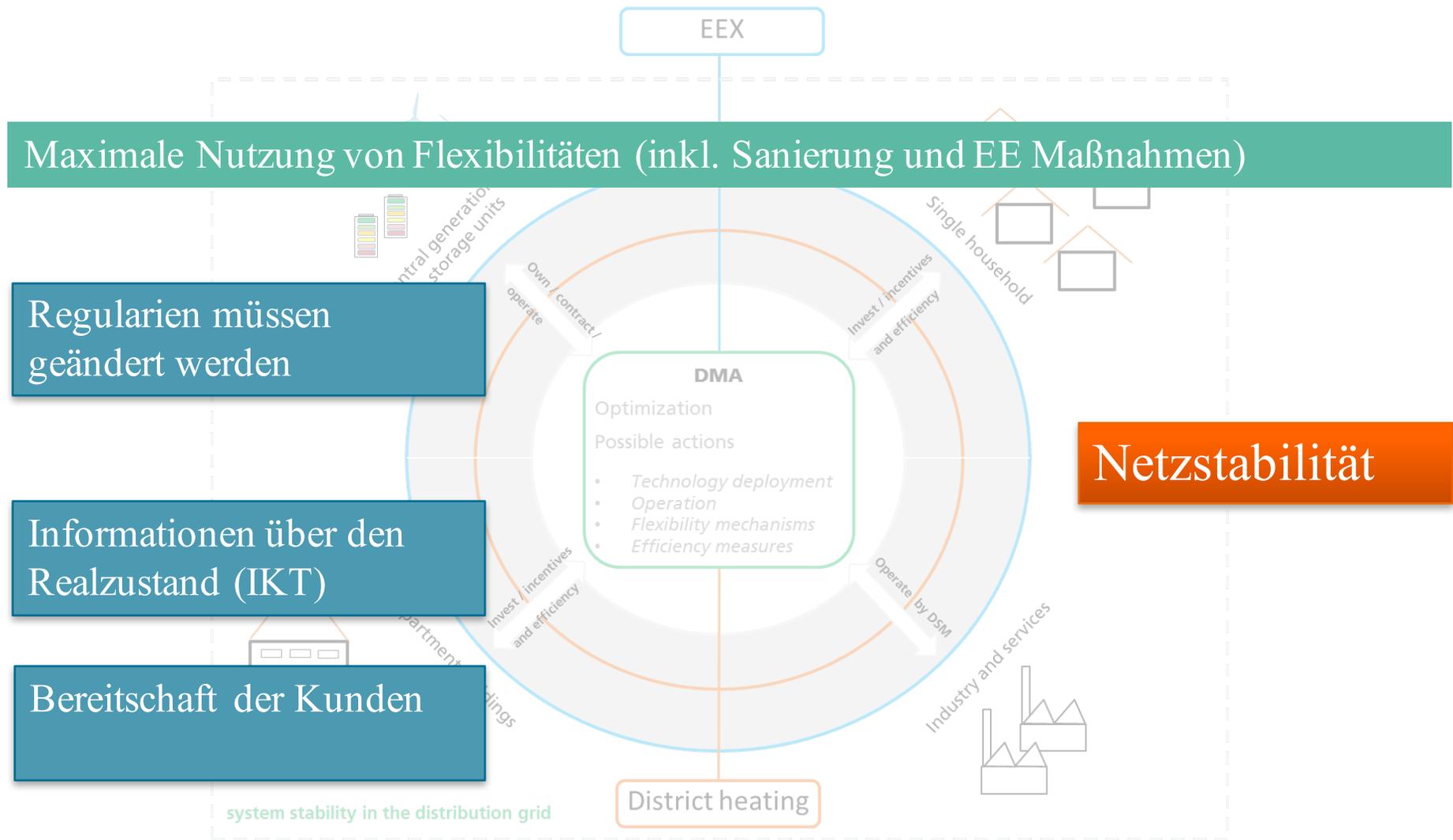
Status quo:

1. Übergang von zentral zu dezentral
2. Hoher Anteil an EE, benötigte Flexibilitäten
3. Einzelne HH optimieren ihr System

⇒ Was passiert im ganzen System?

DMA – Ziele

Optimierung der Wärme und Stromnachfrage im Verteilnetz



Potentielle Handels- und Handlungsmöglichkeiten

Qualitative Analyse

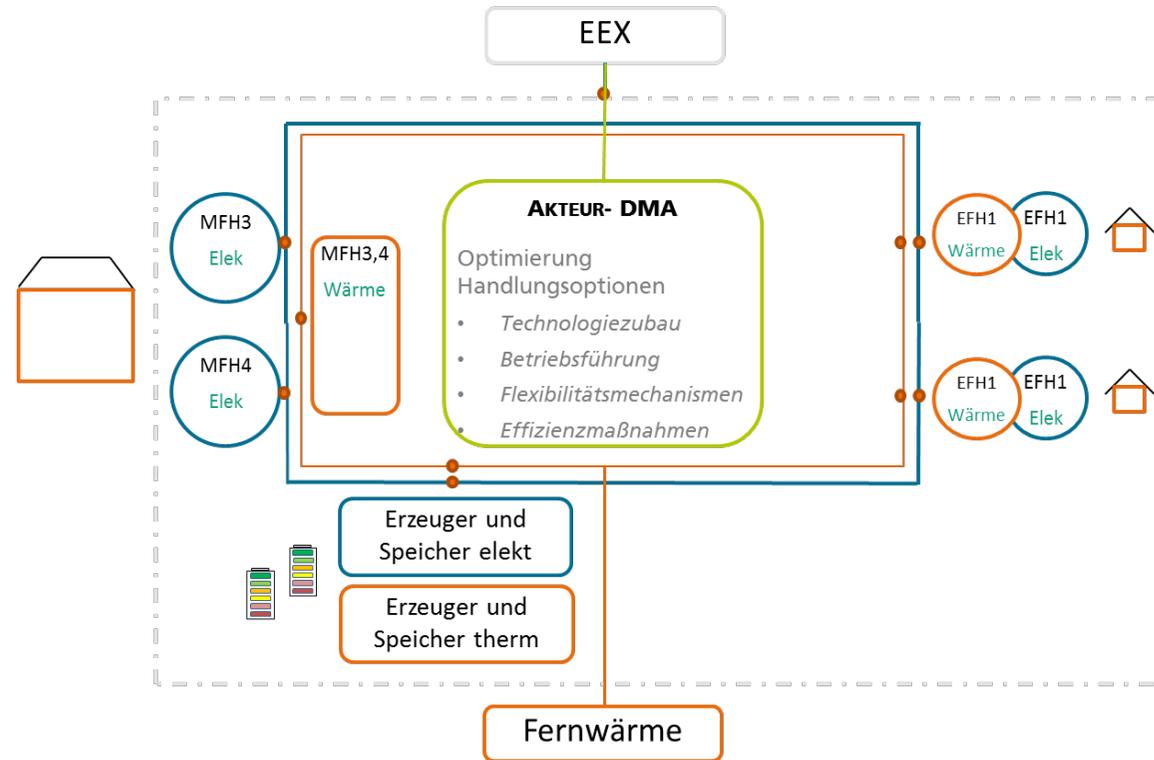
	Handlungsmöglichkeiten	Limitierungen oder Konflikte		
		Verbraucher	Regulierung	Finanzen
MiniKWK (HH)	- Finanzielle Förderung einer Investition	- Vertragliche Maßnahmen im Haus	- Richtlinie für Mini-KWK - Investitionsförderung für Mini-KWK <20kWel für bestehende Gebäude (Förderrichtlinie für Mini-KWK-Anlagen)	Aufwand DMA: - Personal für die Bewerbung um Förderung; Förderung selbst Gewinn DMA: - Anteil der Einsparungen der Strom/Wärmekosten
	- Pooling von Mini-KWK, betrieben vom DMA	- Bedenken über die Bereitstellung privater Verbrauchsdaten - externe Kontrolle über Strom und Wärmeerzeugung		Aufwand DMA: - Bonus für die Bereitstellung von Flexibilität für das Verteilnetz; - Management-Kosten - IKT Gewinn DMA: Einnahmen auf dem Regelle Energiemarkt

Fallstudie – Handlungsoption Beispiel

Sanierung

- Hypothese: Durch energetische Sanierung von allen angeschlossenen Gebäuden kann die Vorlauftemperatur des Fernwärmenetzes so weit gesenkt werden, dass Wärmepumpen effizient betrieben werden können

- Parallele Installation von Wärmepumpen und BHKWs ermöglicht flexibel auf Strompreissignale zu reagieren und den Eigenverbrauch zu erhöhen

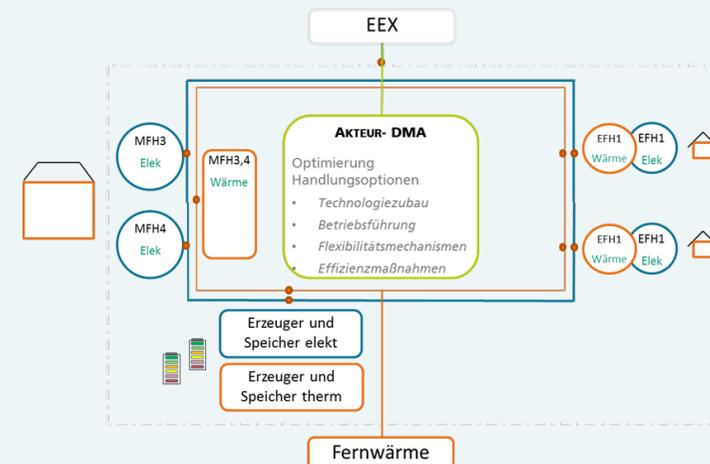


Fallstudie

Darstellung der Szenarien

Bestandssystem

- System bestehend aus 8 Wohngebäuden mit je ca. 2000 m² Wohnfläche verbunden mit einem Fernwärmenetz
- Raumwärmebedarf: 1,229 MWh/a
 - Saniert: 627 MWh/a
- Warmwasserbedarf: 527 MWh/a
- Strombedarf: 733 MWh/a
- Summe PV-Potenziale: 320 kW_p
- Einspeisezuschlag für erzeugten Strom aus BHKW / PV-Strom in Höhe von 6 bzw. 7,47 ct./kWh
- Verbrauch von Strom durch DMA EEG-Umlage belastet



BAU

- Fernwärmenetz
- Gaskessel
- BHKWs

DMA

- Wie BAU, zusätzliche Förderung
- Sanierung
- Einsatz Wärmepumpen

Fallstudie

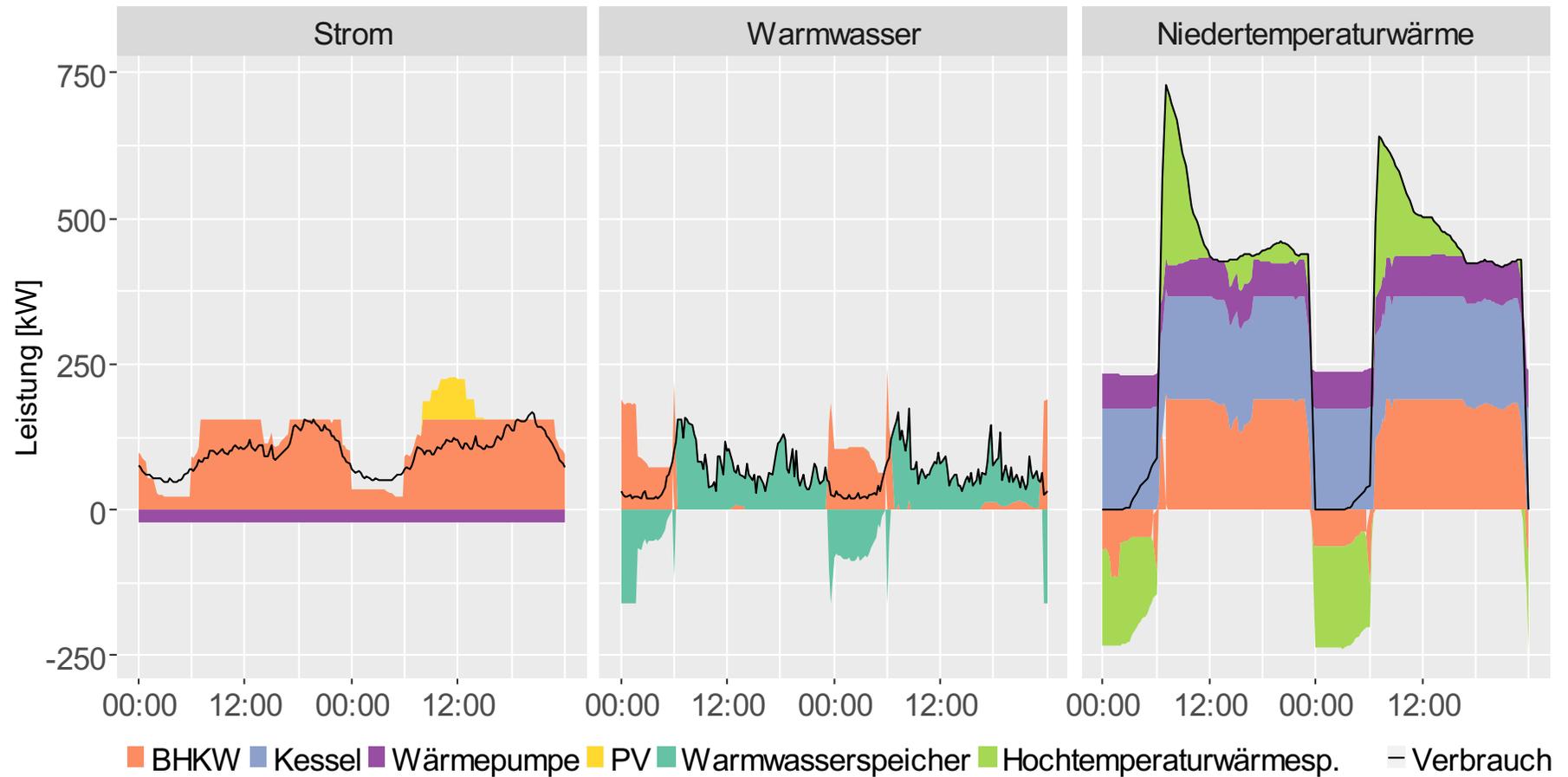
Vergleich der installierten Leistungen in den Szenarien

- Einsparung Gaskessel (1/3)
- Wärmepumpen kommen zum Einsatz

	DMA		Business-as-usual	
	Installierte Leistung	Vollbenutzungsstunden	Installierte Leistung	Vollbenutzungsstunden
BHKW	155 kW _{el}	2,705	180 kW _{el}	2,000
Gaskessel	163 kW _{th}	1,284	422 kW _{th}	3,213
Luftwärmepumpe	21 kW _{el} 82 kW _{th}	5,108		

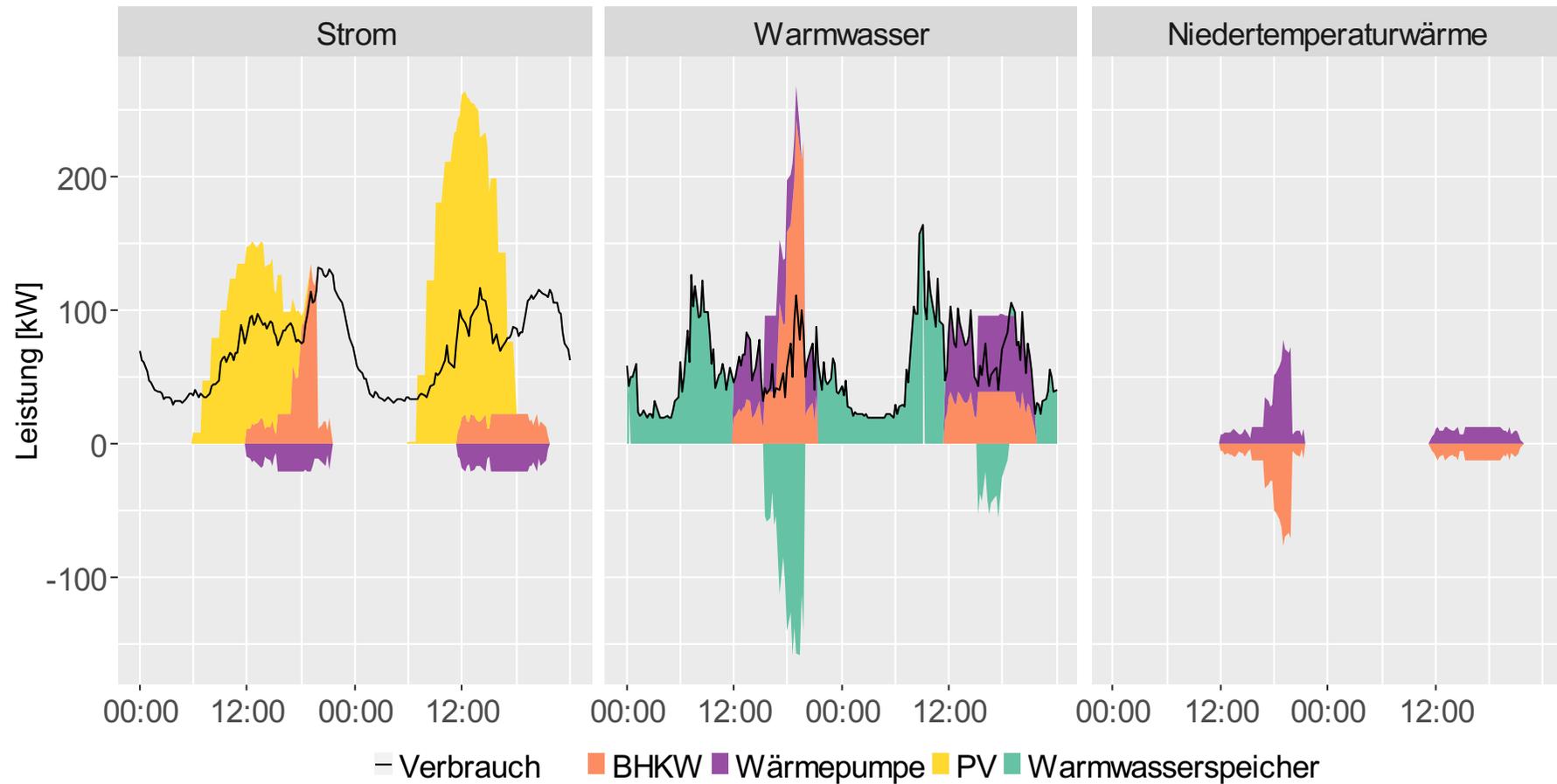
Fallstudie

Erzeugungs- und Verbrauchsprofile im Winter (06./07.01.)



Fallstudie

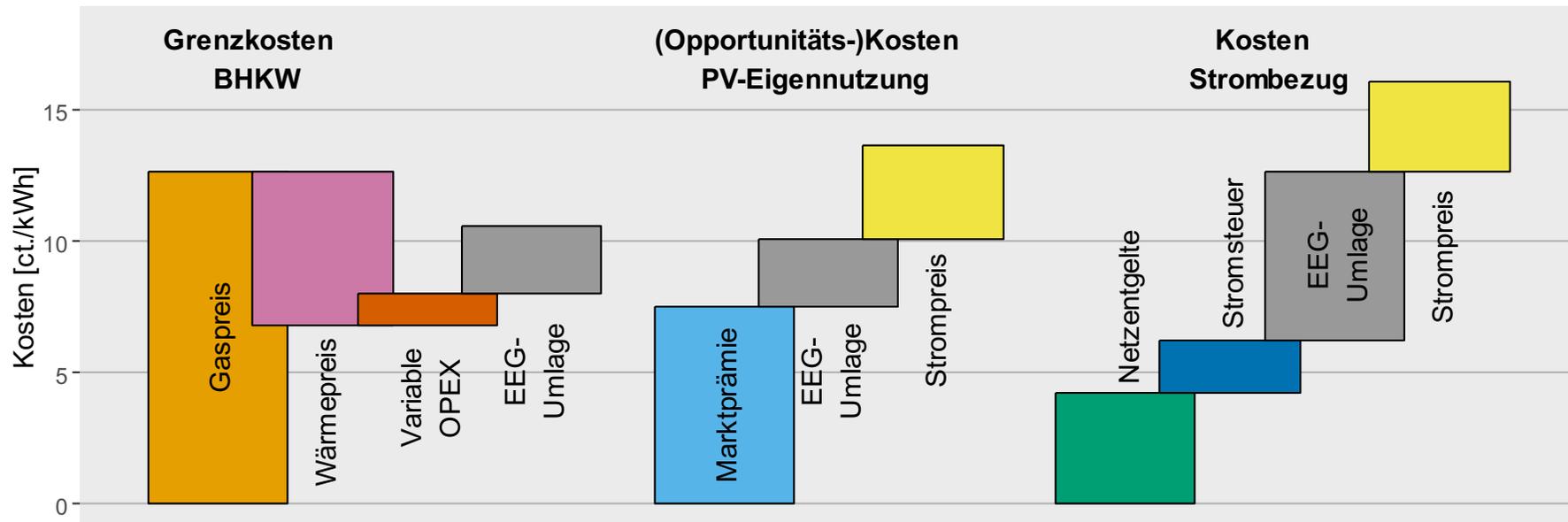
Erzeugungs- und Verbrauchsprofile im Sommer (04./05.07.)



Fallstudie

Bewertung der Ergebnisse (1/2)

- Die Grenzkosten der Stromerzeugung im BHKW betragen 10,5 ct./kWh: Deutlich günstiger als der Strombezug oder die Opportunitätskosten der PV-Eigennutzung



Fallstudie

Bewertung der Ergebnisse (2/2)

- Im Vergleich zur Wärmeerzeugung in einem Kessel spart die Wärmepumpe/BHKW-Kombination 137 MWh/a oder 6.900 €/a Gas
- Zusätzlich sind die Annuitäten für die Erzeugungskapazitäten wegen der energetischen Sanierung 1.400 €/a niedriger



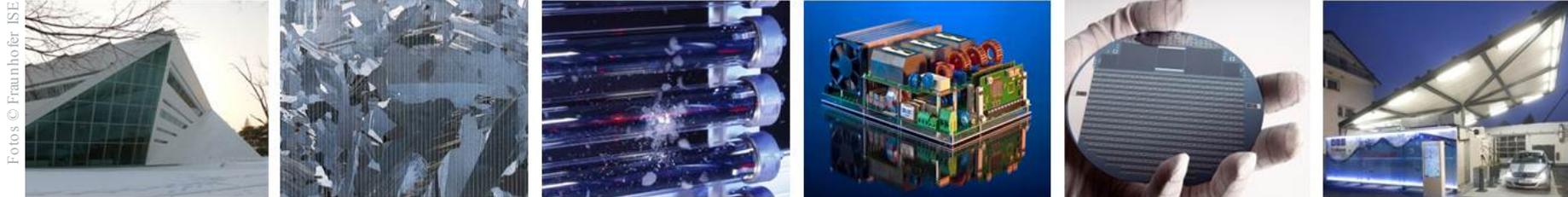
DMA hat ein Budget von 8.300 €/a um energetische Sanierung in den Gebäuden zu fördern.

Dadurch Einsparung von weiteren 607 MWh/a Gas oder 30.655 €/a

Zusammenfassung - Fazit

- Hohes Potential für die Nutzung von Flexibilitäten
- Technologiekombinationen wie Wärmepumpe, KWK und Wärmespeicher in einem Fall wo Fernwärme vorhanden ist könnte ein potenzielles Geschäftsmodell sein
- Bei einer Verringerung der Vorlauftemperatur durch bspw. Sanierung arbeitet die WP mit höherer Effizienz bzw. verbraucht weniger Strom
- Wechselwirkungen aus systemischer Sicht sind wichtig und nicht zu vernachlässigen bei einer Optimierung
- Eine Neue Marktrolle kann an einer kostenoptimalen Entwicklung des dezentralen System vom Vorteil sein

Thank you for your Attention!



Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE

Noha Saad Hussein

www.ise.fraunhofer.de

Noha.saad.hussein@ise.fraunhofer.de

Back-Up

Potentielle Handels- und Handlungsmöglichkeiten

Beispiele in Industrie und Gewerbe

Demand Side Management

zeitliche Beeinflussung der Energienachfrage

- Direktes Lastmanagement: Eingriff des DMA in die betrieblichen Abläufe
- Indirektes Lastmanagement: Durch variable Strompreise und andere Anreize
- + Beitrag zur Integration fluktuierender Einspeisung
- Standards & Präqualifizierung notwendig
- kann Energieeffizienz verschlechtern

Elektrifizierung thermischer Prozesse

Umstellung geeigneter thermischer Prozesse auf elektrischen Betrieb

- + Geeignet auch für Hochtemperatur-Prozesse
- + Eröffnet in Kombination mit Wärmespeichern neue Lastmanagement-Möglichkeiten
- Erfordert Investment in neue Energiewandler und thermische Speicher
- z.Z. liegen Stromkosten noch deutlich über Brennstoffkosten

Fallstudie

Annahmen zu Technologiedaten

Technology	Fixed costs	Lifetime	Efficiency	Variable costs
Gas boiler	175 €/kW	20 a	106 % for high temperature 109 % for low temperature For lower heating values	
CHP	1000 €/kW _{el}	15 a	40 % electrical 49 % thermal For lower heating values	1.2 ct./kW _{el}
Air heat pump	780 €/kW _{th} 3042 €/kW _{el}	20 a	Coefficient of performance (COP) 3.9 at A2/W35 Bilinear fit to account for influence of ambient and flow temperature	
Heat storage	Dependent on temperature levels: Low: 86 €/kWh High: 22 €/kWh Hot water: 20 €/kWh	20 a	99 % for low temperature 97 % for high temperature 98 % for hot water	
PV cells	1400 €/kW _p	25 a	944 kWh _{el} /kW _p	

Fallstudie

Annahme zu den Energiepreisen

Energy	Price
Natural gas	4.55 ct./kWh (upper heating value)
Electricity feed in	EPEX Spot Day Ahead prices for 2014 with hourly resolution, average value: 3,46 ct./kWh + CHP feed-in-premium: 6 ct./kWh + PV feed-in-premium 7.47 ct./kWh
Electricity purchasing	EPEX Spot Day Ahead prices for 2014 with hourly resolution + grid fees: 4.18 ct./kWh + electricity tax: 2.05 ct./kWh

Fallstudie

Annahmen bezüglich der Temperaturniveaus

Level	Flow temperature	Spread	Purpose
Low temperature heat	30° C to 45° C	10° C	Heating of retrofitted buildings
Hot water	60° C		Hot drinking water consumption
High temperature heat	60° C to 90° C	30° C	Heating of not-retrofitted buildings

- Die Vorlauftemperatur von Hoch- und Niedertemperaturwärme wird in Abhängigkeit der Außentemperatur festgelegt
- Wenn alle angeschlossenen Gebäude saniert wurden, kann die Vorlauftemperatur auf Niedertemperaturwärmeniveau gesenkt werden

Fallstudie

Gebäudedaten

	Building data		Demand [MWh/a]			
	Area [m ²]	Residents	Electricity	Hot water	Heating	Heating refurbished
Building 1	2,240	64	93.5	65.5	145.6	83.1
Building 2	1,958	64	90.7	65.2	161.0	81.8
Building 3	1,958	64	88.8	65.3	161.8	82.5
Building 4	1,958	64	93.7	65.2	160.2	81.7
Building 5	1,958	64	92.4	64.7	161.2	81.8
Building 6	1,958	64	89.0	65.4	161.4	81.6
Building 7	1,958	64	92.7	68.0	139.1	66.4
Building 8	2,240	64	92.2	67.9	138.2	68.0
Sum	16,228	512	732.9	527.1	1,228.5	626.9