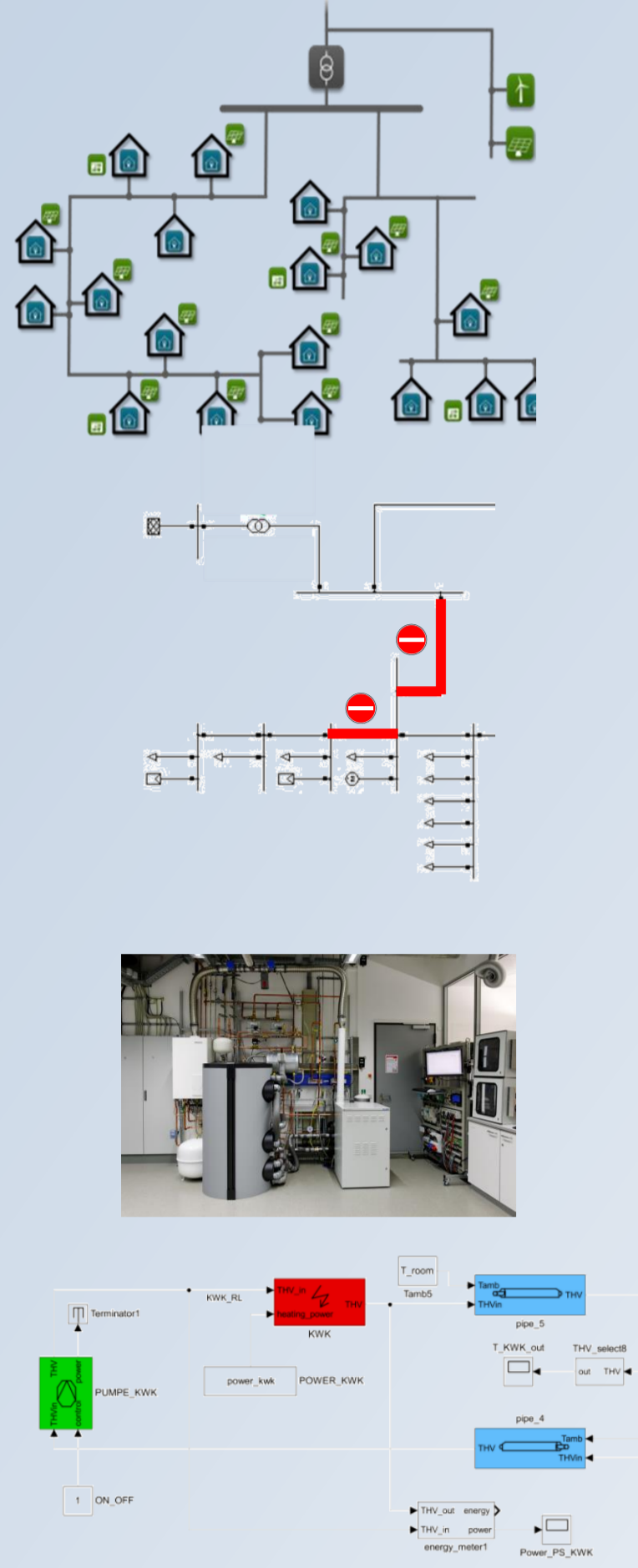


► Forschungsfrage und Kontext

- Modellbildung typischer Niederspannungsnetze, NS-Lasten und Erzeuger
 - Auswahl realer NS-Netze?
 - Synthetische Last- und Erzeugerprofile?
- Netzverträglichkeitsprüfung
 - Auslegungsrelevante Planungskriterien 2011/2030?
 - Netzausbaubedarf 2011/2030?
- Evaluation Potenzial Wirkleistungsprodukte von Mikro-KWK-Systemen
 - Restriktionen / Freiheitsgrade der Netzdienstleistungsfähigkeit
 - Einfluss klimatischer Faktoren wie Außentemperatur



► Methodik

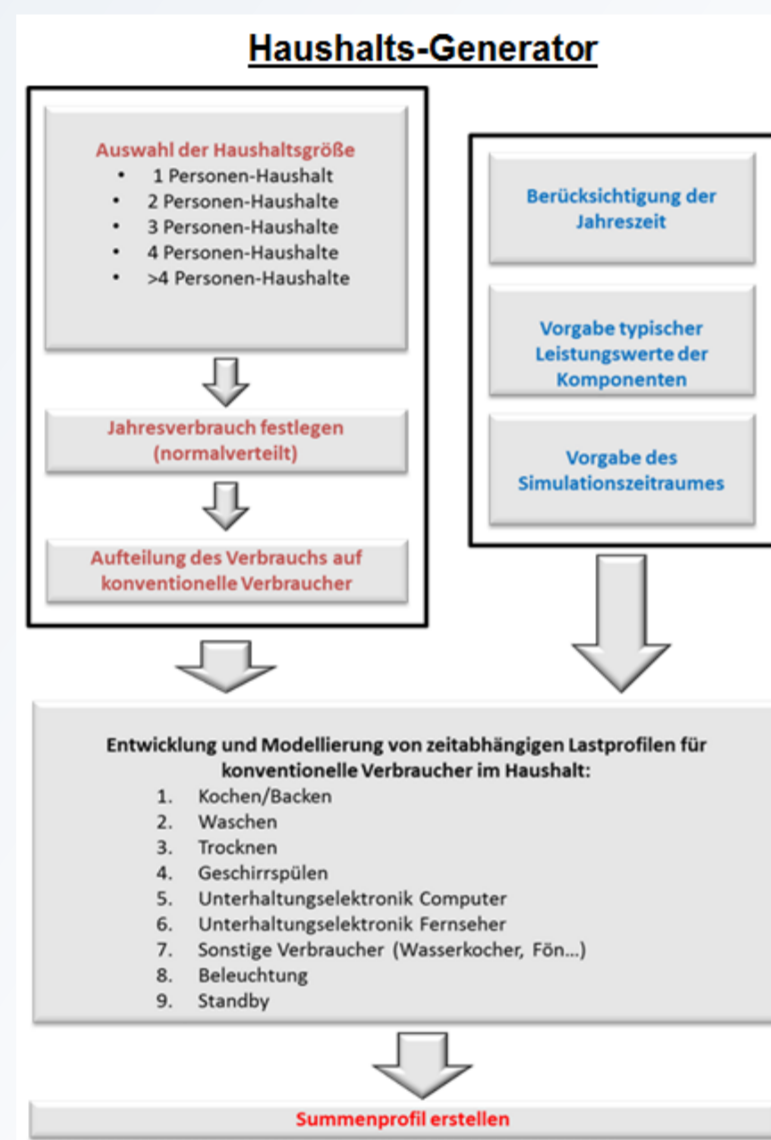
- Modellbildung Niederspannungsnetze
 - „Typische“ Realnetze aus Niedersachsen
 - Haushalte anhand Satellitenkarten dimensioniert
- Modellbildung NS-Lasten und Erzeuger
 - Haushaltslastprofile abhängig von technischer Ausstattung
 - PV- und Windeinspeisung wurden auf Basis hochauflösender Wetterstationsdaten ($\Delta t = 60s$) modelliert
 - KWK-Anlagen wurden auf Basis vorhandener Modelle integriert
- Netzverträglichkeitsprüfung
 - Netzausbaukriterien entsprechend aktuellen regulatorischen Vorschriften (*DIN EN 50160, BDEW-Richtlinie / VDE AR 4105*)
 - Netzverstärkungsmaßnahmen gemäß dena-Verteilnetzstudie
- Evaluation von Mikro-KWK-Systemen
 - Realbetrieb von KWK-Anlagen im Laborbetrieb zur Bereitstellung von Kenndaten und Validierung Systemmodell

► Ergebnisse

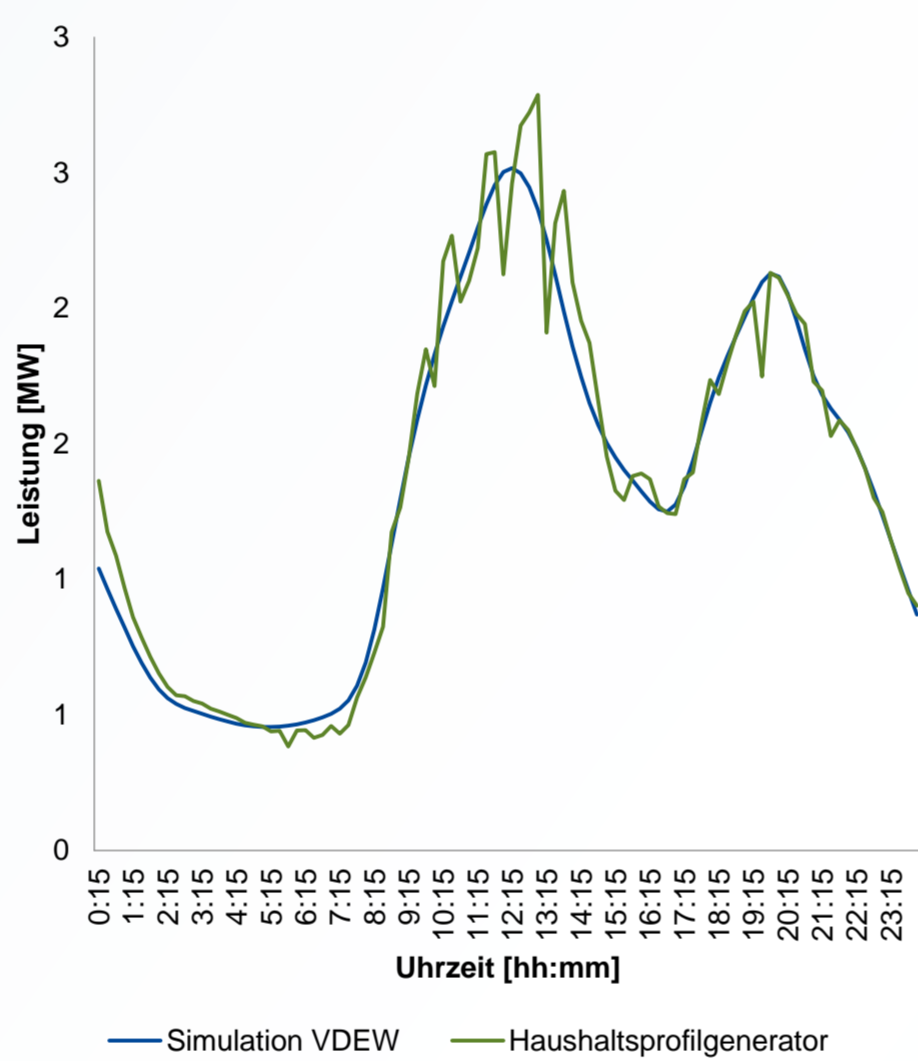
NS-Lasten und Erzeuger

► Lastprofile

- Realitätsnahe, individuelle Lastprofile erzeugt
- In großen Mengen ($n > 1000$) besteht eine hohe Korrelation zu den VDEW H0-Standardlastprofilen



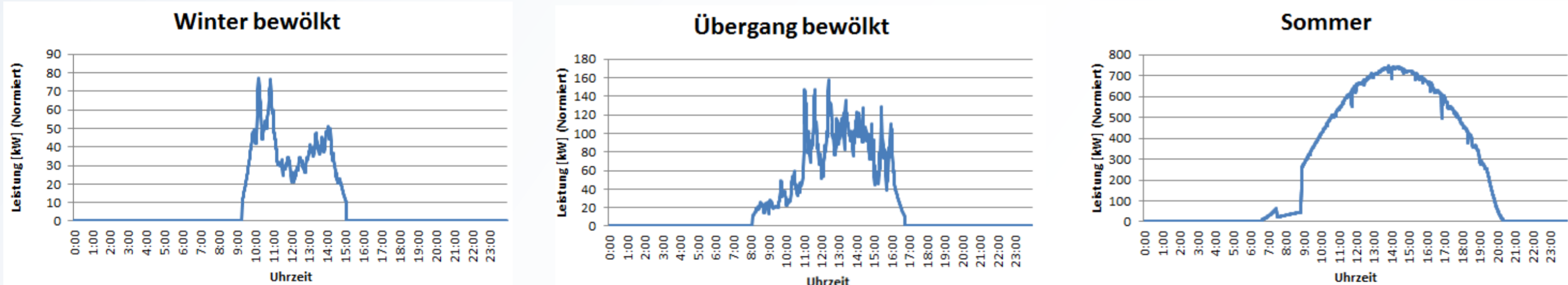
Korrelation zwischen H0 und SN-Lastprofilen (01.01.2011 – 2185 HA)



► Erzeugerprofile

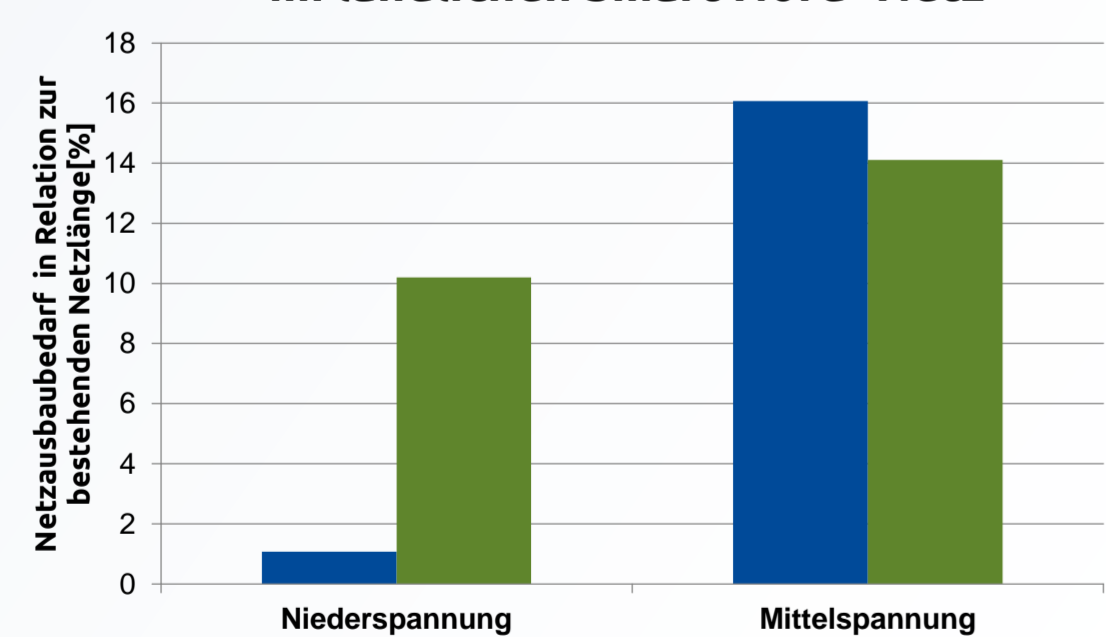
- Fluktuierendes Dargebot von Wind- und PV-Leistung wird berücksichtigt (Rauschen)

Synthetische PV-Einspeisepprofile auf Basis gemessener Wetterdaten im Minutentakt

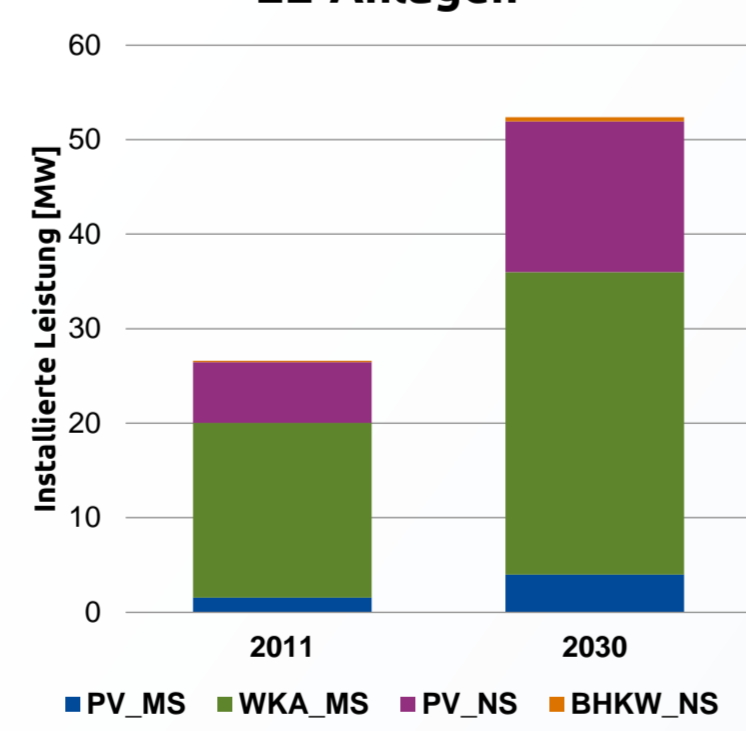


Netzverträglichkeit

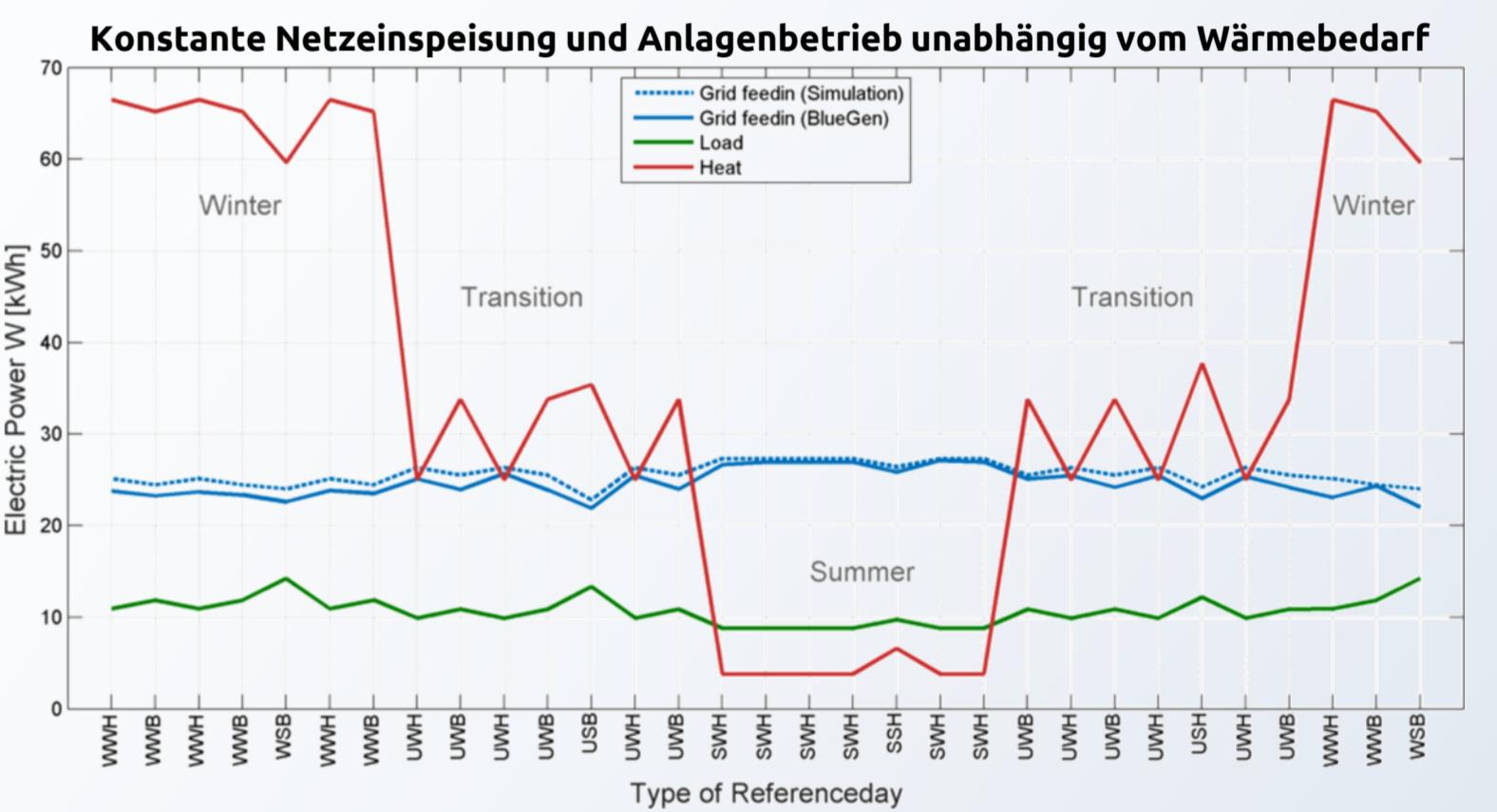
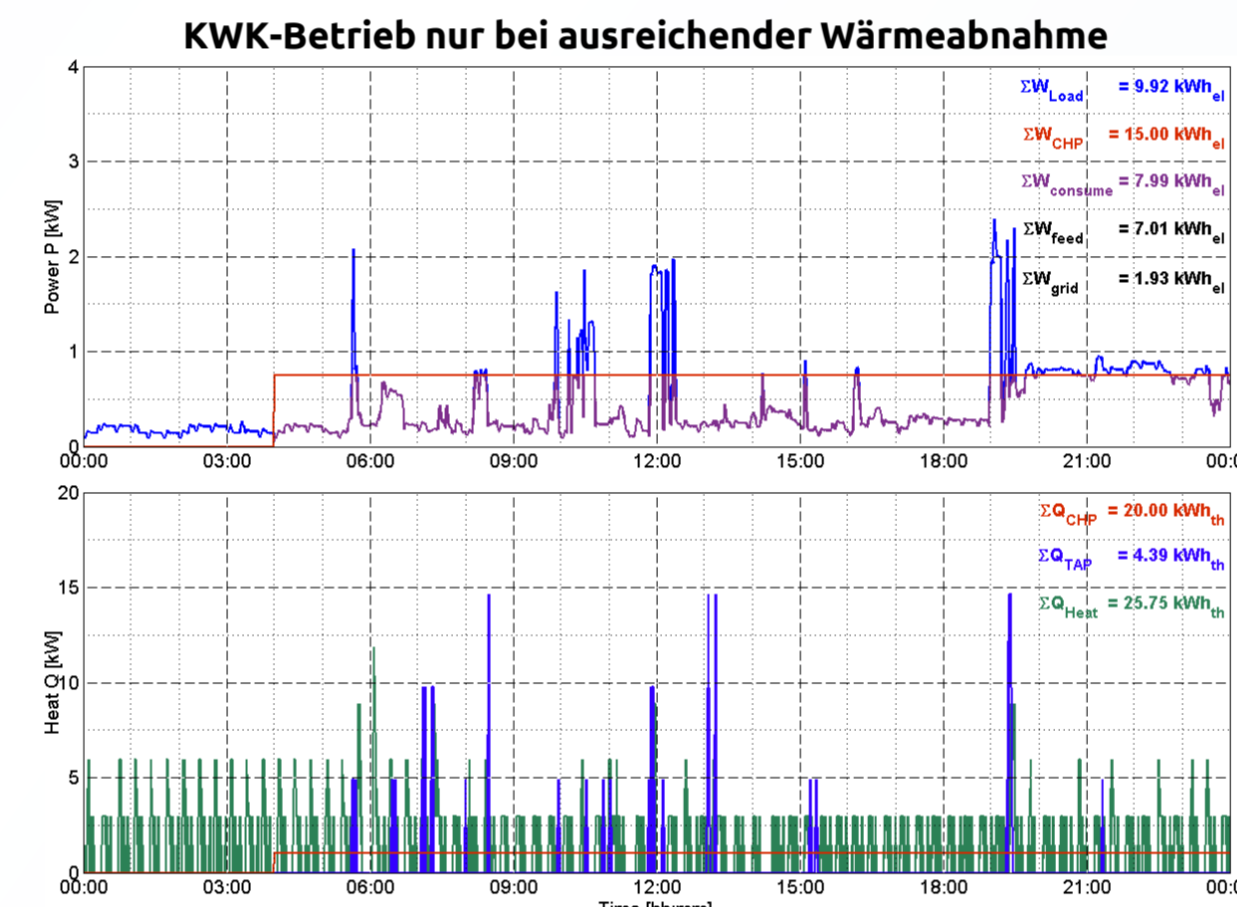
Konventioneller Netzausbau 2011 und 2030 im ländlichen Smart Nord-Netz



Installierte Leistungen an EE-Anlagen



KWK-Wirkleistungsbereitstellung



► Evaluation

- Für die Bereitstellung von Strom ist eine Wärmeabnahme erforderlich.
- Beispielhaft ist der Betrieb eines PEMFC¹⁾-Systems mit einer elektrischen Leistung von 0,75kW an einem VDI 4655 Referenztag **ÜbergangWerktagHeiter** für ein Einfamilienhaus dargestellt.

► Systemeinigung

- Das Anlagenkonzept des SOFC²⁾-Systems BlueGen des Herstellers CFCL ermöglicht einen durchgängigen Betrieb.
- Die elektrische Leistung beträgt 1,5kW bei einem elektrischen Wirkungsgrad von 60 %.
- Messdaten und Ergebnisse aus dem validierten Modell sind nahezu deckungsgleich.
- Definition und Kategorisierung der VDI-Typtage:

Jahreszeit	Werktag W		Sonntag S	
	Heiter H	Bewölkt B	Heiter H	Bewölkt B
Übergang Ü	ÜWH	ÜWB	ÜSH	ÜSB
Sommer S	SWX		SSX	
Winter W	WWH	WWB	WSH	WSB

Typtage	SWX	SSX	ÜSH	ÜWH	ÜSB	ÜWB	WSH	WWH	WSB	WWB	Summen
Anzahl Tage pro Jahr	71	10	8	33	19	87	5	28	21	83	365
Strom [kWh/d]	8,79	9,73	12,17	9,92	13,34	10,88	12,58	10,91	14,22	11,89	4.000
Heizwärme [kWh/d]	0	0	37,24	25,75	33,84	36,13	85,26	75,61	63,79	74,49	15.000
Brauchwasser [kWh/d]	3,77	6,58	7,89	4,39	8,31	4,9	11,37	6,03	8,62	5,63	2.000

¹⁾ Polymer-Electrolyte-Membrane Fuel Cell ²⁾ Solid-Oxid Fuel Cell

► Ausblick

- Einflussnahme auf Netzausbaupotential 2030
 - Innovative Technologien (z.B. Einsatz verschiedener Blindleistungsregelungsmaßnahmen wie Q(U), Einsatz von rONTs)
 - Veränderung der technischen Richtlinien (z.B. Aufhebung des 2 %- / 3 %-Kriteriums)
 - Leistungssteuerung von DEA (z.B. Abregelung von PVA und WEA von maximal 5 % der Jahresenergie)
- Netzdienstleistungspotenziale von Mikro-KWK
 - Im Verteilnetz wird erst bei einer hohen Durchdringung eine signifikante Wirkleistungsbereitstellung erreicht.
 - Die Eigenversorgung stellt eine wirtschaftlichere Betriebsweise dar.

► Netzausbaubedarf in der MS-Ebene bis 2030

- 32 % in Relation zur bestehenden Netzlänge
- durch regionale Konzentration des Zubaus der MS-WKA getrieben

► Netzausbaubedarf in der NS-Ebene bis 2030

- Ausbaubedarf bis 2011 gering durch bisherige Reserven
- Insgesamt 11 % in Relation zur bestehenden Netzlänge
- durch PV-Anlagen getrieben

► Allgemeine Ergebnisse und Erkenntnisse

- Bereits 2011 stellt Rückspeisefall in einigen ländlichen Gebieten auslegungsrelevantes Planungskriterium dar
- 3 %- / 2 %-Spannungskriterium für DEA im NS- bzw. MS-Netz bildet technische Grenze der Netzaufnahmekapazität