

Begrüßung und Einführung

Timon Gremmels
MdB

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Begrüßung und Einführung

Dr.-Ing. Albrecht Reuter


Gesamtprojektleitung Fichtner IT
Consulting

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages





Einführung Notwendigkeit und Herausforderung zellulärer Systeme

Prof. Dr.-Ing. Peter Birkner
House of Energy - (HoE) e.V.

Gefördert durch:



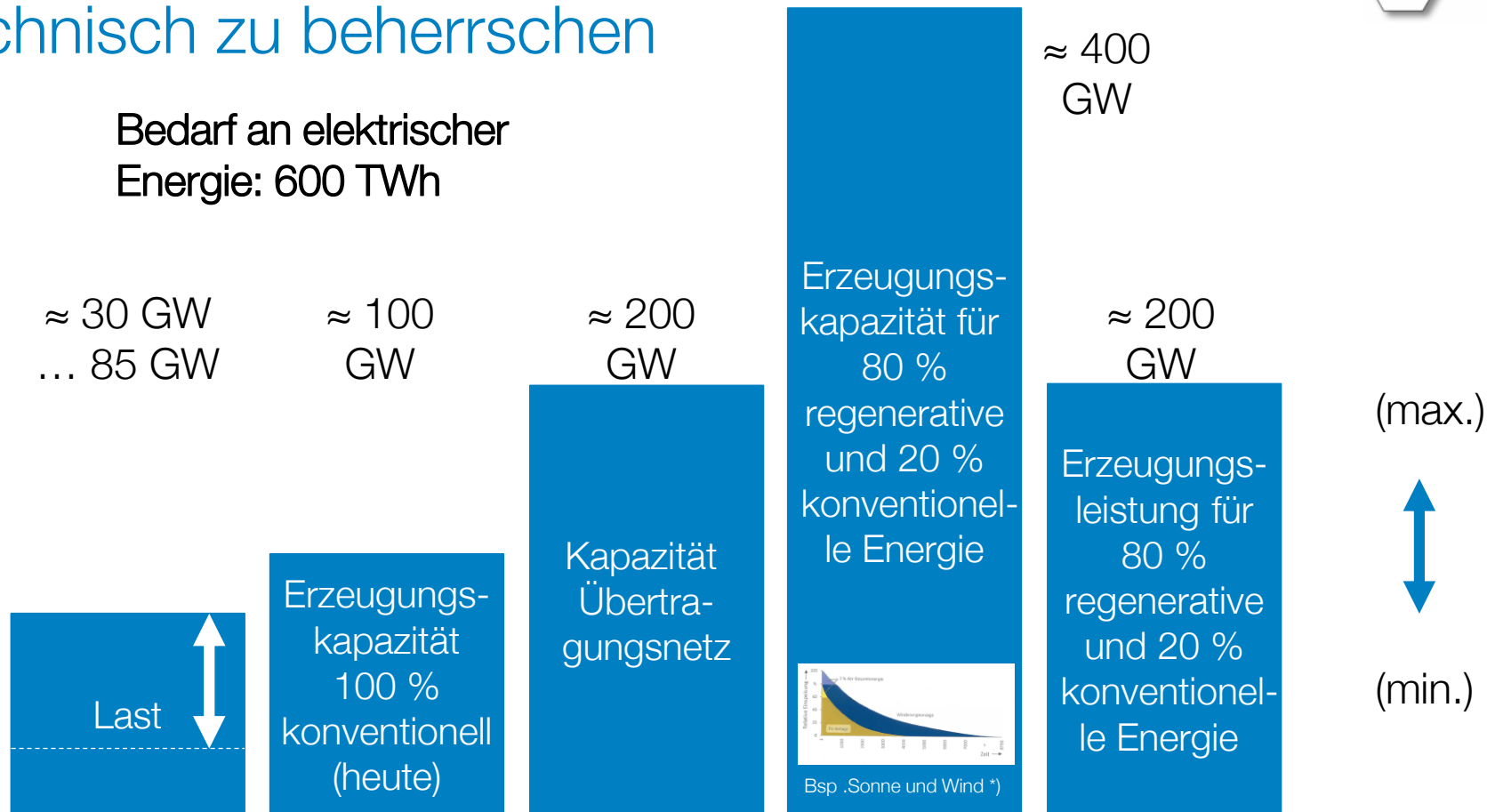
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Deutlicher Anstieg der installierten Kraftwerksleistung – 50 % technisch zu beherrschen



Bedarf an elektrischer Energie: 600 TWh

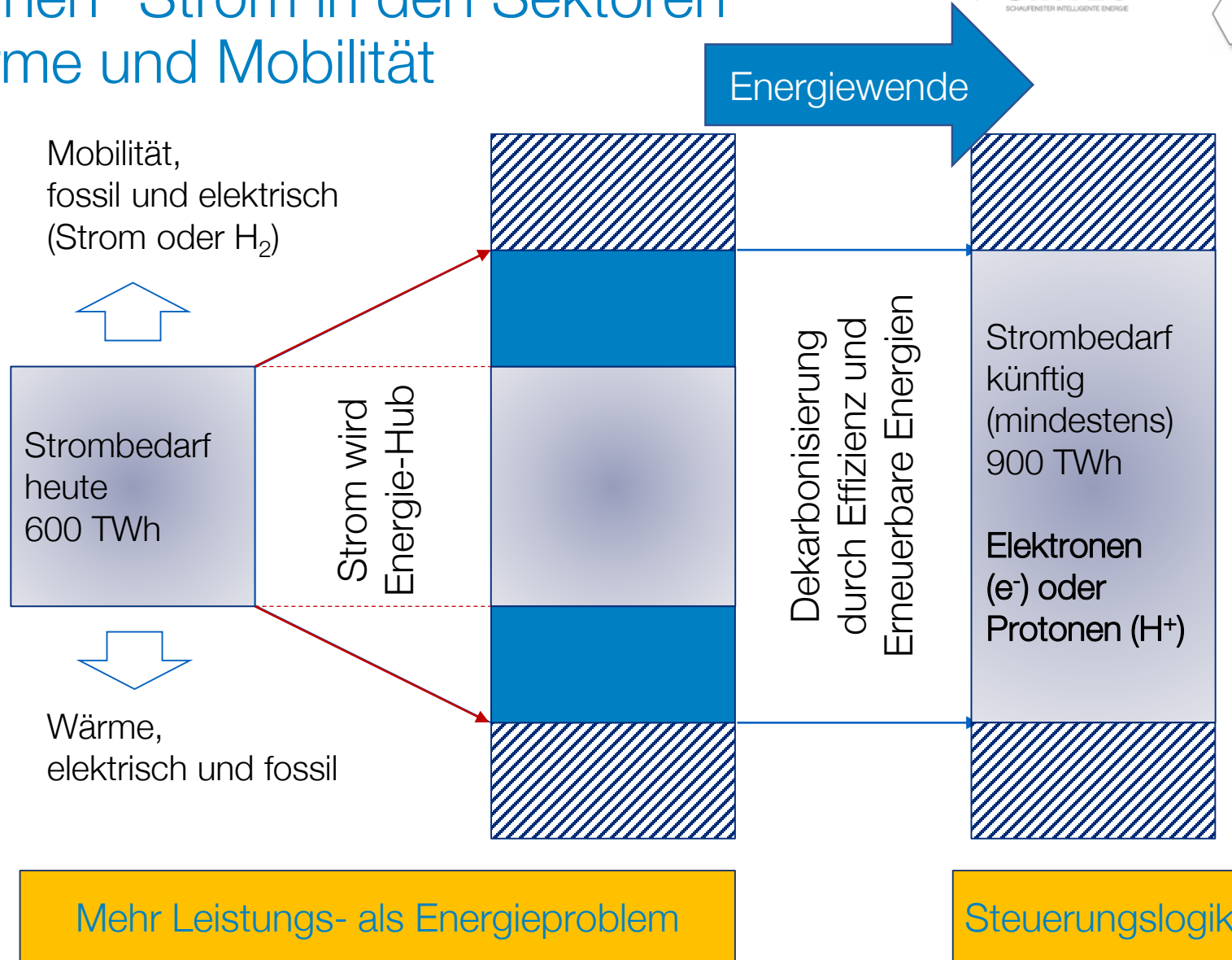


Durch Diversifizierung auf der Erzeugungsseite kann sichergestellt werden, dass 50 % der künftigen Erzeugungsleistung gleichzeitig aktiv sind

(Aktive Erzeugungsleistung : Verbrauchsleistung $\approx 1 : 1 \rightarrow \approx 2,5 : 1$)

*) Quelle: A. Moser RWTH Aachen, „Systemstudie zum Einspeisemanagement erneuerbarer Energien“

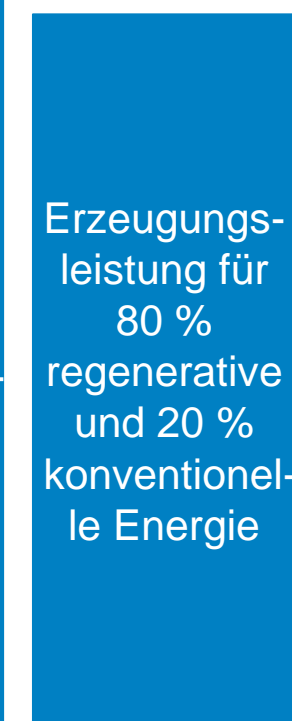
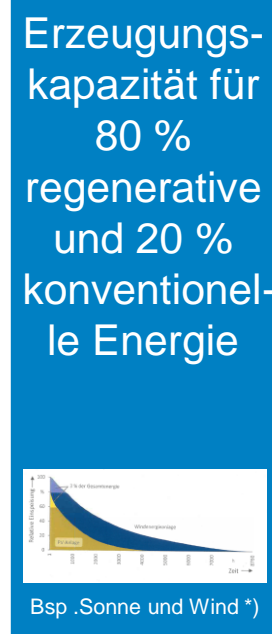
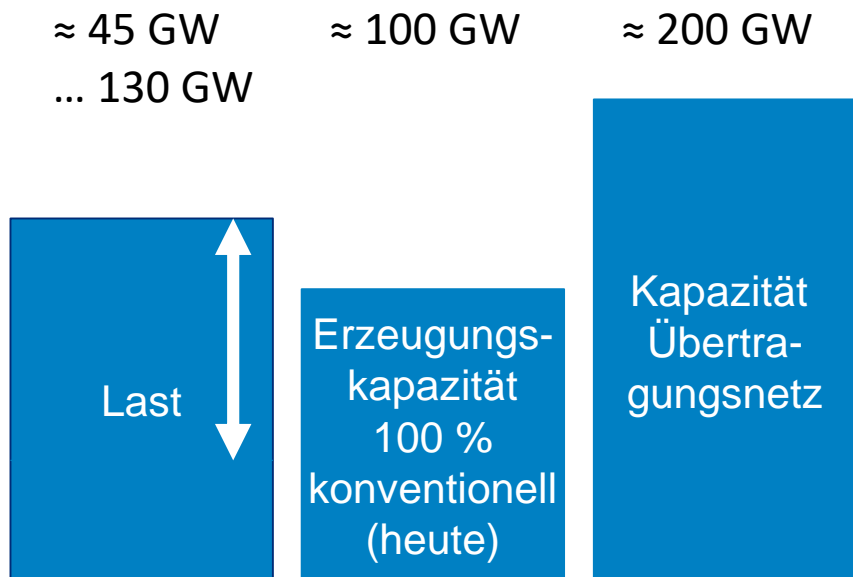
Dekarbonisierung bedeutet mehr "grünen" Strom in den Sektoren Wärme und Mobilität



*) Quellen: z.B. C. Hoffmann et al., Fraunhofer IWS „Geschäftsmodell Energiewende“ (2014), V. Quaschnig, Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin „Sektorkopplung durch die Energiewende“ (2016)

Sektorenkopplung erhöht erforderliche Erzeugungsleistung weiter

**Bedarf an elektrischer Energie:
900 TWh
(Extrapolation
600 TWh Szenario)**



SINTEG
SCHÄFFER INTELLIGENTE ENERGIE

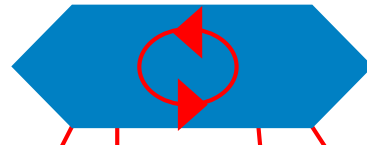
≈ 600 GW

C sells

Modulare Strukturen – Einfluss auf Netzdesign und Betrieb

Zelluläres System – Strombasiert mit Teilautarkie –
Beherrschung der Leistung – Resilienz und Effizienz durch Subsidiarität

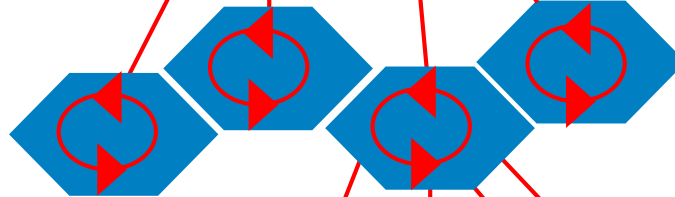
Zelle Europa



Energieaus-
tausch –
Zu minimieren!

Ebene 1: Europäisches Verbundnetz –
Verbindung der überregiona-
len Hochspannungsnetze

Zelle Region



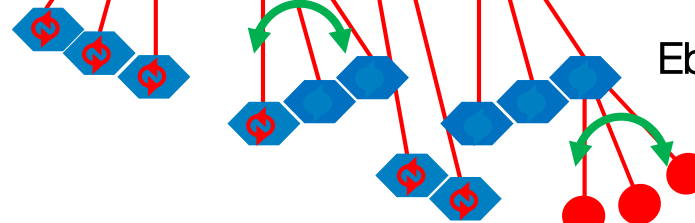
Ebene 2: Hochspannungsnetze –
Verbindung der regionalen
Mittelspannungsnetze

Zelle Stadt-
viertel, Klein-
stadt, Ortschaft



Ebene 3: Mittelspannungsnetze –
Verbindung der lokalen
Niederspannungsnetze

Zelle Quartier,
Straßenzug



Ebene 4: Niederspannungsnetze –
Verbindung der Gebäude

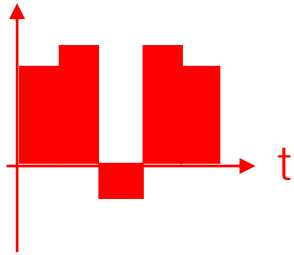
Zelle Gebäude

Ebene 5: Installation Gebäude

Partielle Autarkie: Technische Subsidiarität und Prinzip von Pareto

Globaler Marktpreis erzeugt lokale Netzengepässe – „Nodal Pricing“

Energiepreis

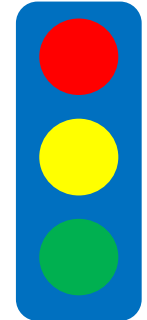
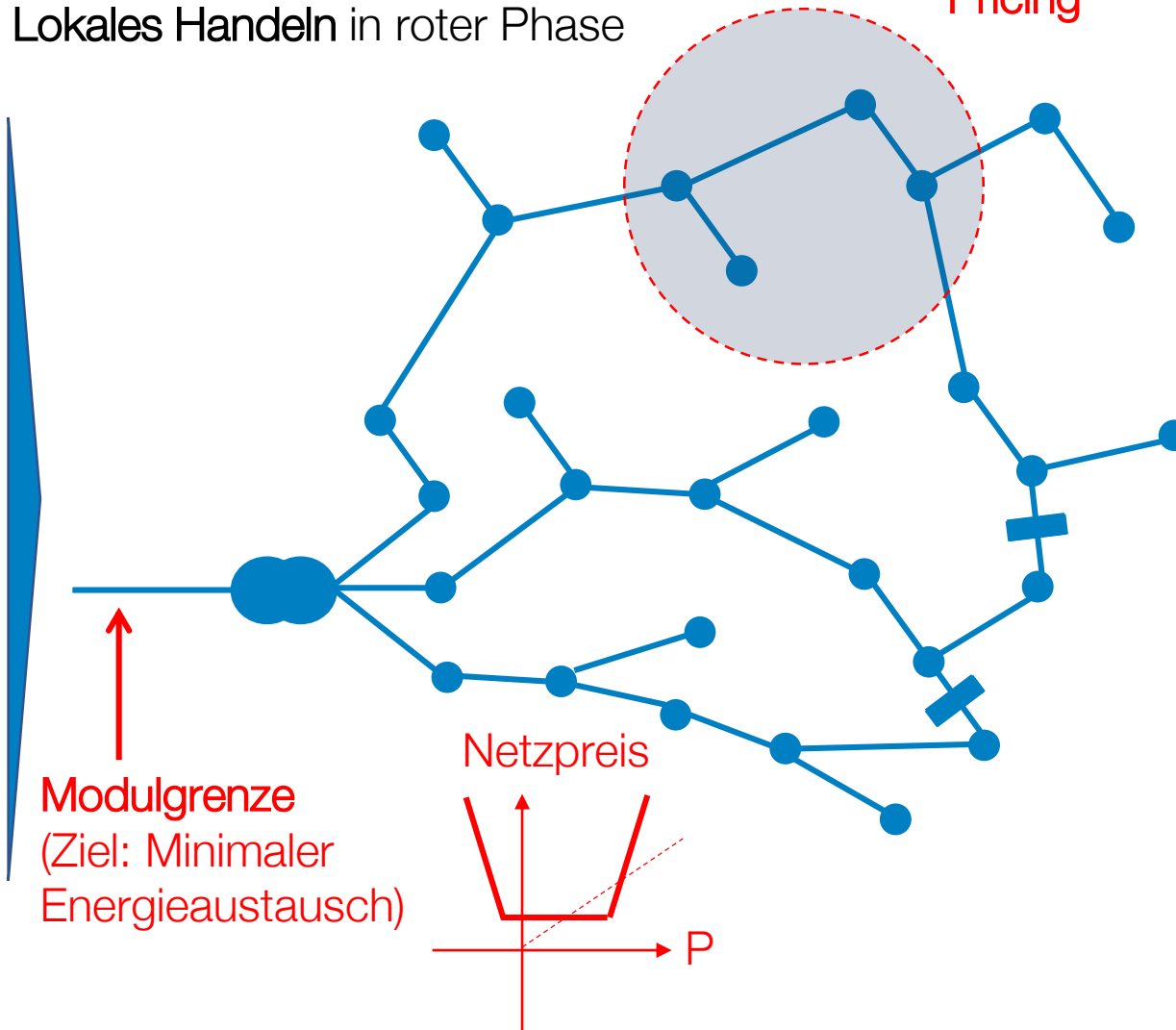


Globales Leistungsgleichgewicht

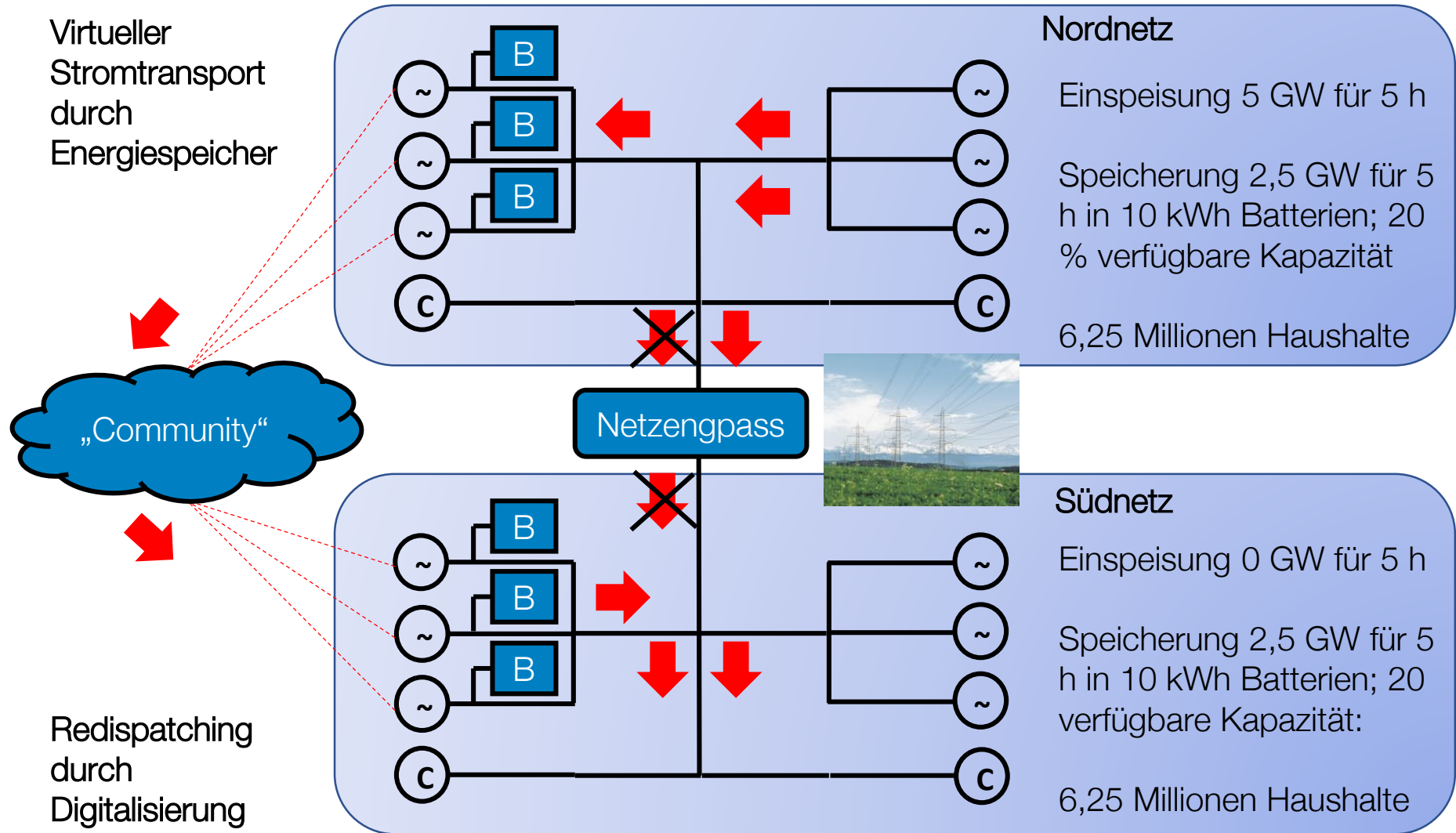
Globales Preissignal des Marktes
(z.B. globaler Überschuss an Energie)

Lokaler Engpass – gelbe oder rote Phase
Lokales Preissignal in gelber Phase
Lokales Handeln in roter Phase

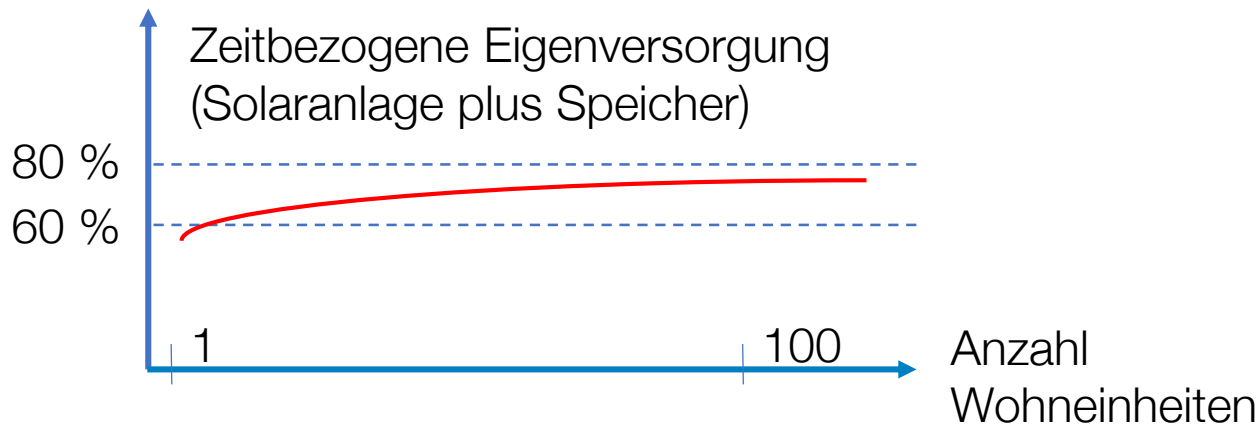
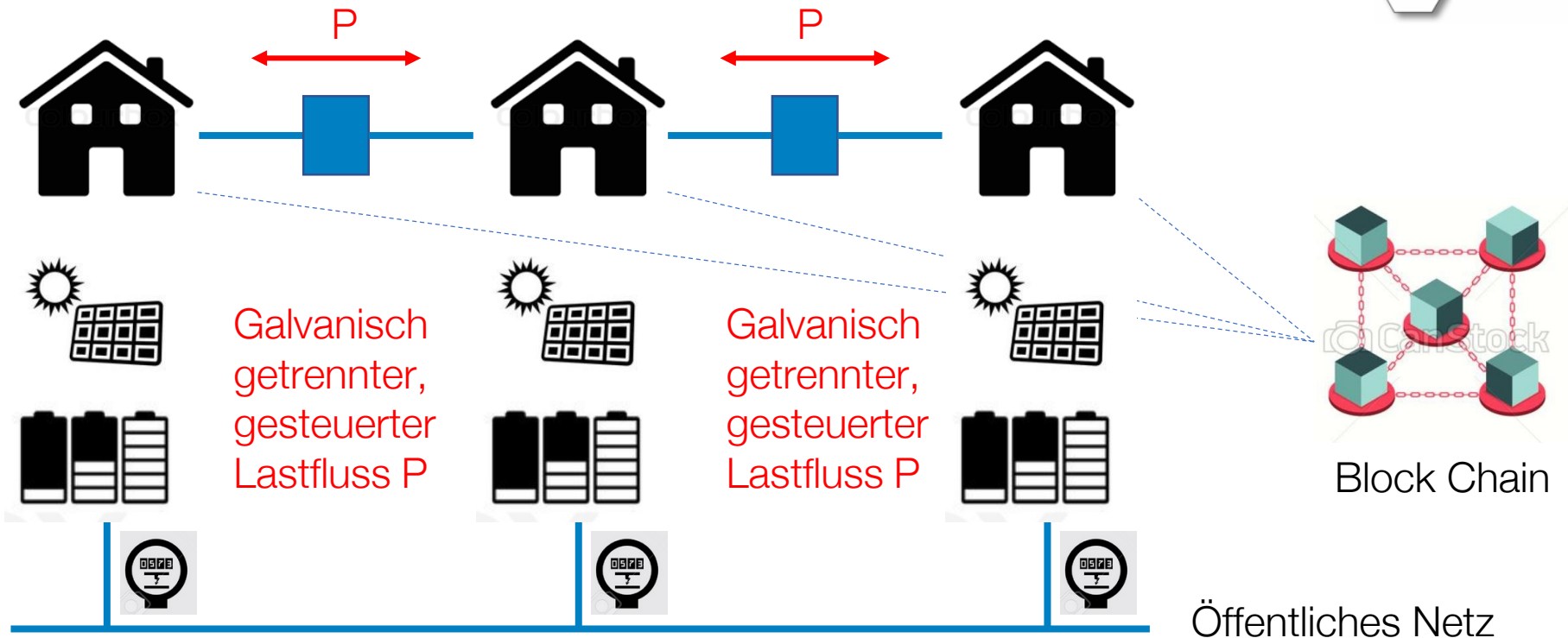
Nodal Pricing



Virtueller und physischer Transport elektrischer Energie – Wechselwirkungen, Technologie, Grenzen



Bildung von neuen Energie-Clustern – Der Raum „hinter“ dem Zähler



Bildung von neuen Marktplätzen – Die Peer-to-Peer Versorgung



Online-Marktplatz für Energie

Von Mensch zu Mensch

Angriff im Strommarkt: Ein Newcomer will Versorger überflüssig machen.

Herr von Tschischwitz, Sie gehen mit einem neuen Unternehmen an den Start - und versprechen ein revolutionäres Geschäftsmodell. Das ist doch etwas was dick aufgetragen, oder?
Nein, wir machen wirklich etwas Revolutionäres. Wir machen die klassischen Versorger überflüssig.

Das ist immer noch dick aufgetragen. Wie soll das gelingen?
Zum ersten Mal stellen wir den Menschen komplett in den Mittelpunkt der Energieversorgung. In der Stromerzeugung ist das schon der Fall. Vor 20 Jahren gab es rund 500 große Kraftwerke, die allesamt von Unternehmen betrieben wurden. Heute gibt es 1,9 Millionen Stromproduzenten, darunter viele Privatpersonen, die Windräder oder Solaranlagen betreiben. Die machen wir jetzt auch zu Versorgern, die ihren Strom direkt an private Kunden liefern.

Und wie soll das in der Realität funktionieren?
Enyway ist praktisch eine Art „Airbnb der Energiewirtschaft“. Wir bieten einen Marktplatz, auf dem die Anlagenbetreiber sich persönlich präsentieren und Verträge mit Endkunden abschließen können. Wir vermitteln das und erledigen die Formalitäten. Jeder Kunde weiß, wer seinen Strom produziert und wem er sein Geld überweist.

Helko von Tschischwitz

„Wir sind eine Art Airbnb der Energiewirtschaft“

Der Geschäftsführer von Enyway erklärt, wie er Stadtwerke und Energiekonzerne mit seinem Marktplatz überflüssig machen will.

Stadtwerke und Energiekonzerne braucht man nicht mehr? Nein, die braucht man nicht mehr. Strom wird von Menschen erzeugt und direkt an andere Menschen verkauft. Was bleibt, ist der Netzbetrieb.

Das kann jeder machen - auch, wenn er nur ein kleines Solardach hat? Prinzipiell ja. Wir haben einen ganz kleinen privaten Stromproduzenten mit einem Vier-Kilowatt-Solardach auch zum Start dabei. Aber es gibt schon eine Hürde. Die Anlage muss für die Direktvermarktung vorbereitet und vom Netzbetreiber steuerbar sein. Das kostet maximal 2000 bis 3000 Euro. Ehrlicherweise lohnt sich das wirtschaftlich erst ab einer bestimmten Größe, etwa ab einer Leistung von 50

Kilowatt. Trotzdem ist das Interesse selbst bei den Privatpersonen groß, weil sie oft nicht nur aus wirtschaftlichen, sondern auch aus ideellen Gründen zum Verkäufer werden möchten.



Es ist aber auch finanziell reizvoll? Definitiv ja. Wenn man direkt an den Kunden liefert, sind die Erlöse höher.

Das ist reizvoller als die feste Einspeisevergütung? Ja. Zudem fallen ja nach und nach Anlagen aus der EEG-Förderung. Enyway bietet den Betreibern damit eine attraktive Vermarktungsform für die Zeit nach dem Auslaufen der Förderung.

Und der Verbraucher bekommt immer genauso viel Strom, wie er haben will?

Ja, was der Anlagenbetreiber nicht produziert, wird über Ökostrom ausgeglichen, den wir vermitteln. Und es muss in Deutschland ja ohnehin niemand Angst haben, dass er ohne Strom dasteht. Bei Problemen wird er letztlich vom Grundversorger beliefert.

Wen wollen Sie ansprechen? Es gibt auch bei den Stromkunden zunehmend Menschen, die wissen wollen, woher ihr Strom kommt und was mit ihrem Geld passiert. Das Vertrauen in Konzerne und Stadtwerke ist nicht hoch. Bei uns präsentieren sich die Betreiber ganz persönlich.

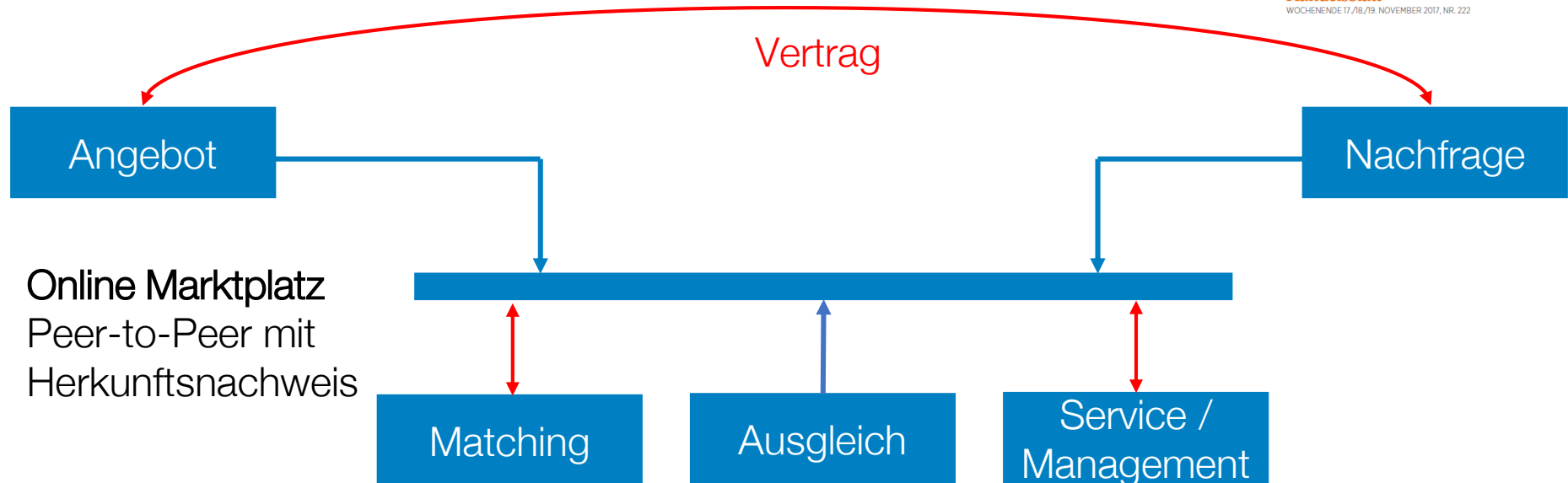
Und dafür bezahlt der Kunde dann einen hohen Strompreis? Nein, die Preise sind absolut wettbewerbsfähig und in der Regel niedriger als die vom örtlichen Versorger. Wir sparen ja die Verwaltungskosten der Vertriebsabteilungen.

Mit wie vielen Kunden kalkulieren Sie? Innerhalb eines Jahres wollen wir schon eine mittlere fünfstellende Zahl an Verträgen vermittelt haben. Das kann aber auch schnell sechsstellig sein. Ich glaube, dass wir einen Nerv treffen.

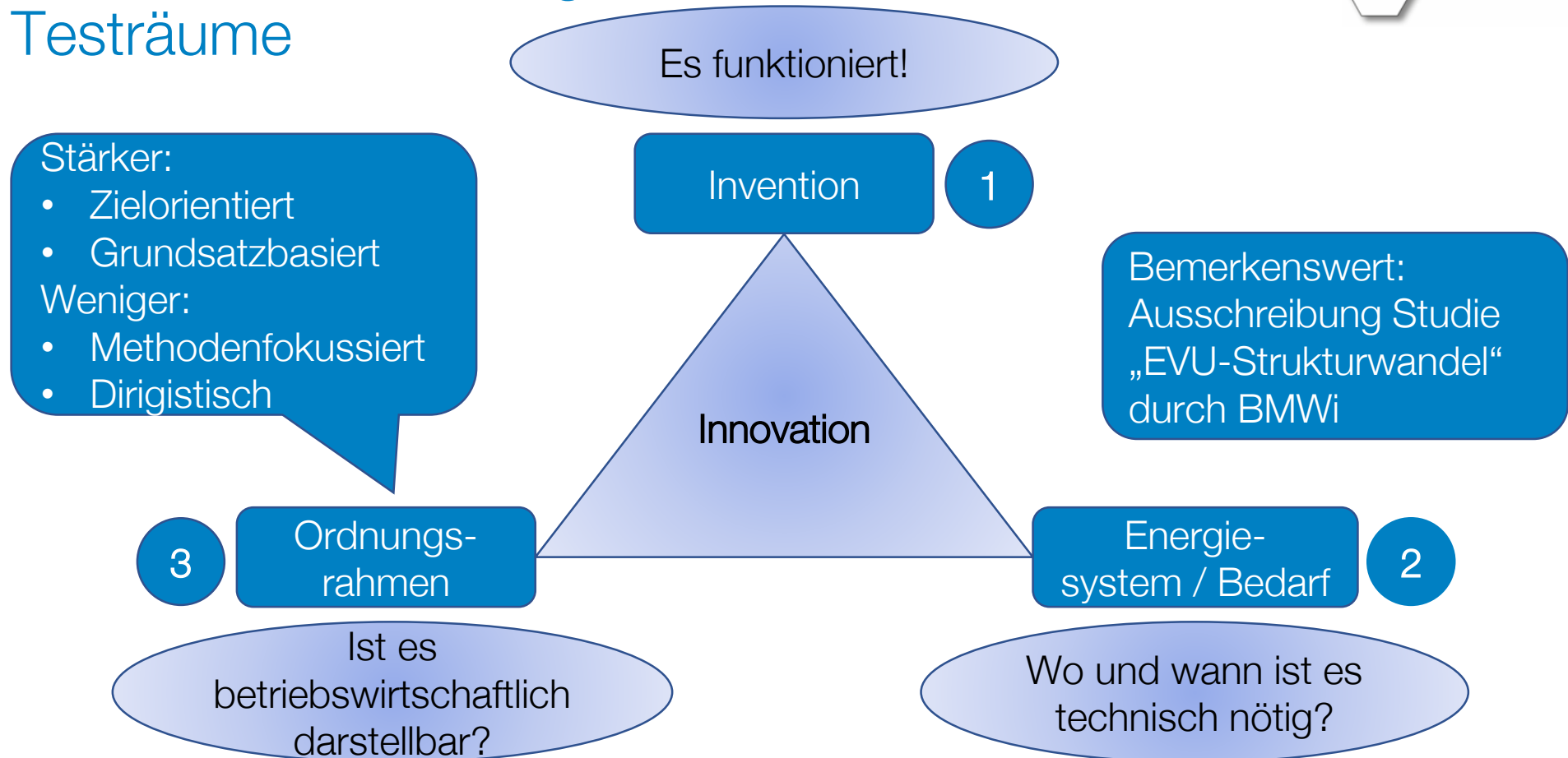
Herr von Tschischwitz, vielen Dank für das Interview.

Die Fragen stellte Jürgen Flauger.

Handelsblatt
WOCHENENDE 17./18./19. NOVEMBER 2017, NR. 222



Innovationen – Von der Invention zum wirtschaftlichen Erfolg – Juristische Testräume



Musterkennung: Was? Wann? Wo? Wozu? Wieviel?

Suffizienz, Konsistenz, Effizienz

Politik ist die Kunst des Machbaren: Logik – Erkenntnis – Umsetzung



Ende

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Vorstellung C/sells

Dr.-Ing. Sebastian Breker,
Verbundkoordinator
EAM -
EnergieNetz Mitte GmbH

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Agenda

„Die Energiewelt wird nicht nur digital, sie wird vor allem zellulär, partizipativ und vielseitig“

- Welche Inhalte und Ziele werden in C/sells verfolgt?
- Welcher Leitidee entspricht das?
- Welche hessischen Partnern machen mit und welche Aktivitäten werden in Hessen verfolgt?
- Wie ist C/sells organisiert?



Die Inhalte und Ziele von C/sells



Die C/sells-Leitidee

C/sells- Lösungsansatz

zellulär

partizipativ

vielfältig

C/sells Basis- Instrumente

- Infrastruktur-Informationssystem (IIS)
- Abstimmungskaskade
- Regionalisierter Handel für Energie und Flexibilitäten

**Mehr als 30 Demozellen
und 9 Partizipationszellen**



Energiewende-Ziele der Bundesregierung

Die C/sells-Partner in Hessen



Städtische Werke
Netz + Service

U N I K A S S E L
V E R S I T Ä T

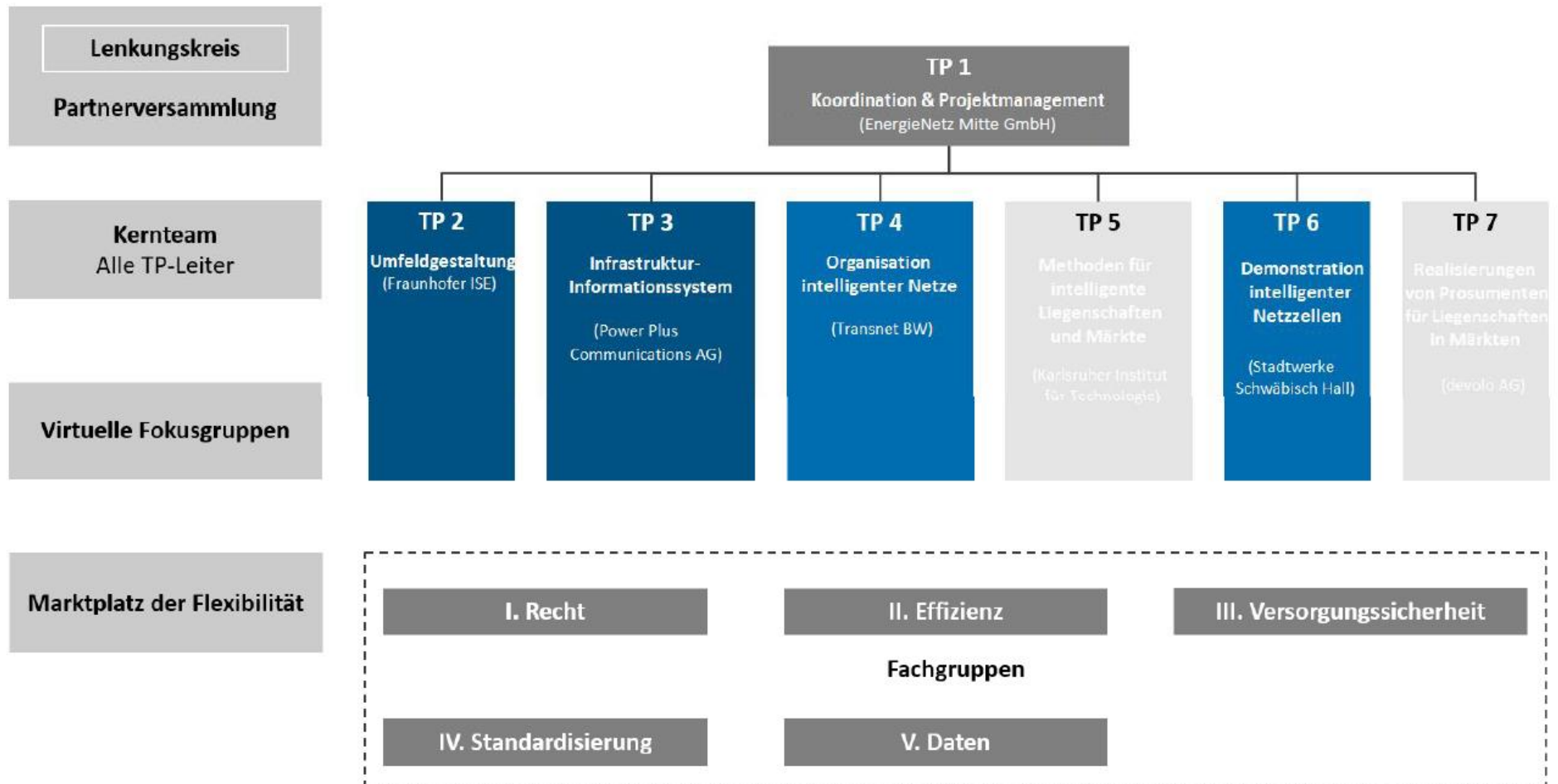


 **Fraunhofer**
IWES

Von unseren Partnern adressierte Innovationsthemen in C/sells

- Konzeptionierung und Erprobung eines Regioflexmarktes in Hessen
- Demand-Side-Management in Industrie und Gewerbebetrieben
- Flexibilitätspotential von Liegenschaften bei optimierter Wärmebereitstellung
- Blindleistungsmanagement und Inselnetzfähigkeit von städtischen Verteilnetzen

Die Organisation in C/sells





Ende

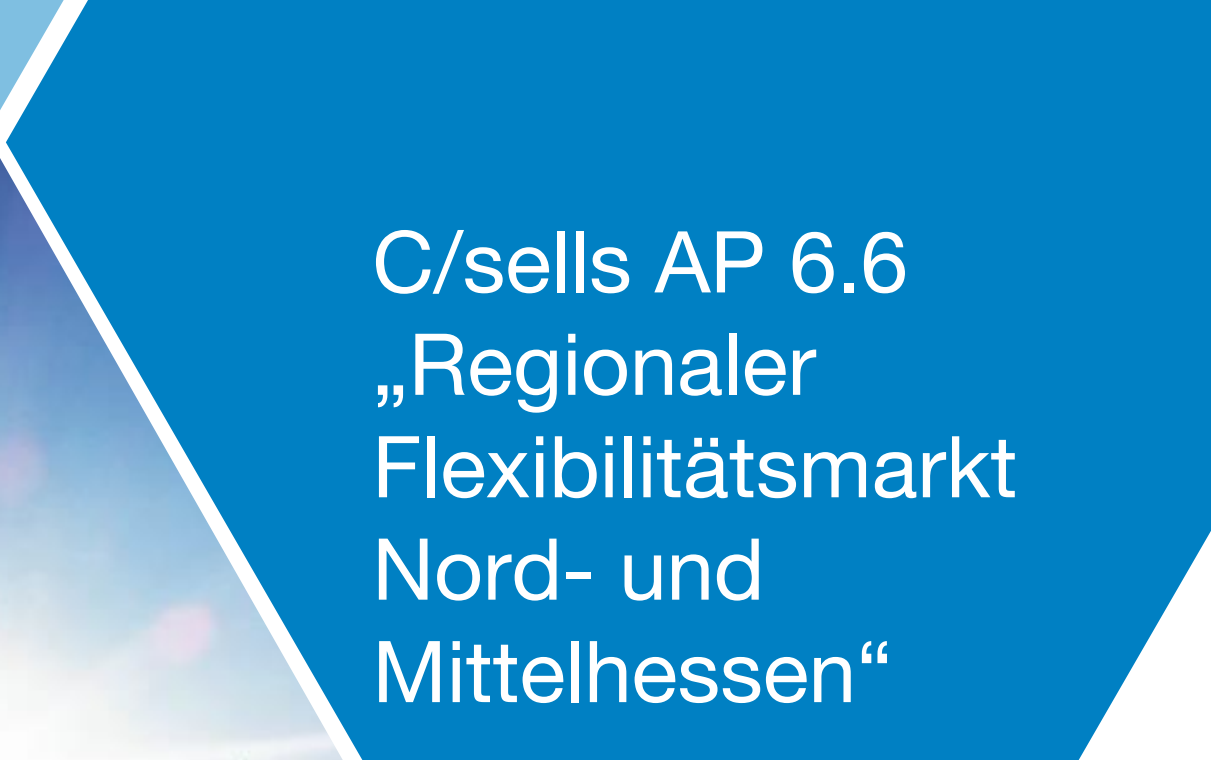
Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages





C/sells AP 6.6 „Regionaler Flexibilitätsmarkt Nord- und Mittelhessen“

Erik Heilmann,
Universität Kassel

Nicolas Spengler
Energienetz Mitte

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Was machen wir in C/sells?

EAM-Aktivitäten in C/sells

Ziel

- Entwicklung eines innovativen Marktmodells zur Bereitstellung regionaler Flexibilitäten
- Untersuchung von veränderten Netzbelastungen durch PV-Speicher-Systeme



Eckdaten

- Projektlaufzeit: 01/2017 bis 12/2020
- Beteiligte Partner: Universität Kassel
- Im Verbundprojekt Zusammenarbeit mit mehr als 60 Partnern aus Wissenschaft, Industrie, Netzbetreiber, Stadtwerke, EVU's

Ergebnisse

- Erkenntnisse über neue Netzkomponenten (Speicher, E-Mobil,...) und Leitlinien für eine zukünftige intelligente Netzführung
- Neue Geschäftsmodelle und Anreizsysteme auf Basis des geschaffenen Flexibilitätsmarktes

Wo wird demonstriert?

Demozellen der EnergieNetz Mitte

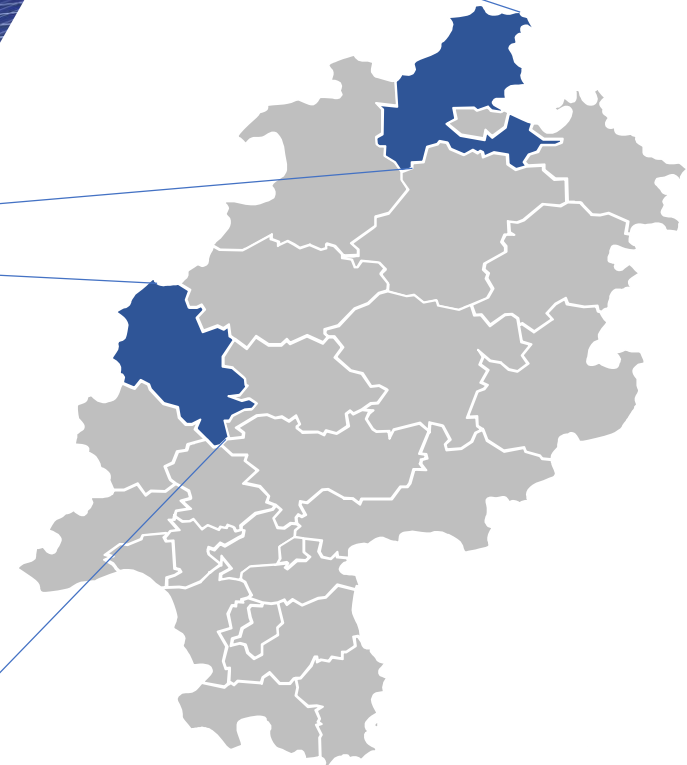
Hofgeismar

Stadtnetz
Haushalte mit PV + Speicher
„Aussiedlerhöfe“ mit PV
E-Mobilität im Eigenheim



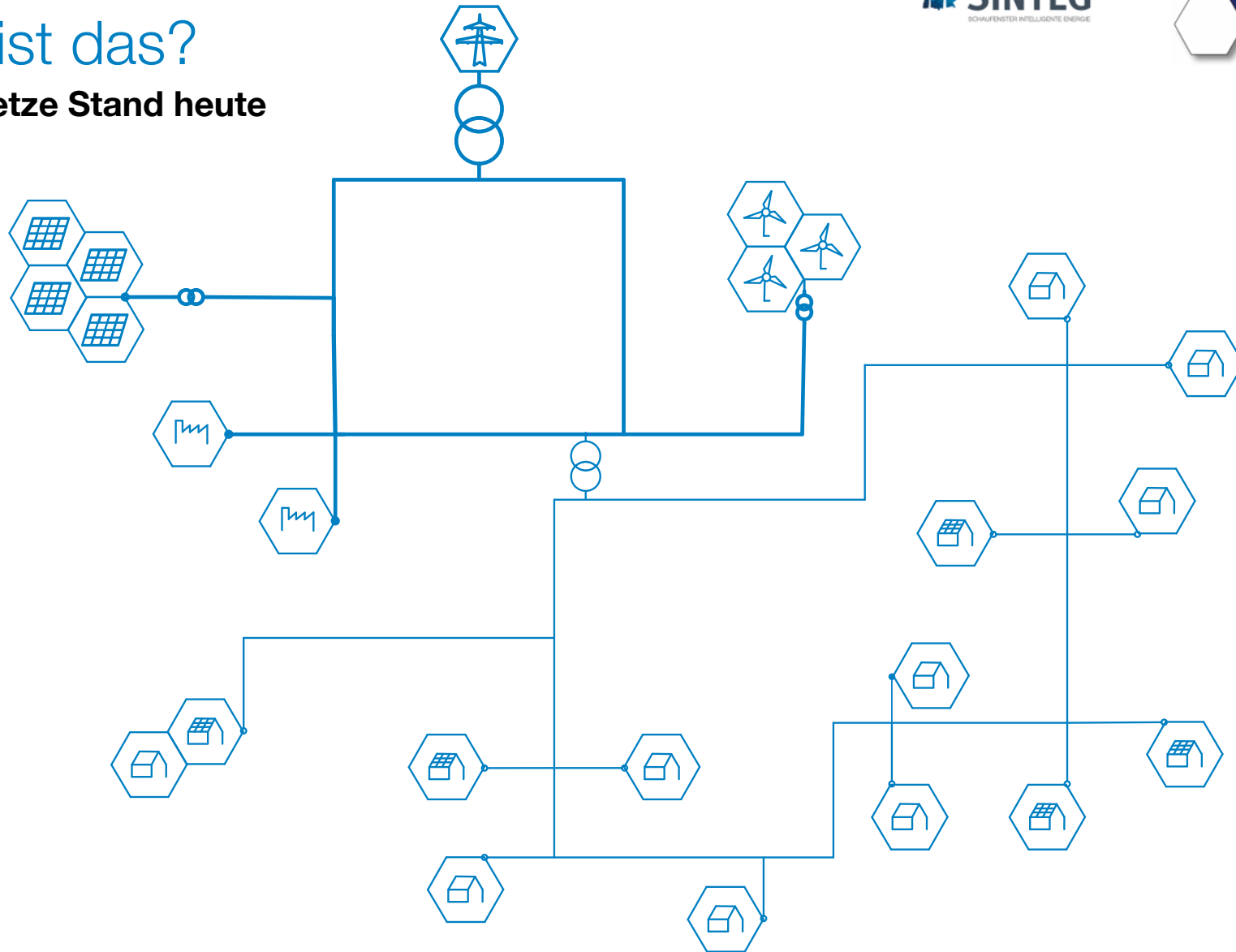
Dillenburg

Industrie
Große Windparks
Haushalte mit PV-Anlagen



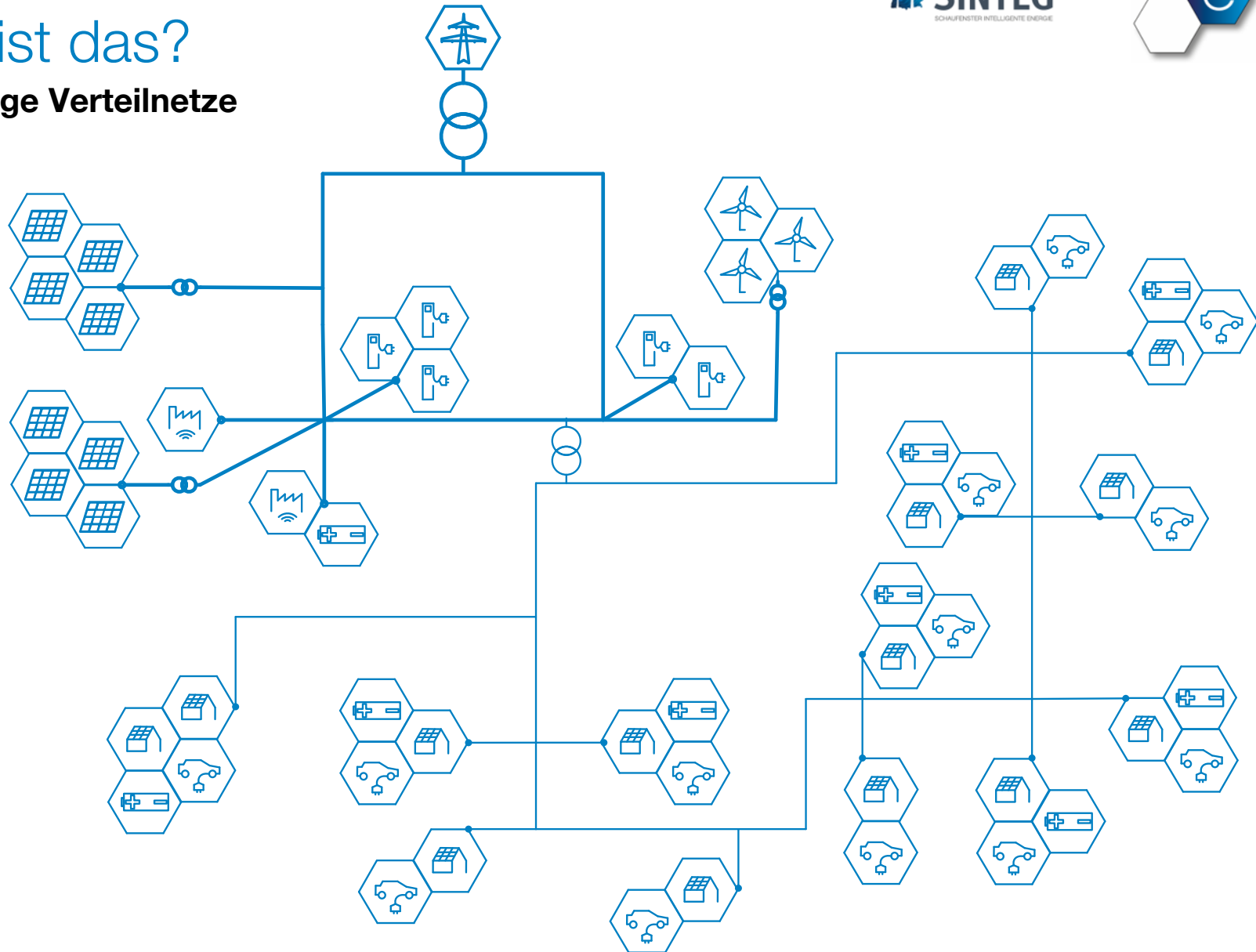
RegioFlex Markt – Was ist das?

Verteilnetze Stand heute



RegioFlex Markt – Was ist das?

Zukünftige Verteilnetze



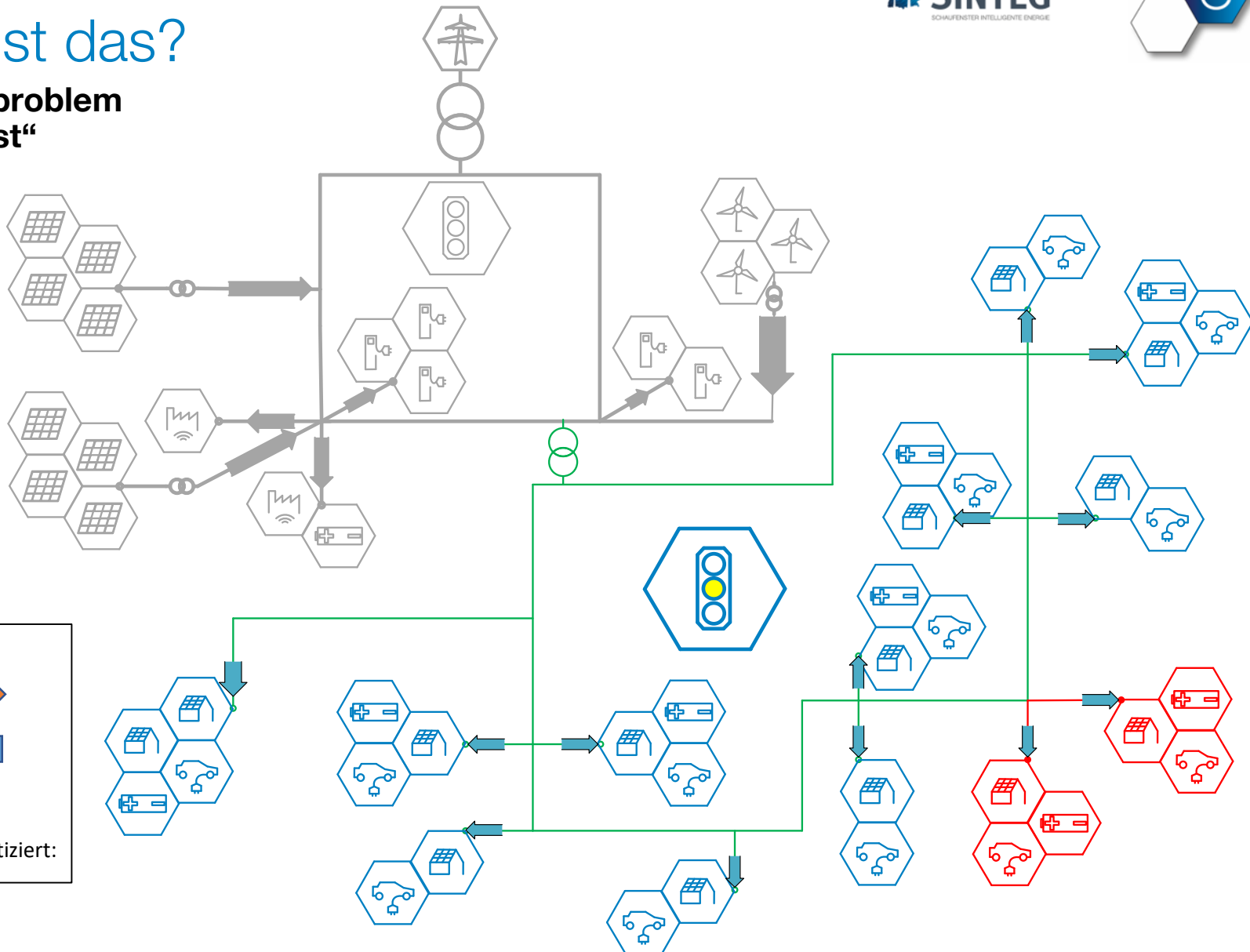
RegioFlex Markt – Was ist das?

Klassischer Netzausbau

- In den meisten Situationen sind die **Netze stark** genug für veränderte Erzeuger/Verbraucher-Struktur.
- In bestimmten ungünstigen Konstellationen, wie z.B. **Starklastfall** (wenig Erzeugung und viel Verbrauch) oder **Schwachlastfall** (viel Erzeugung und wenig Verbrauch) kann es jedoch zu **Netzproblemen**, wie **Leistungsengpässen** und **Spannungsbandverletzungen** kommen.
- Klassischerweise werden **Netze** heute auf diese **Extremsituationen ausgelegt**.
Bei der zu erwartenden Durchdringung mit dezentralen Erzeugern und Verbrauchern würde dies **massiven Netzausbau** bedeuten.
- Dies ist ein zum einen **teurer** und zum anderen ein **langwieriger** Prozess. In der Zwischenzeit werden beispielsweise **erneuerbare Erzeugungsanlagen abgeregelt**, wenn das Netz überlastet ist.

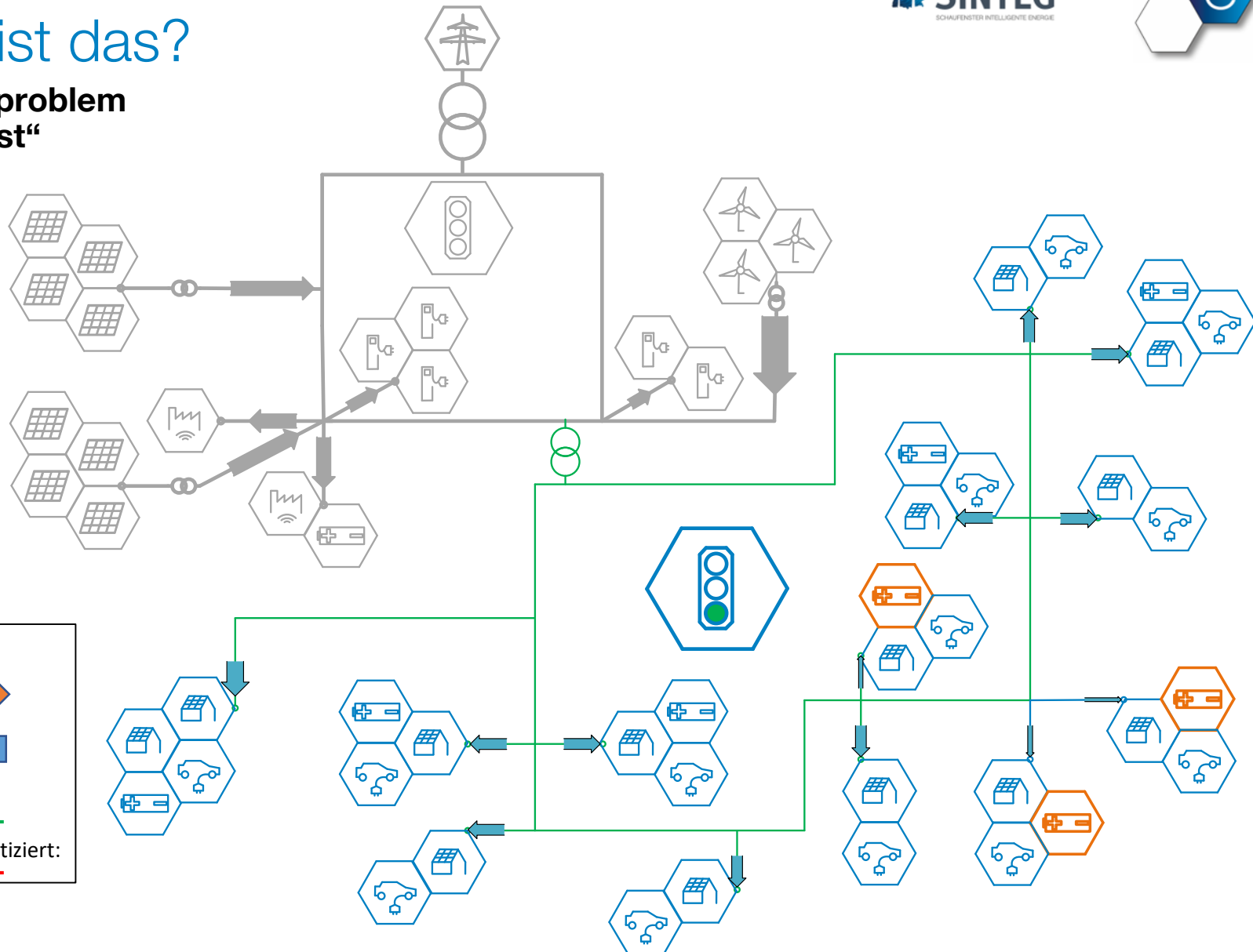
RegioFlex Markt – Was ist das?

Beispielproblem „Starklast“



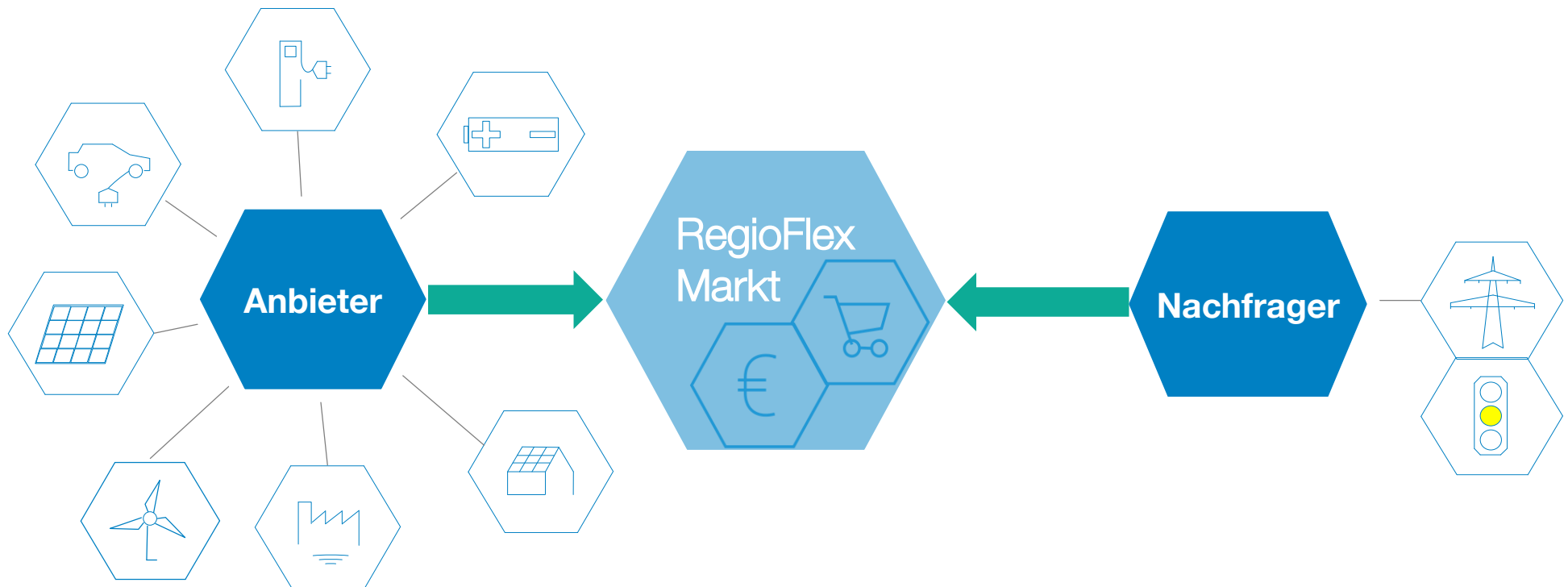
RegioFlex Markt – Was ist das?

Beispielproblem „Starklast“



Wer kann partizipieren?

Akteure am Markt



Warum brauchen wir ein Forschungsprojekt?

Herausforderungen des Marktdesigns

- Das **Produktdesign** muss sowohl den **technischen Anforderungen** aus Netzbetreibersicht genügen als auch aus Anbietersicht **praktisch umsetzbar** sein.
- Die **technische Wirksamkeit** einer Anlage auf ein bestehendes Problem hängt stark von der **örtlichen Beziehung** beider ab. → Angebot und Nachfrage benötigen eine **Ortskomponente**
- Durch die Ortsabhängigkeit von Angebot und Nachfrage teilt sich der RegioFlex in viele **kleinere Teilmärkte** auf. Die **Liquidität** dieser Märkte stellt eine Herausforderung dar.
- Der **Bedarf an Flexibilität** im Verteilnetz ist heute mangels ausreichender **Messdaten und Prognoseverfahren** schwierig quantifizierbar.
- Bei Design des Handelsplatzes müssen die **bestehenden Energiemärkte** (Energy-only-Markt und Regelleistungsmarkt) beachtet werden, um den Anlagenbetreibern eine **abgestimmte Angebotserstellung** zu ermöglichen.
- Der heutige **regulatorische Rahmen** fördert den konventionellen Netzausbau und hemmt den Einsatz von Flexibilität. Für einen funktionsfähigen RegioFlex **muss** dieser **angepasst werden**.

Wie kann man das zusammenfassen?

Fazit

- Steigende Anzahl flexibler Erzeuger und Verbraucher in der Niederspannung in den nächsten Jahren
- Klassischer Netzausbau bis zum letzten kW ist aufwändig und teuer!
- Wir wollen zukünftige Netzprobleme intelligent durch den Einsatz von Flexibilität lösen.
- Eine Handelsplattform sorgt für ein faires und diskriminierungsfreies Verfahren zur Auswahl der bestgeeigneten Flexibilität.
- Praktisch jeder kann mitmachen und partizipieren.

C/sells Partner decken die gesamte Wertschöpfungskette ab

Gefördert durch:

 Bundesministerium
 für Wirtschaft
 und Energie
 aufgrund eines Beschlusses
 des Deutschen Bundestages





Ende

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Mittagspause



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Blindleistungs- management und Inselnetzfähigkeit von städtischen Verteilnetzen

Patrick Thiel
Städtische Werke Netz + Service
GmbH

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Agenda

- Unternehmensvorstellung
- Der zelluläre Gedanke von C/Sells
- Unsere Aktivitäten in C/sells

Städtische Werke Netz + Service GmbH

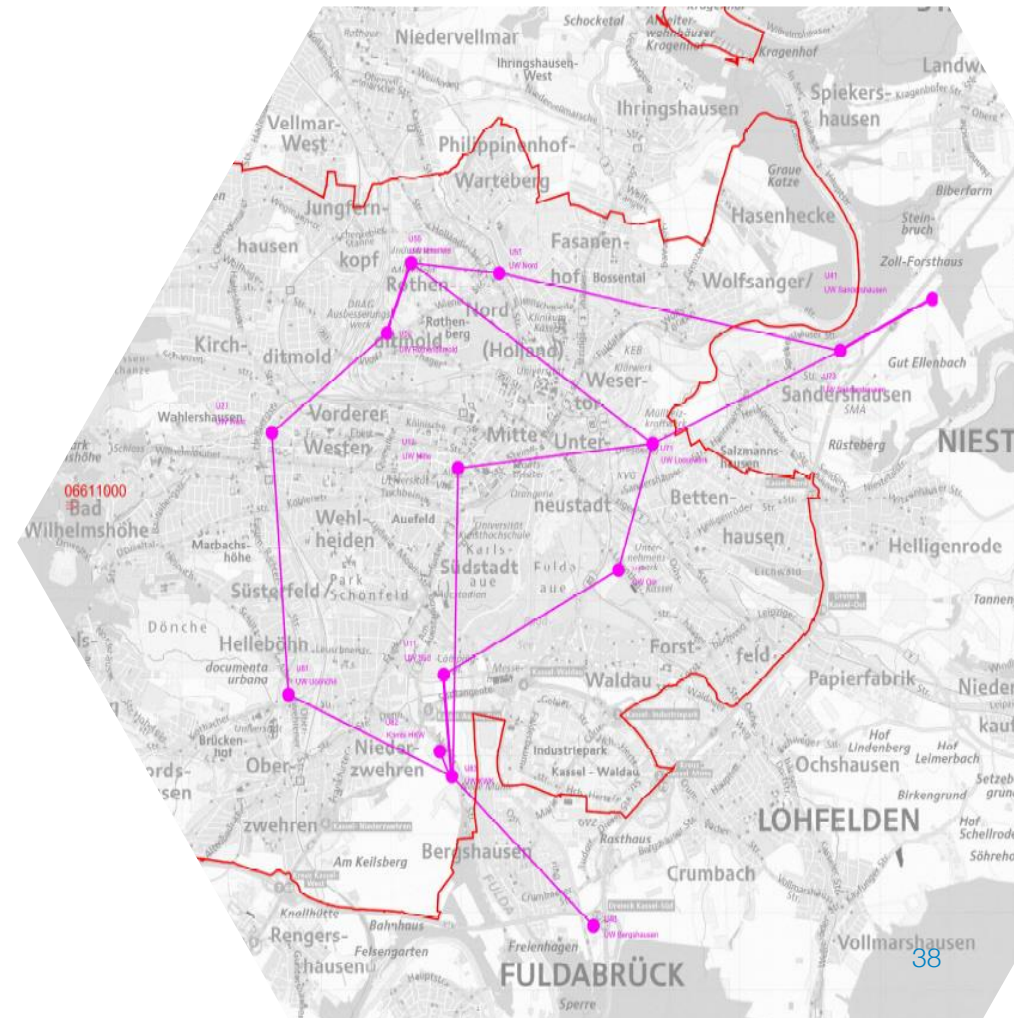
Unternehmensvorstellung

Verteilnetzbetreiber der Stadt Kassel sowie angrenzender Umlandgemeinden im Bereich:

Stromversorgung

Gasversorgung

Wasserversorgung



Der zelluläre Gedanke von C/Sells



Der zelluläre Gedanke von C/Sells

Netzzelle Kassel

- Netzdaten
 - Zwei Anschlussknoten zum ÜNB TenneT TSO GmbH
 - Alle Spannungsebenen bis hin zur Hochspannung 110 kV
 - Netzabsatz bei etwa 900 GWh
 - Maximale Netzbelastung bei ca. 170 MW

- Dezentrale Einspeisung im Netzgebiet
 - vier therm. KWK-Anlagen mit einer max. Einspeiseleistung von 116 MW
 - vier Windparks mit einer max. Einspeiseleistung von 87 MW
 - ca. 2300 PV-Anlagen mit einer max. Einspeiseleistung von ca. 38 MW

Der zelluläre Gedanke von C/Sells

Potential des Netzgebietes Kassel

- Das Netz bildet eine geschlossene 110 kV Netzzelle mit dezentraler Einspeisung sowohl thermisch als auch erneuerbar
- Diese Netzzelle besitzt das Potential vollständig autonom einen Ausgleich zwischen Energieerzeugung und Last zu realisieren

Aktivitäten in C/sells

Blindleistungsmanagement autonom agierender Verteilnetzzellen

- Beantwortung der Fragestellungen
 - Welches Potential und welchen Beitrag kann ein städtisches Verteilnetz mit nennenswerter dezentraler Einspeisung in Bezug auf den Blindleistungsaustausch mit dem ÜNB leisten?

- Methoden:
 - Ermittlung des Blindleistungsbedarfs an den HöS/HS-Netzverknüpfungspunkt(en)
 - Analyse der Auswirkung marktrelevanter Einflussfaktoren
 - Kosten-Nutzen-Analyse verschiedener Blindleistungsmanagementmaßnahmen
 - Analyse der bestehenden IT-Infrastruktur und der bestehenden Schnittstellen

- Ergebnisse
 - Umfassendes Blindleistungsmanagementkonzept für städtische Verteilnetze

Aktivitäten in C/sells

Inselnetz- und Schwarzstartfähigkeit autonom agierender Verteilnetzzellen

- Beantwortung der Fragestellungen
 - Ist das Netz der Städtische Werke Netz + Service GmbH im Notfall Inselnetzbetriebs- und schwarzstartfähig

- Methoden:
 - Erstellung, Parametrierung und Validierung von dynamischen Modellen der im NSG-Netz befindlichen Erzeugungsanlagen
 - Untersuchungen der Anforderungen an eine übergeordnete Netzregelung und –betriebsführung
 - Dynamische Untersuchungen von Teilschritten eines Netzwiederaufbau-Falls
 - Analyse der bestehenden IT-Infrastruktur und der bestehenden Schnittstellen

- Ergebnisse
 - Umfassendes Netzwiederaufbaukonzept für städtische Verteilnetze



Ende

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Demand-Side- Management

Industrie und Gewerbe

Oliver Ramm

EAM EnergiePlus GmbH

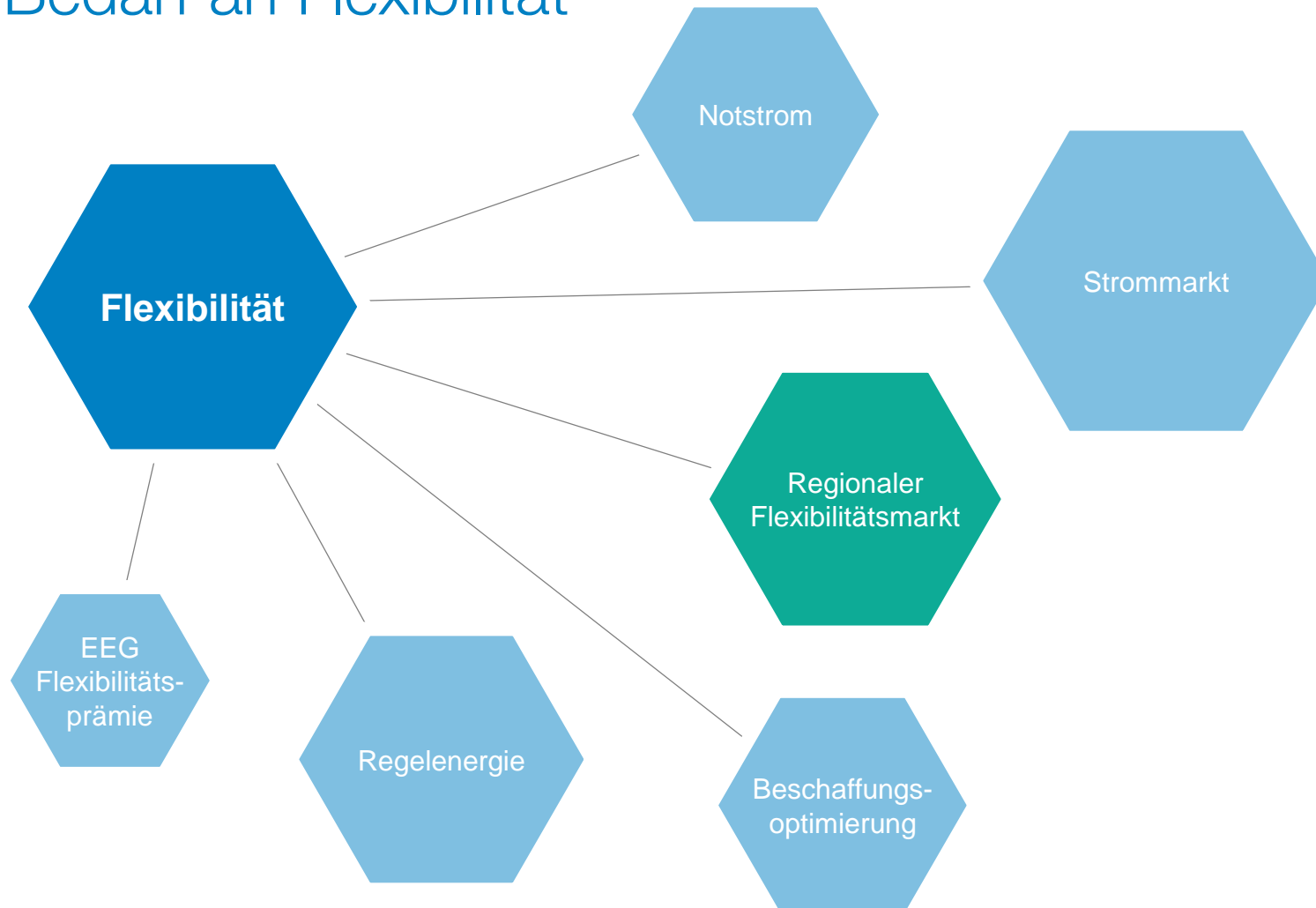
Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Bedarf an Flexibilität



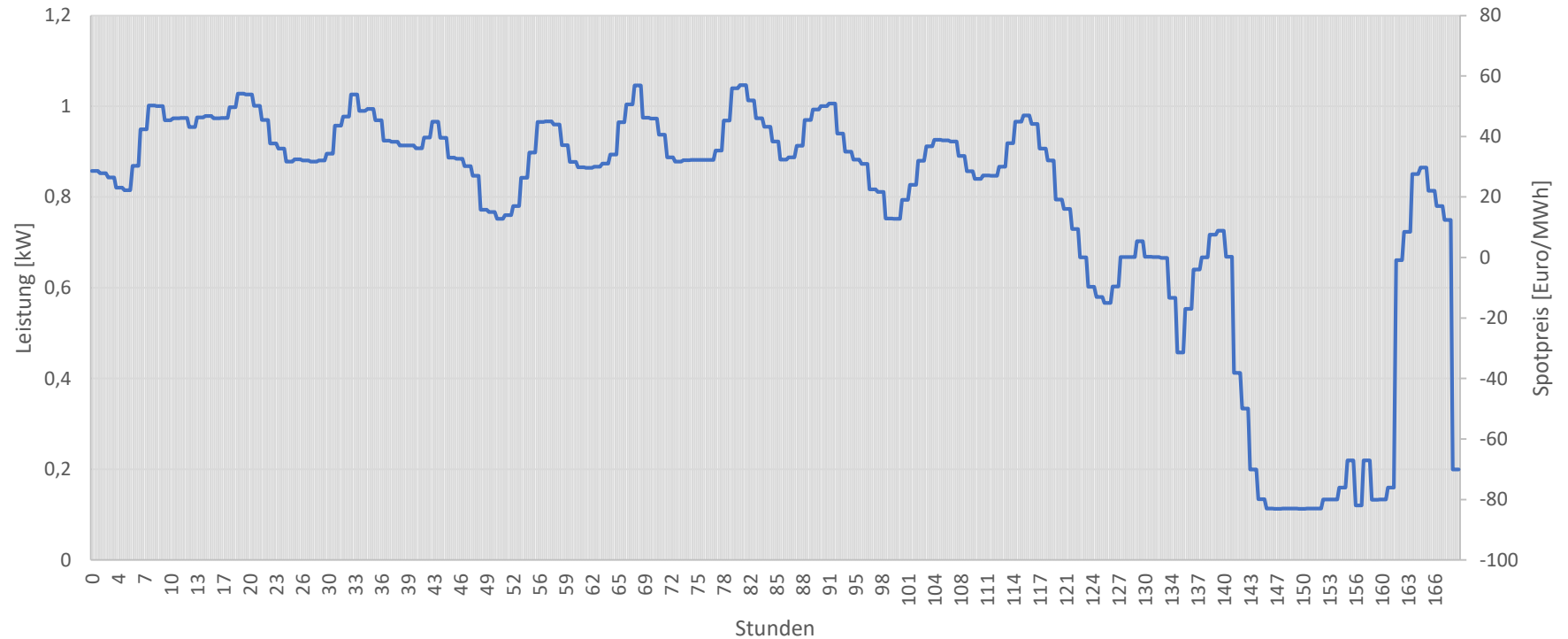
Warum gibt es Bedarf an Flexibilität ?

Beispiel eines flexiblen Biomethan-BHKW am Spotmarkt

Beispiel Flexibilität am Strommarkt

Blockheizkraftwerk mit Flexibilität nach EEG

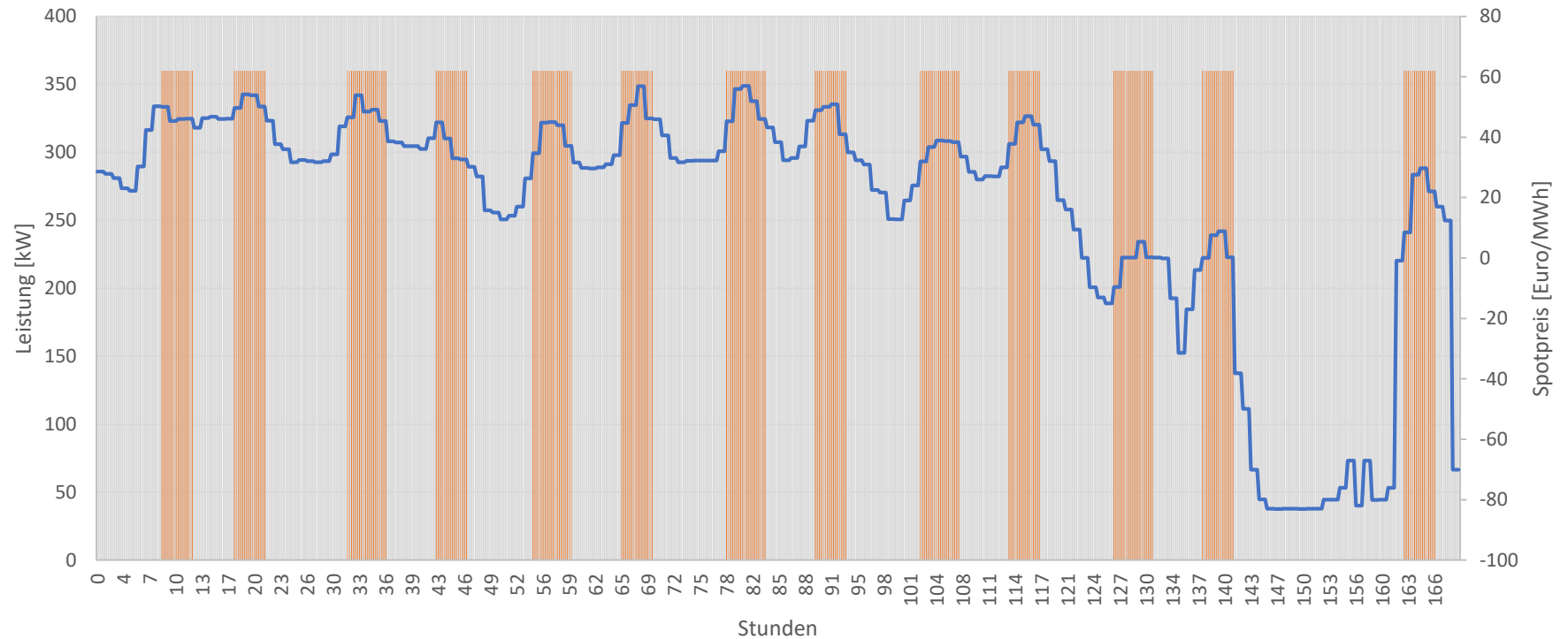
Biomethan-BHKW
Flexibler Betrieb [KW 43]



Beispiel Flexibilität am Strommarkt

Blockheizkraftwerk mit Flexibilität nach EEG

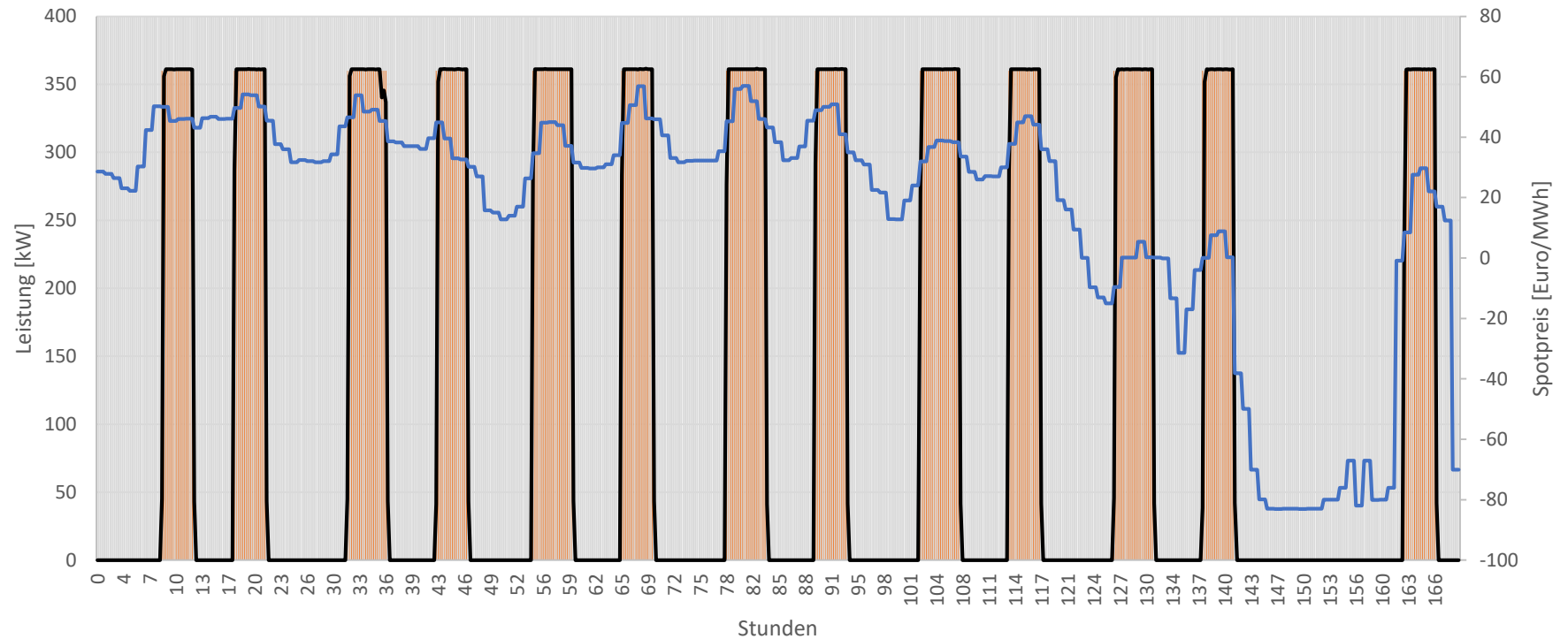
Biomethan-BHKW
Flexibler Betrieb [KW 43]



Beispiel Flexibilität am Strommarkt

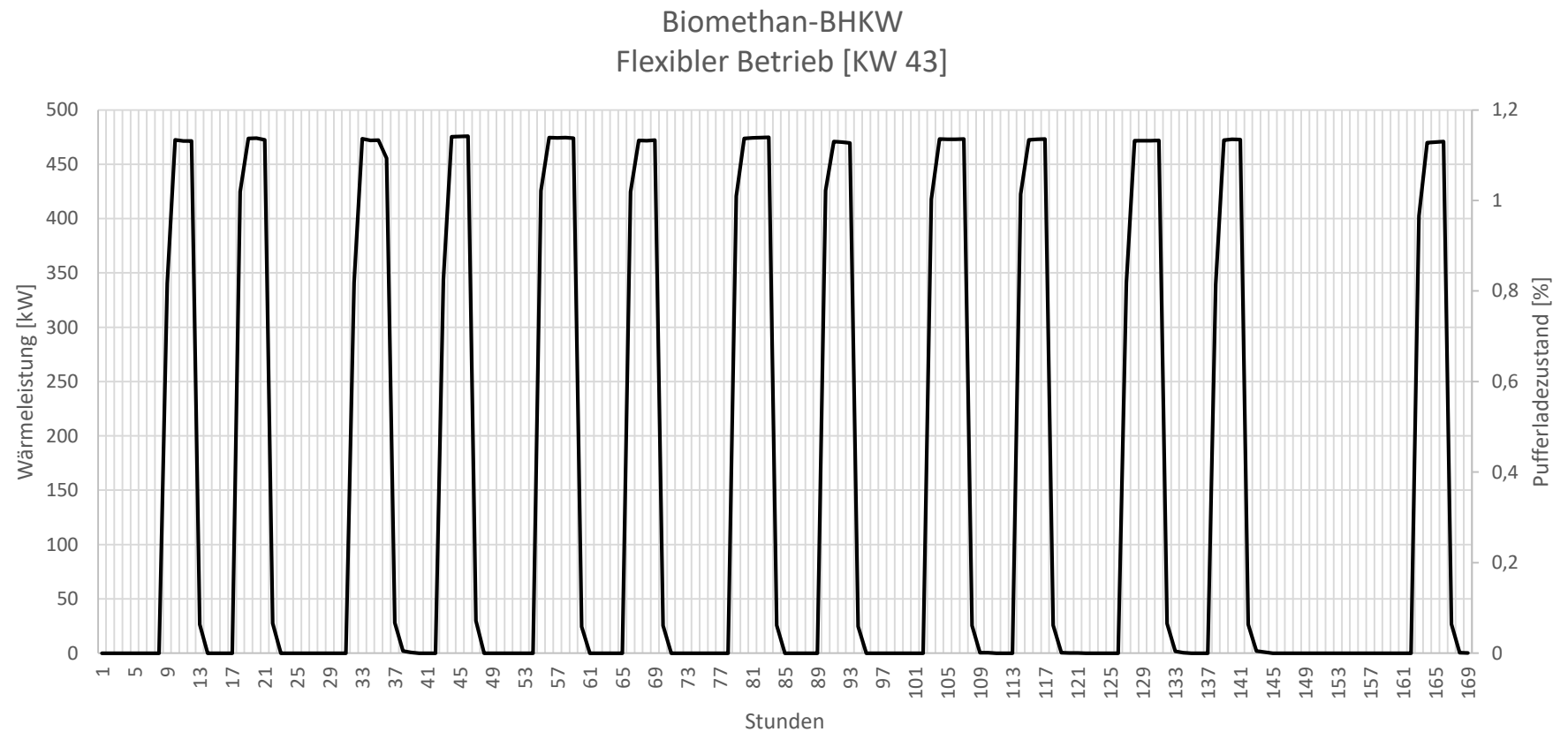
Blockheizkraftwerk mit Flexibilität nach EEG

Biomethan-BHKW
Flexibler Betrieb [KW 43]



Beispiel Flexibilität am Strommarkt

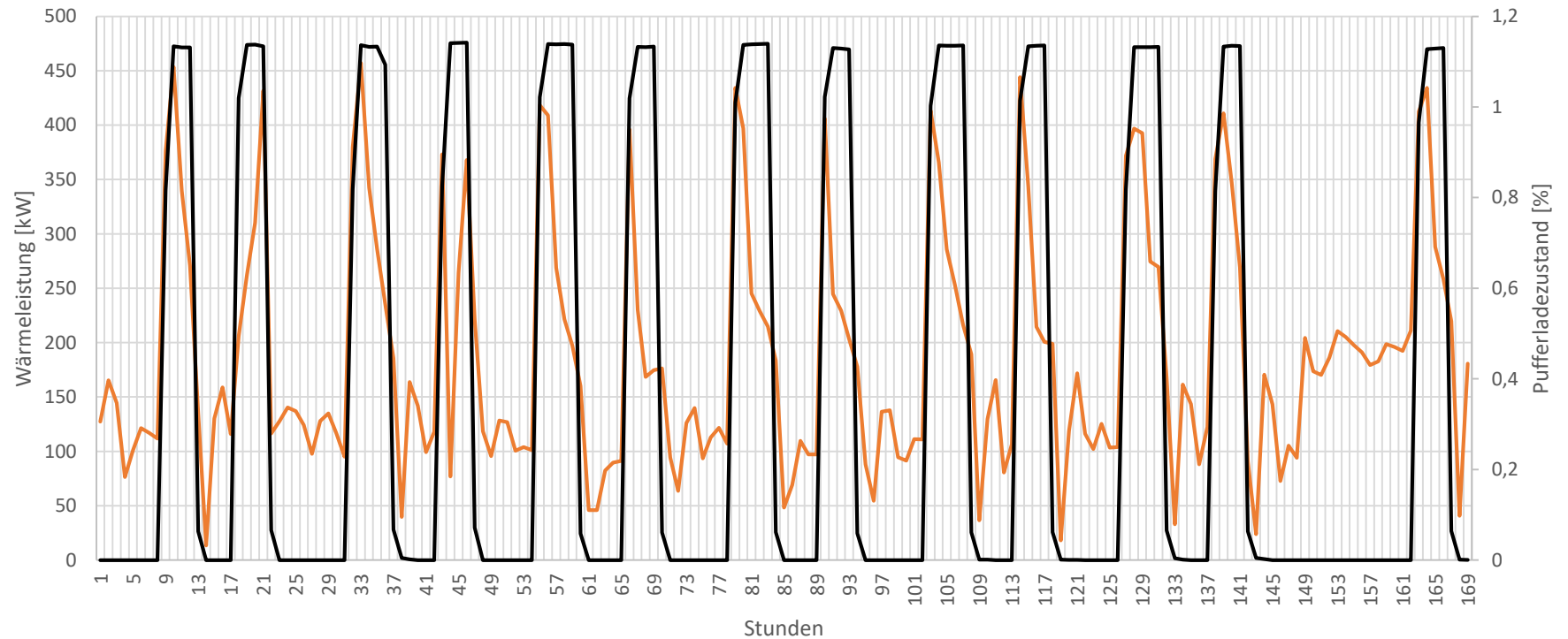
Blockheizkraftwerk mit Flexibilität nach EEG - Wärmesystem



Beispiel Flexibilität am Strommarkt

Blockheizkraftwerk mit Flexibilität nach EEG - Wärmesystem

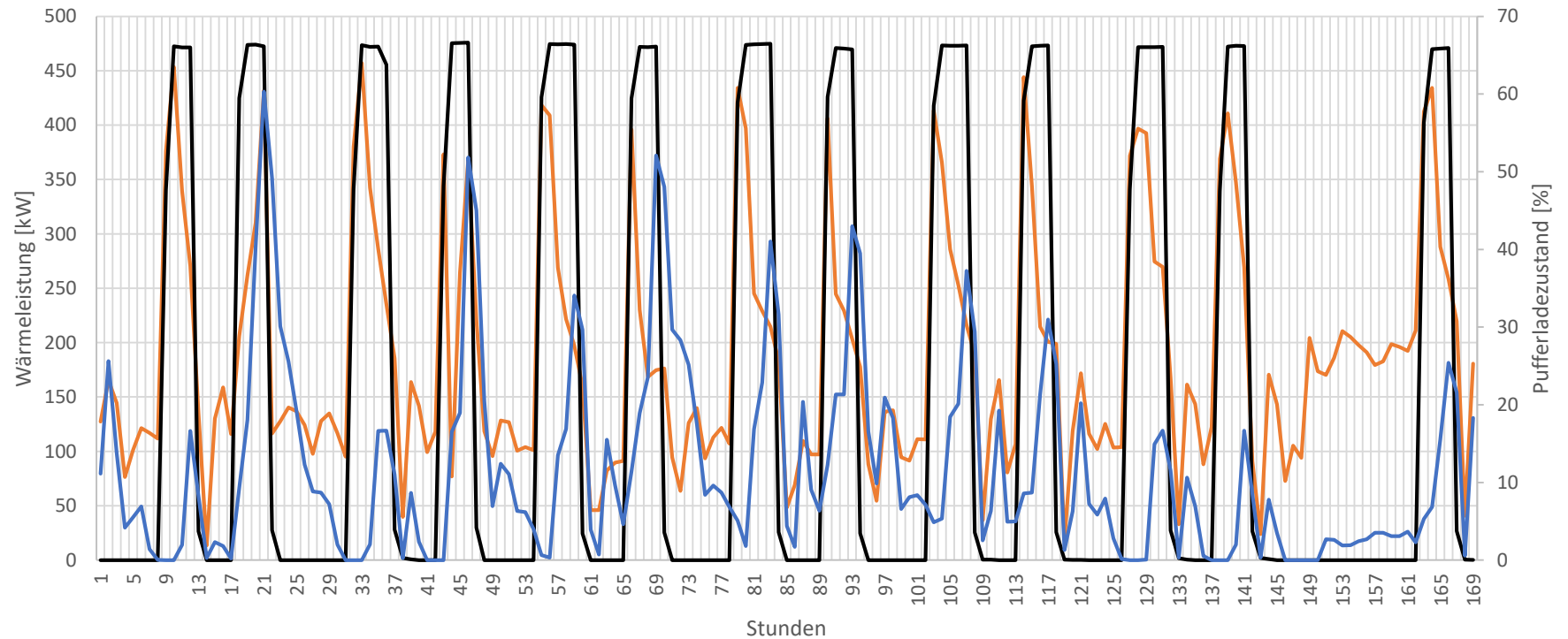
Biomethan-BHKW
Flexibler Betrieb [KW 43]



Beispiel Flexibilität am Strommarkt

Blockheizkraftwerk mit Flexibilität nach EEG - Wärmesystem

Biomethan-BHKW
Flexibler Betrieb [KW 43]



Industrie und Gewerbe im RegioFlex Markt



Demand-Side-Management bei Industrie / Gewerbebetrieben

Kombiniertes Last- / und
Erzeugungsmanagement

Überwachung der
Energiebereitstellung

Überwachung der
Energieverbräuche

Auswirkung auf die Produktion

→ Ganzheitliche Bewertung des
Energiesystems des Betriebes
notwendig.



Flexibilität in Industrie / Gewerbe

Stromerzeugung:

- BHKW zur Eigenstromversorgung
- Flexible BHKW
- Notstrom
- Photovoltaik



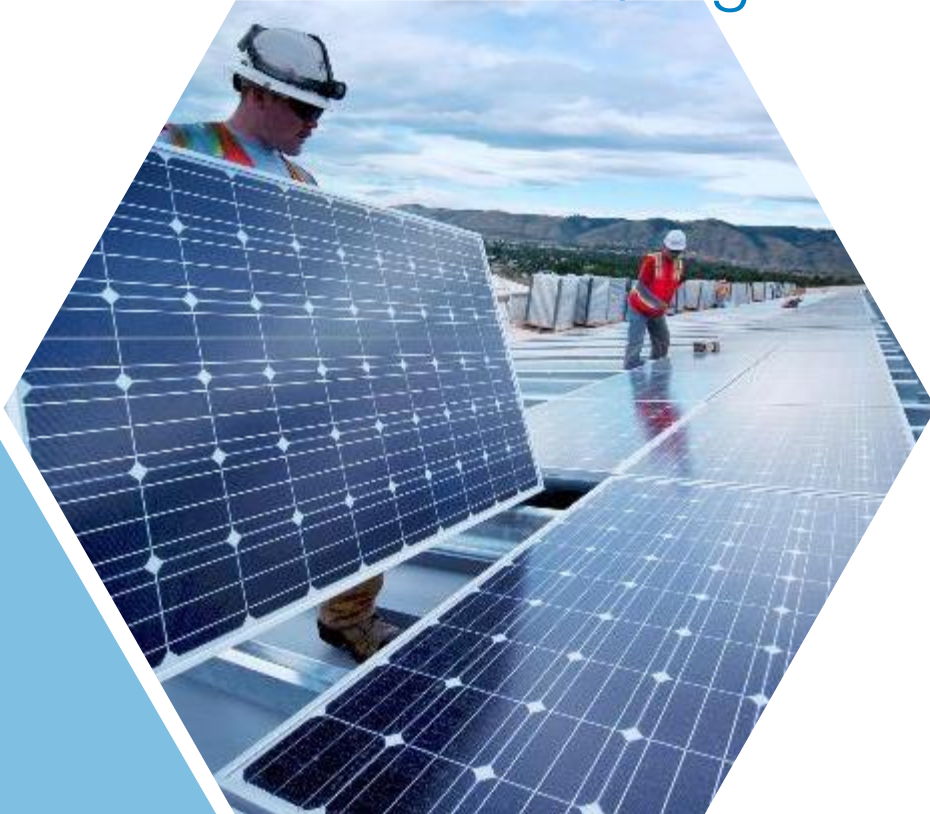
Flexibilität in Industrie / Gewerbe

Stromverbrauch:

- Produktion
 - Steuerung von Antrieben
 - Steuerung von el. Betrieben Anlagen
- Querschnittstechnologien zur Bereitstellung von Nutzenergie
 - Kälte / Kühlung
 - Druckluft
 - Wärme / Prozesswärme
- Speicherung



Praxisbeispiel: Flexibilität in der Wärmeversorgung

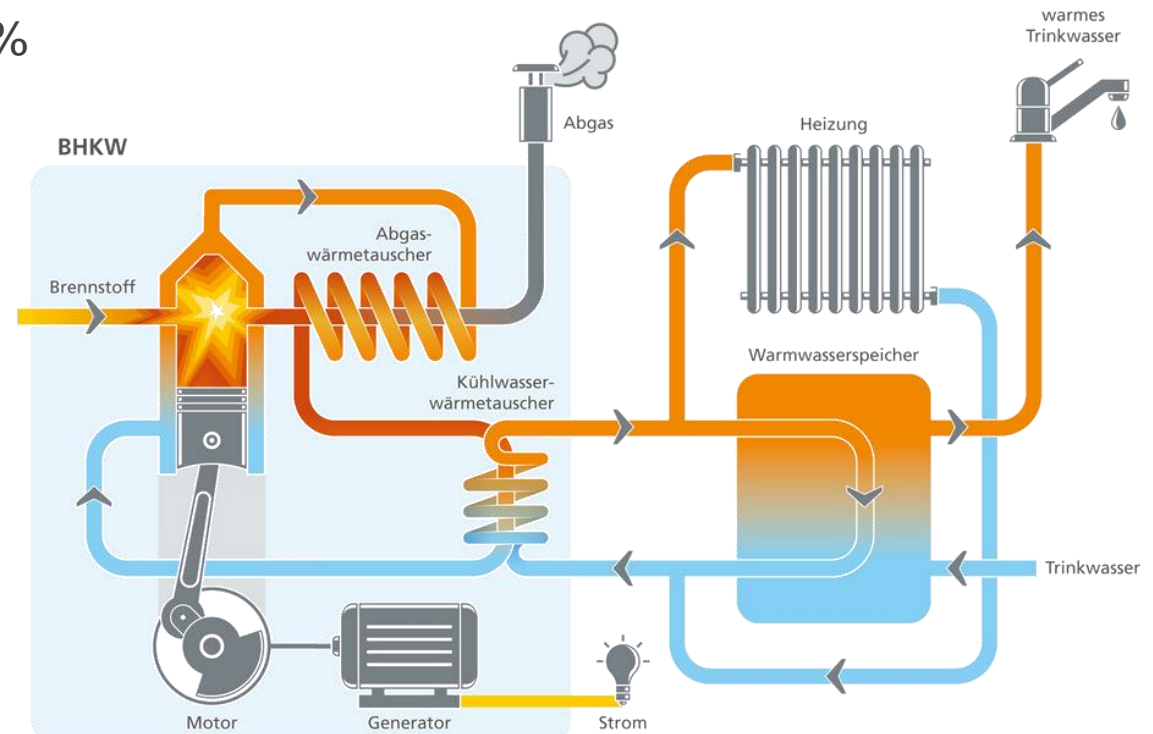


Flexibles BHKW (Blockheizkraftwerk) in Kombination mit einem Wärmespeicher

Praxisbeispiel 1

BHKW (Blockheizkraftwerk) mit Wärmespeicherung

- Brennstoff: Erdgas, Biogas, Klärgas, Flüssiggas, Heizöl
- Eigenversorgung des Standorts mit Strom ins ggf. i.V.m. Überschusseinspeisung
Wärme wird im Wasserspeicher zwischengespeichert wenn Bedarf existiert
- Hoher Wirkungsgrad: ca. 90 %
 - Ca. 50 % Wärme
 - Ca. 40 % Strom



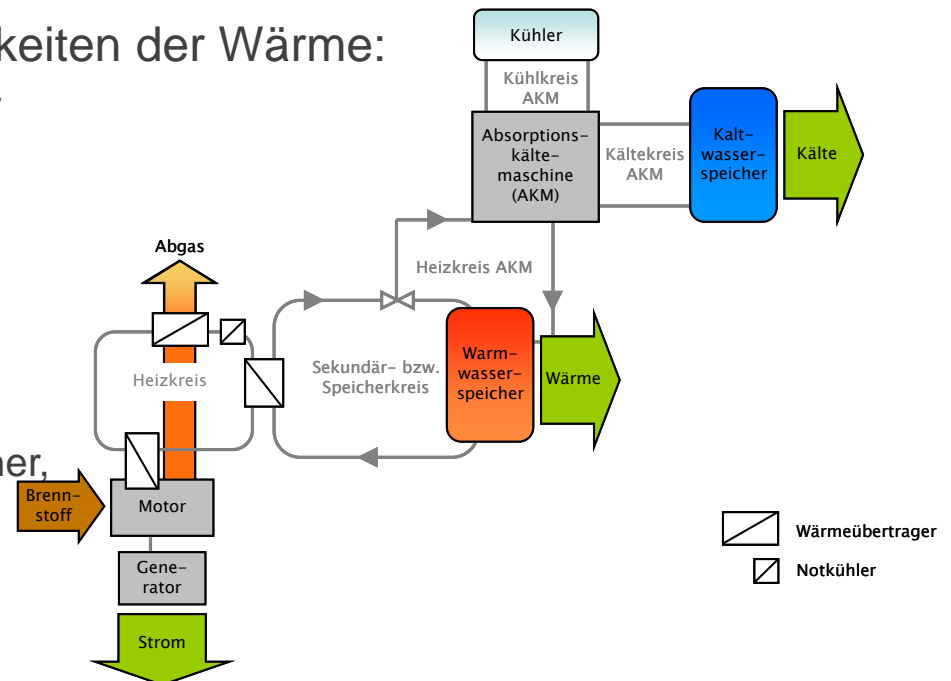
Praxisbeispiel 1

BHKW (Blockheizkraftwerk) mit Wärmespeicherung

- Das BHKW kann in einem Leistungsbereich (z. B. 50 – 100 %) flexibel Strom bereitstellen sofern eine Unterversorgung im Netz vorliegt
- Die Abnahme der Wärme im Fall Stromengpases im Netz (BHKW fährt hoch) muss gewährleistet sein, damit die Maßnahme effizient ist.
- Es existieren mehrere Nutzungsmöglichkeiten der Wärme:
 - Heizwärmebedarf der Gebäude / Warmwasser
 - Bereitstellung von Prozesswärme
 - Berücksichtigung verschiedener Medien

Erzeugung von Kälte durch Absorptionskältemaschine

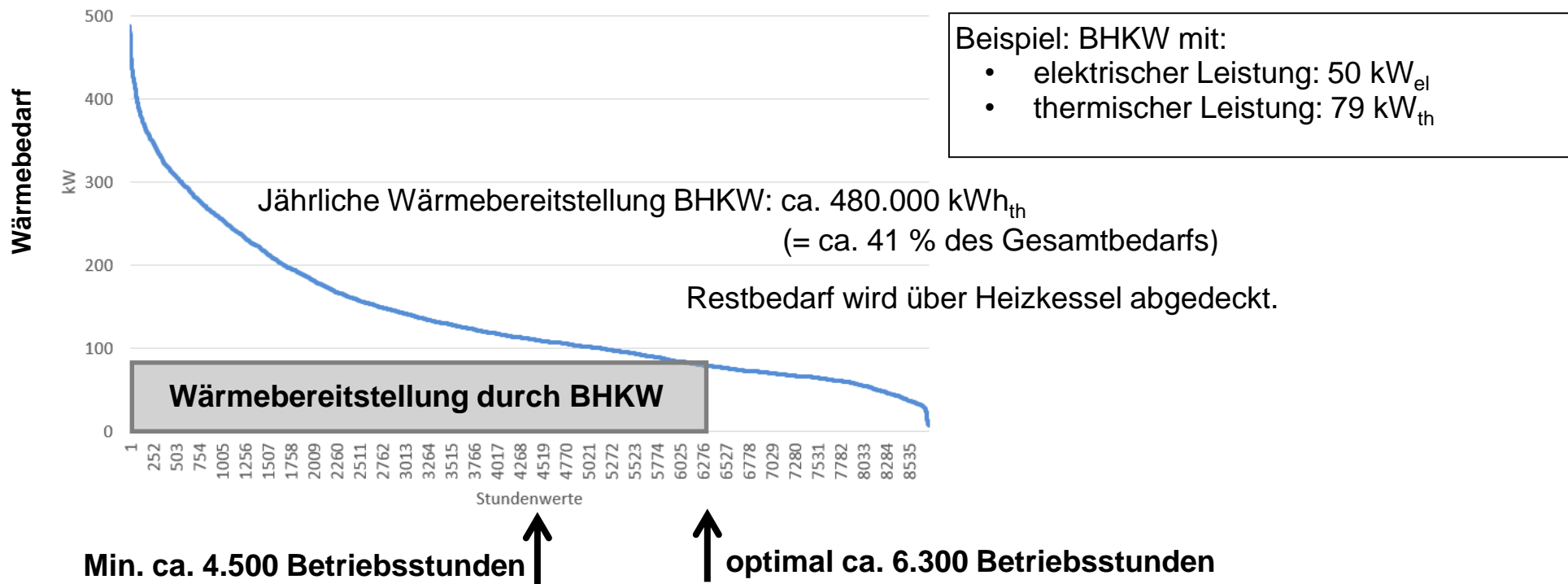
- Speicherung der Kälte im Kaltwasserspeicher, oder sonstigem Speicher



Praxisbeispiel 1

BHKW (Blockheizkraftwerk) bisherige Auslegung

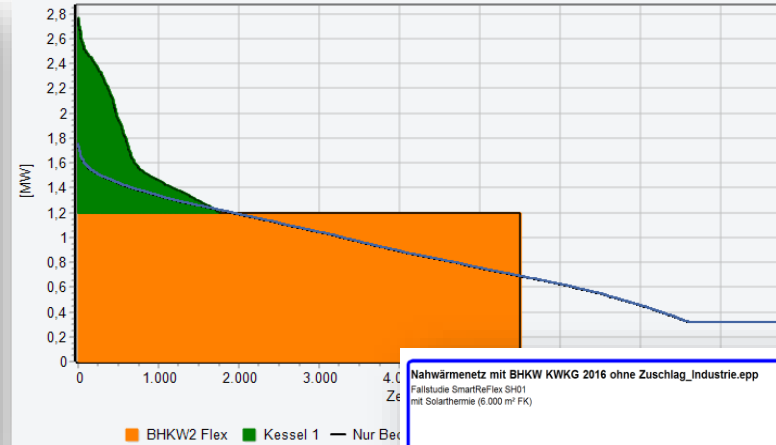
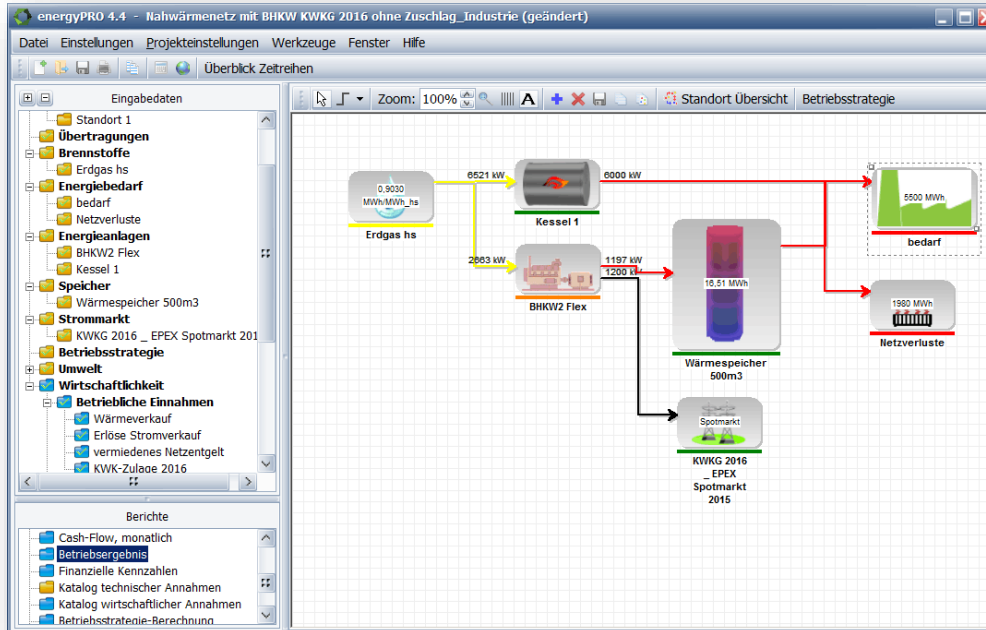
→ Auslegung nach dem Wärmebedarf



Praxisbeispiel 1

BHKW (Blockheizkraftwerk) neue Auslegung

Technisch-ökonomische Modellierung & Simulation mit energyPRO



energyPRO 4.4.371

Nahwärmenetz mit BHKW KWVG 2016 ohne Zuschlag_Industrie.epp
 Fallstudie SmartReFlex SHD1
 mit Solarthermie (6.000 m² FK)

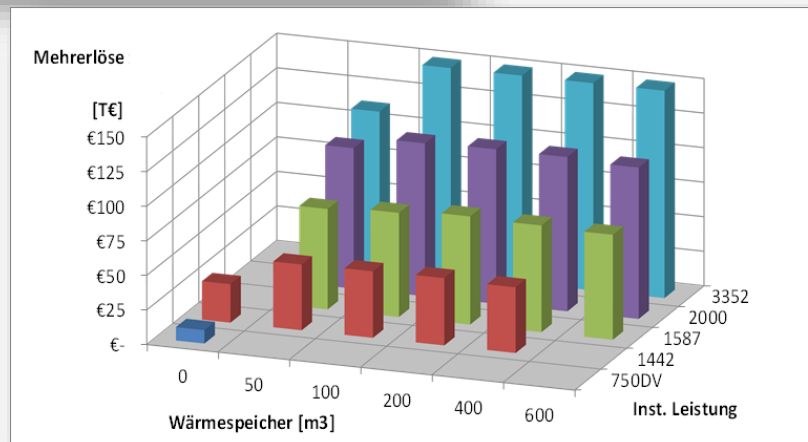
Operiert am: 13.11.2017 17:13:12 / 1
 Lizenzierter Nutzer: CUBE Engineering GmbH
 Bräutleischstraße 6
 DE-34119 Kassel
 +49 (0) 561 28 85 73 0

Betriebsergebnis von 01-01-2015 00:00 bis 31-12-2015 23:59

(Einheit €)			
Betriebliche Einnahmen			
Wärmeverkauf	5.473,9 MWh	zu	75,0 = 410.542
Erlöse Stromverkauf			= 247.810
vermiedenes Netzentgelt	6.608,4 MWh	zu	3,5 = 23.129
KWK-Zulage 2016	6.608,4 MWh	zu	0,0 = 0
Summe Betriebliche Einnahmen			681.482
Betriebliche Aufwendungen			
Brennstoffbezug	17.302,3 MWh_hs	zu	20,171 = 349.005
Erdgasbezug + Netznutzung	882,2 MWh	zu	5,5 = 4.852
Brennstoffbezug Summe			353.857
Wartungs- und Instandhaltung BHKW2	5.507,0 Betriebsstunden	zu	6,0 = 33.042
Kessel 1	882,2 MWh	zu	0,5 = 441
Wartung-/Instandhaltung Summe			33.483
Vermarktungskosten			
Stromvermarktung	6.608,4 MWh	zu	1,0 = 6.608
Vermarktungskosten Summe			6.608
Kapitalkosten			
Kapitalkosten BHKWs			= 59.666
Kapitalkosten Kessel			= 30.520
Kapitalkosten Summe			90.186
Summe Betriebliche Aufwendungen			484.135
Betriebsergebnis			197.347

Variation & Auswertung:

- BHKW-Leistung
- Wärmespeicher



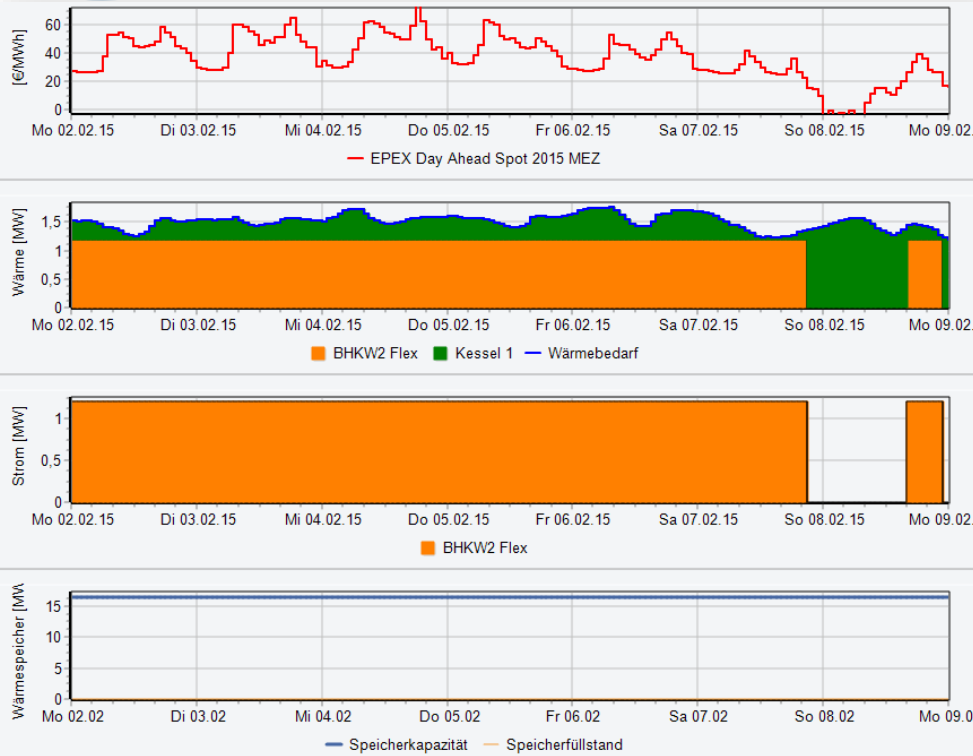
Praxisbeispiel 1

BHKW (Blockheizkraftwerk) neue Auslegung

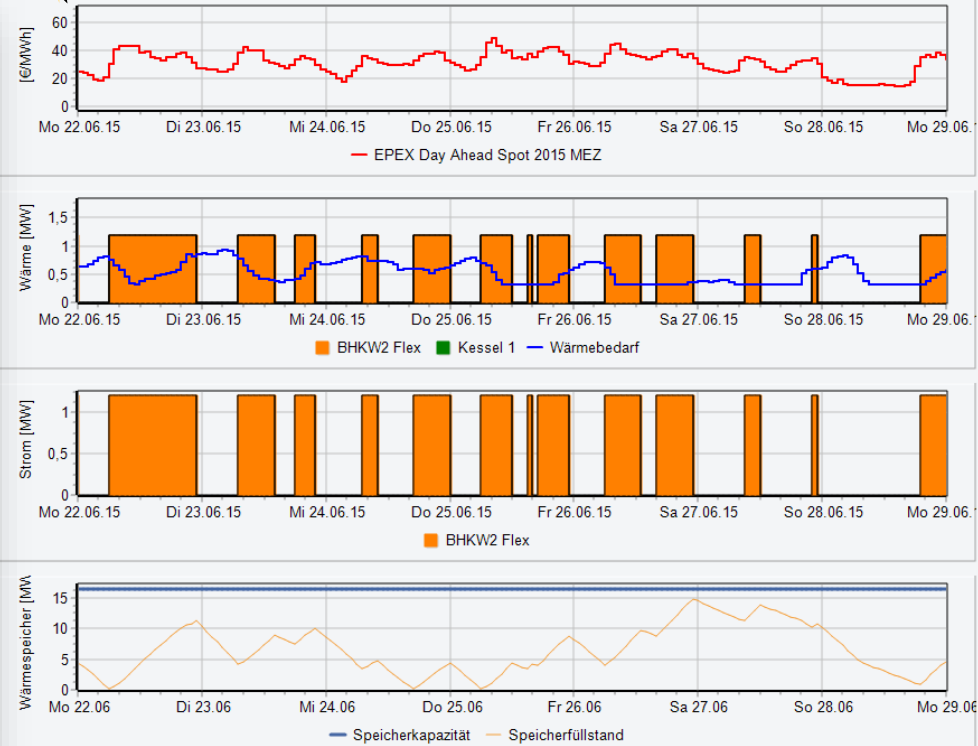
Technisch-ökonomische Modellierung & Simulation mit energyPRO



Winterfahrplan



Sommerfahrplan



Praxisbeispiel 2: Flexibilität in der Kälteversorgung



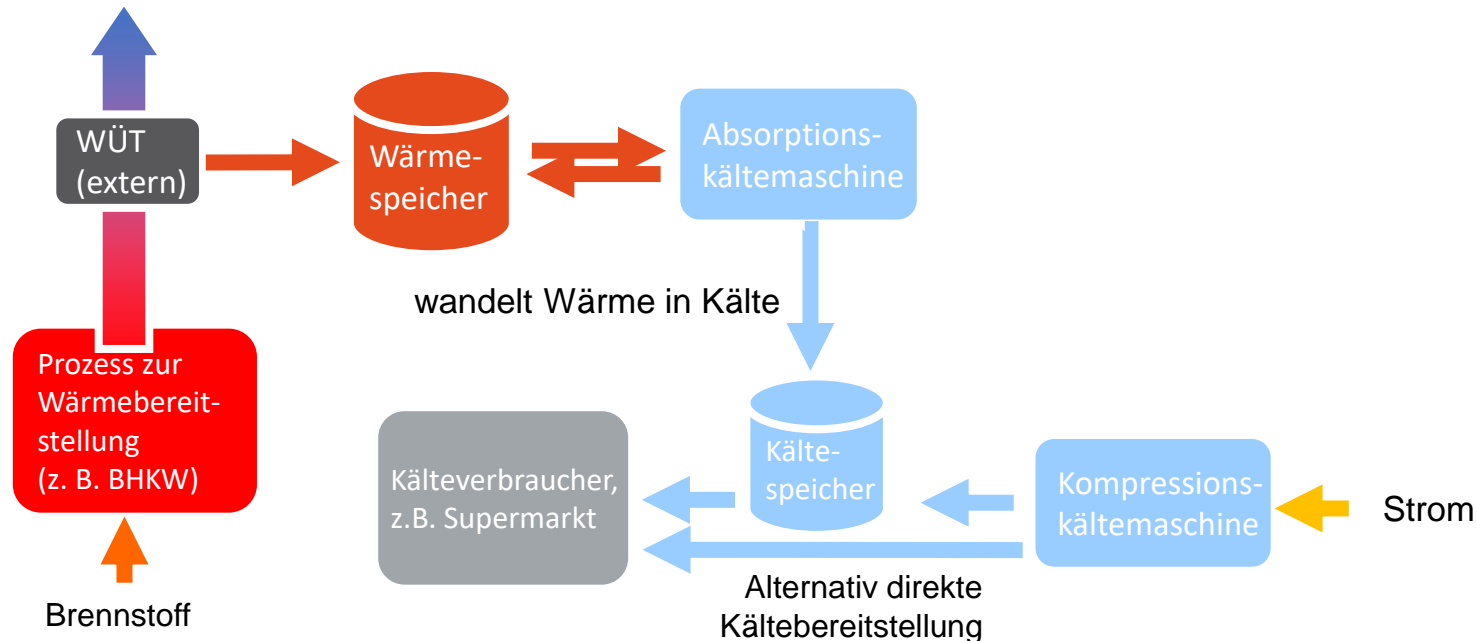
Redundantes System:

Absorptionskälte Kompressionskälte
i.V.m. Kältespeichern

Praxisbeispiel 2

Flexibilität in der Kälteversorgung

- Kältebereitstellung per Kompressionskältemaschine mit Strom. Zwischenspeicherung im Kältespeicher möglich. Dadurch ergibt sich Flexibilisierungspotenzial.
- Alternativ: Wärmenutzung durch Absorptionskältemaschine. Kältebereitstellung durch einen Brennstoff.



Praxisbeispiel 2

Flexibilität in der Kälteversorgung

- Redundante Kälteversorgung über eine Kompressions- und Absorptionskältemaschine, die eine flexible Fahrweise ermöglicht
- Kälte kann per Brennstoff oder Strom erzeugt werden. Diese Flexibilität wird vermarktet.
- Vorhandene Kältespeicher entkoppeln Bedarf und Erzeugung
- Die Vorhaltung und der Abruf von Leistung werden vergütet
- Fernsteuerung der Anlage
- Zusätzliche Kosten für die Fernsteuerung und den Anlagenbetrieb

Praxisbeispiel 3: Flexibilität in der Druckluftversorgung

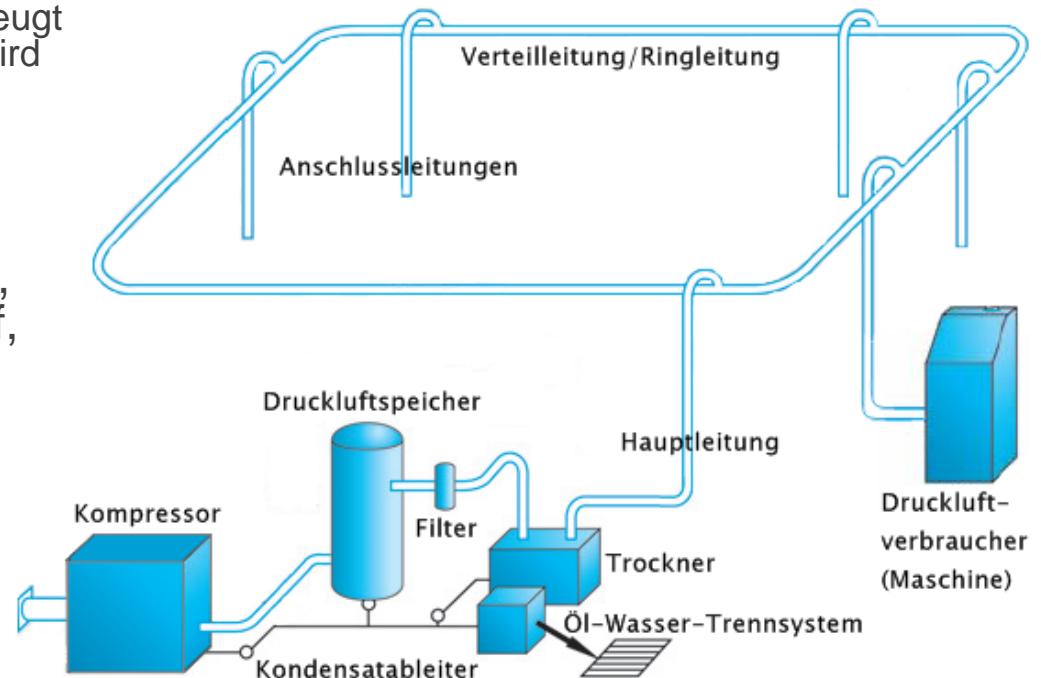


Druckluftherzeugung strombetrieben mit
Druckluftspeicherung vs. gasbetriebenen
Druckluftherzeuger

Praxisbeispiel 3

Flexibilität in der Druckluftversorgung

- Druckluftstation mit Regelmöglichkeiten, z. B. über drehzahlregelte Kompressoren oder mehreren Kompressoren in einer Kaskadenregelung
- Speicher zur Entkopplung von Bedarf und Erzeugung (keine Energievernichtung)
- Angebot positiver und negativer Flexibilität
 - Positiv: Kompressor fährt hoch und erzeugt zusätzliche Druckluft, die gespeichert wird
 - Negativ: Kompressor fährt runter bzw. einzelne Kompressoren werden ausgeschaltet und das System wird über die Speicher versorgt
- Es wird ein Grenzdruck definiert, der minimal erreicht werden darf, dann bauen die Kompressoren wieder Druck auf
- Vorrang Versorgung der Produktion



Praxisbeispiel 3

Flexibilität in der Druckluftversorgung

Flexibilisierung durch Druckluftspeicher anstelle des strombetriebenen Kompressors

- Vorteil:
 - Keine Zweite Anlage zur Bereitstellung von Druckluft benötigt

- Nachteil:
 - Geringe Speicherzeiten möglich
 - Hoher Platzbedarf für Druckluftspeicher

Tabelle der erreichbaren Speicherzeiten und damit der ersetzbaren elektrischen Leistung in Abhängigkeit des Behältervolumens und Max. Druckdifferenz im Speicher

Annahmen Ersatz bei	Verbrauch [m ³ /min]	p(max) [bar]	p(min) [bar]	V Behälter [m ³]	Ersatz el. Leistung [kW]	t _s [Min]
Normalverbrauch	40	13	8	50	>250	6,3
Kompressor A	35	13	8	50	250	7,1
Kompressor B	21	13	8	50	132	11,9
Normalverbrauch	40	13	8	100	>250	12,5
Kompressor A	35	13	8	100	250	14,3
Kompressor B	21	13	8	100	132	23,8
Kompressor B	21	9	8	100	132	4,8

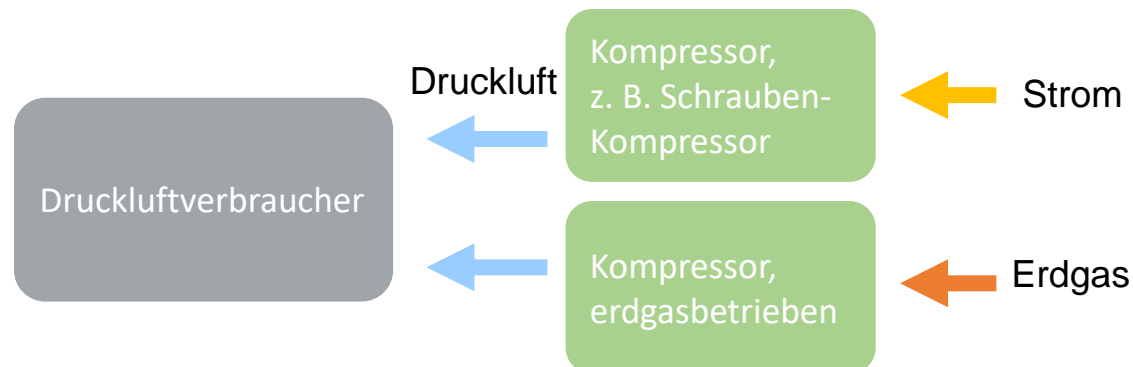
Praxisbeispiel 3

Flexibilität in der Druckluftversorgung

Flexibilisierung durch erdgasbetriebenen Kompressor anstelle des strombetriebenen Kompressors

- Vorteil:
 - Flexibilisierung der kompletten Leistung des erdgasbetriebenen Kompressors in positive und negative Richtung

- Nachteil:
 - Hohe Kosten durch zwei Druckluftherzeuger in Investition, Betrieb und Unterhalt



Projektpartner

Demand-Side-Management





Ende

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit

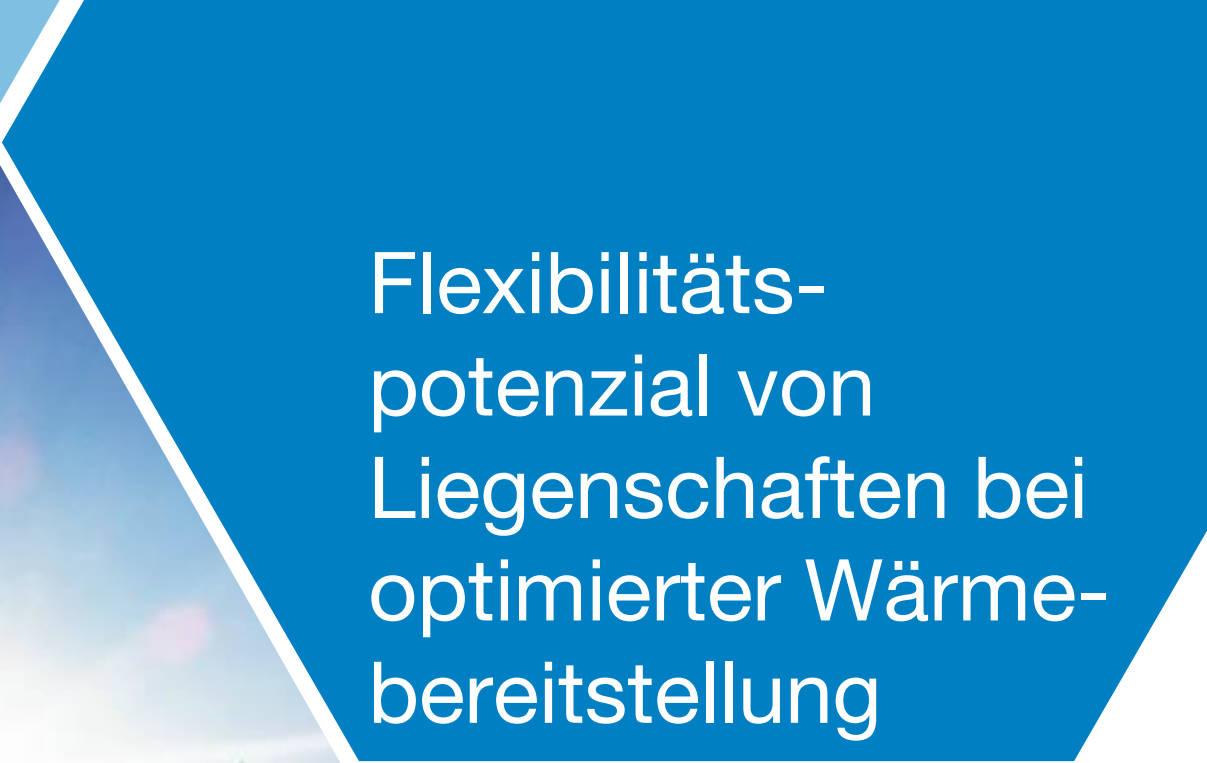
Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages





Flexibilitäts- potenzial von Liegenschaften bei optimierter Wärme- bereitstellung

Dipl.-Ing. Jan Kaiser

Dr. Ing. Michael Krause

Fraunhofer-Institut für
Windenergie und
Energiesystemtechnik IWES

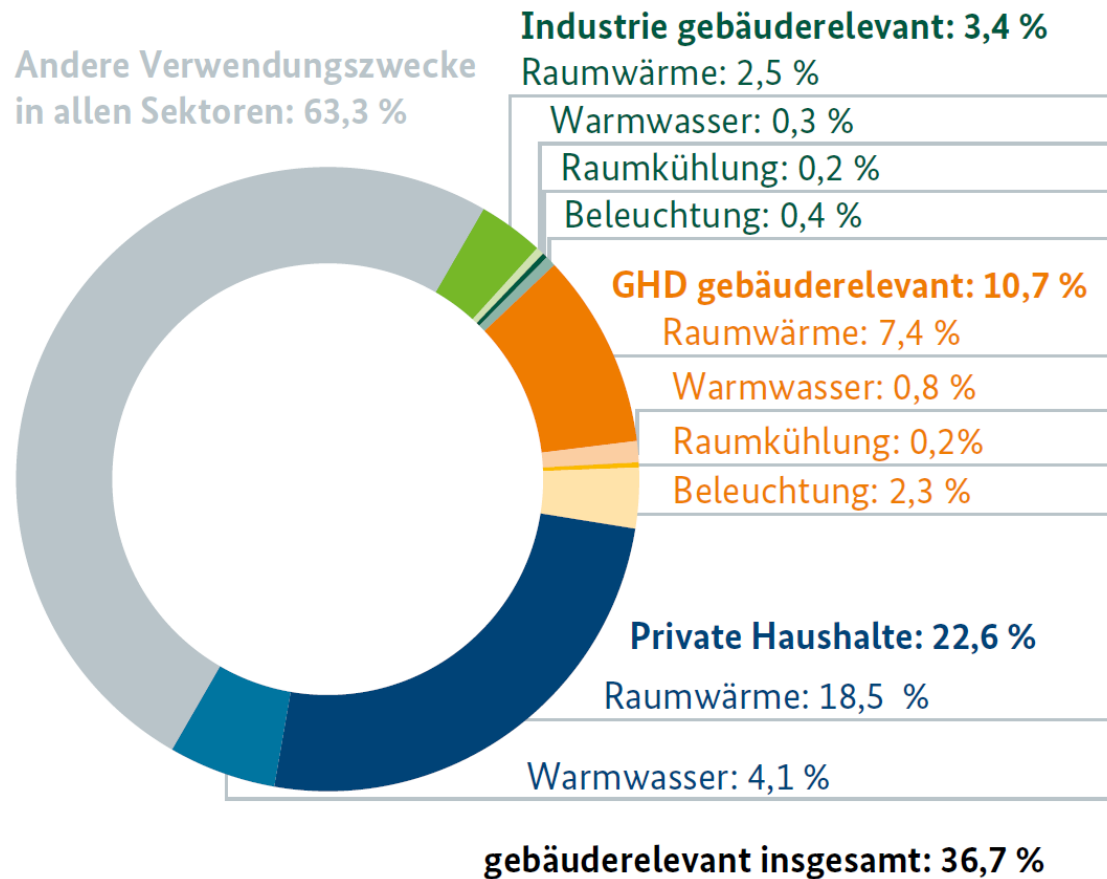
Gefördert durch:



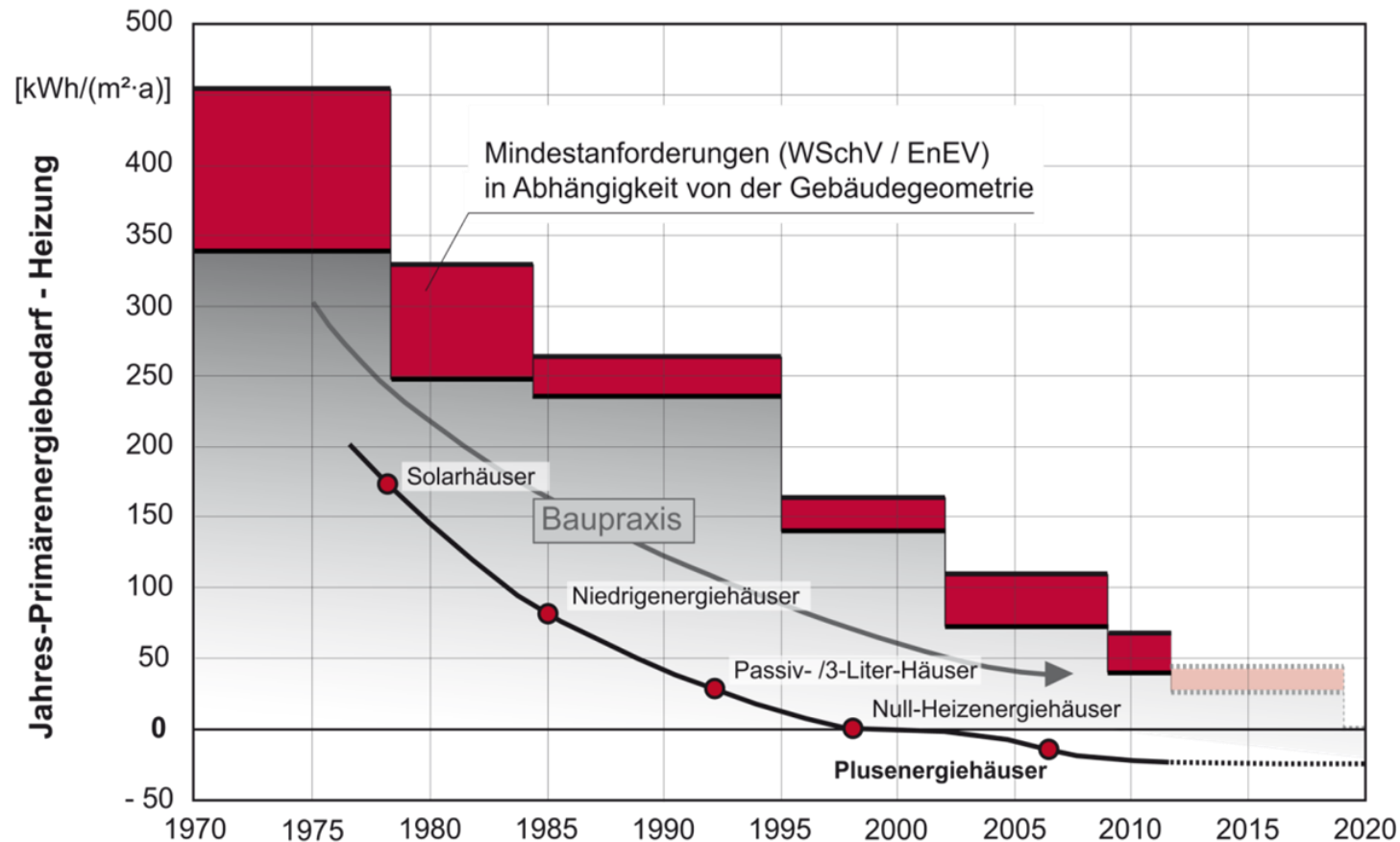
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Gebäudeanteil des deutschen Endenergieverbrauchs



Gebäudetypologie



- Aber: ca. 80% der Gebäude können als Altbau bezeichnet werden und sind für ca. 95% des Energiebedarfs verantwortlich

Klimaneutraler Gebäudebestand bis 2050

- Die Bundesregierung hat beschlossen, bis 2050 einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand zu haben; dafür ist die Verdoppelung der energetischen Sanierungsrate für Gebäude von derzeit jährlich etwa 1 % auf 2 % erforderlich.
- „Bis 2020 wollen wir eine Reduzierung des Wärmebedarfs um 20 % erreichen. Die Erreichung dieses Ziels wird in das Monitoring zum Sanierungsfahrplan einbezogen.“
- „Für 2050 streben wir eine Minderung des Primärenergiebedarfs in der Größenordnung von 80 % an.“

! Gebäudeenergiebedarf senken !

! Wärmesektor dekarbonisieren !

Wege zum klimaneutralem Gebäudebestand

- Bauliche Maßnahmen zur Bedarfssenkung
- Anlagentechnische Maßnahmen zur Effizienzsteigerung
- Substitution fossiler Energieträger für Heizzwecke durch erneuerbare Energie (Biomasse, therm. Solarenergie, Photovoltaik, Nutzung von KWK)

Problem:

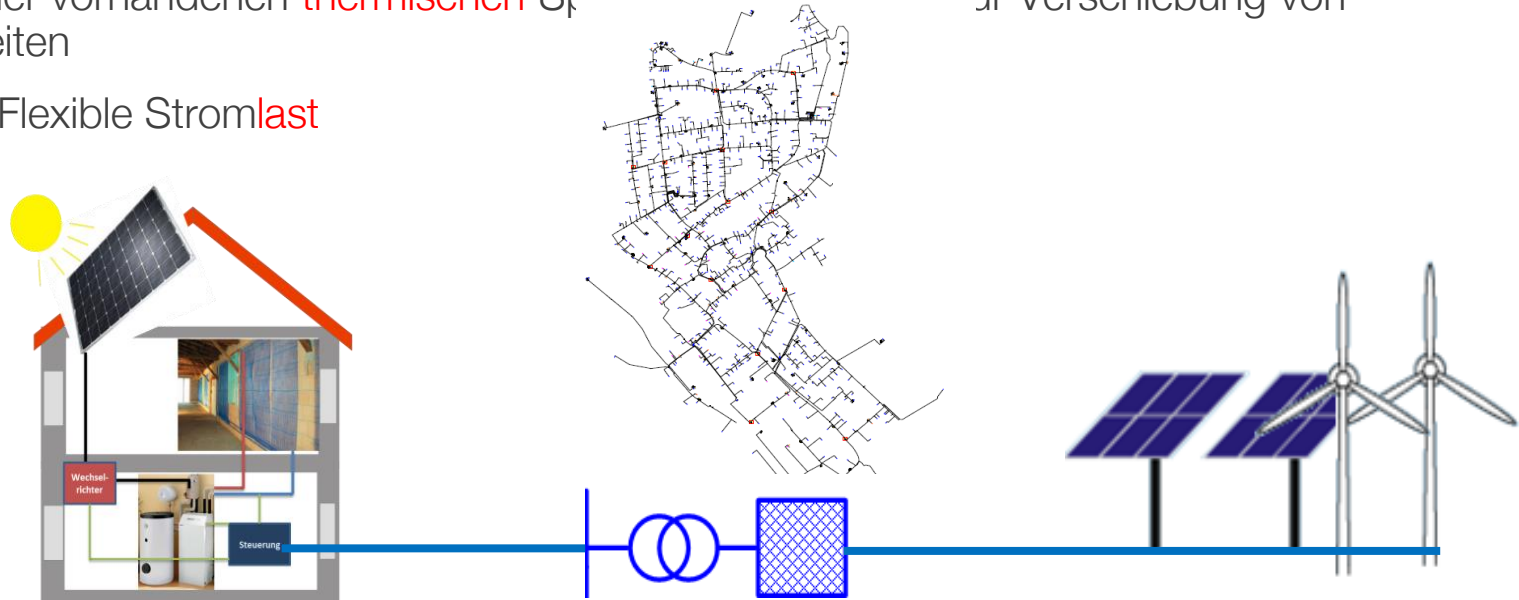
- Verfügbarkeit (Biomasse)
- Asynchrones Angebot erneuerbarer Energie zur Bedarfsdeckung (therm. Solarenergie, Photovoltaik)
 - Zunehmende Verfügbarkeit von EE im Stromsektor nutzen

→ Wärmesektor mit Stromsektor koppeln

2 Teilprojekte

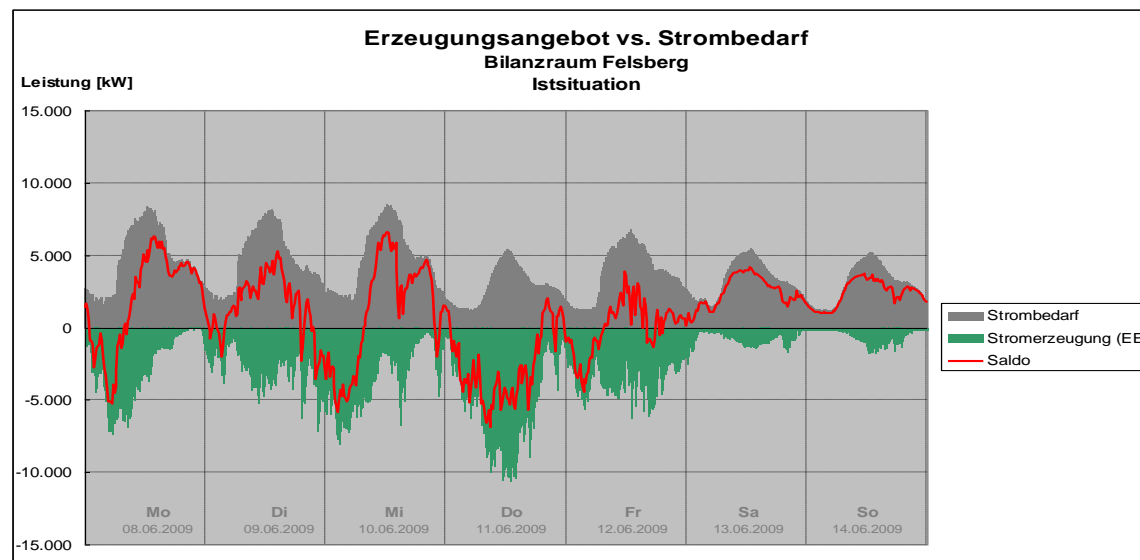
- Einsatz hochflexibler, stromgeführter und für die Teilnahme am Flexibilitätsmarkt tauglicher BHKW
 - Flexible Stromerzeugung

- Erprobung des Beitrages von Wärmepumpen zur Systemsicherheit auf der Niederspannungsebene
 - Nutzung der vorhandenen **thermischen** Speicher im Gebäude zur Verschiebung von Betriebszeiten
 - Flexible Stromlast



Projektziele

- Entwicklung von Betriebs- und Regelungsalgorithmen zur optimalen Betriebsführung von BHKW und WP beim (Teil-)Schwenk von wärmegeführten zu stromgeführten Fahrweisen
- Theoretische und praktische Bewertung des Flexibilisierungspotentials des Wärmeabsatzes zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit von Strom- und Wärmebereitstellung
- Erprobung der technischen Machbarkeit im Feldtest
- Untersuchung der Auswirkungen auf die lokale Residuallast



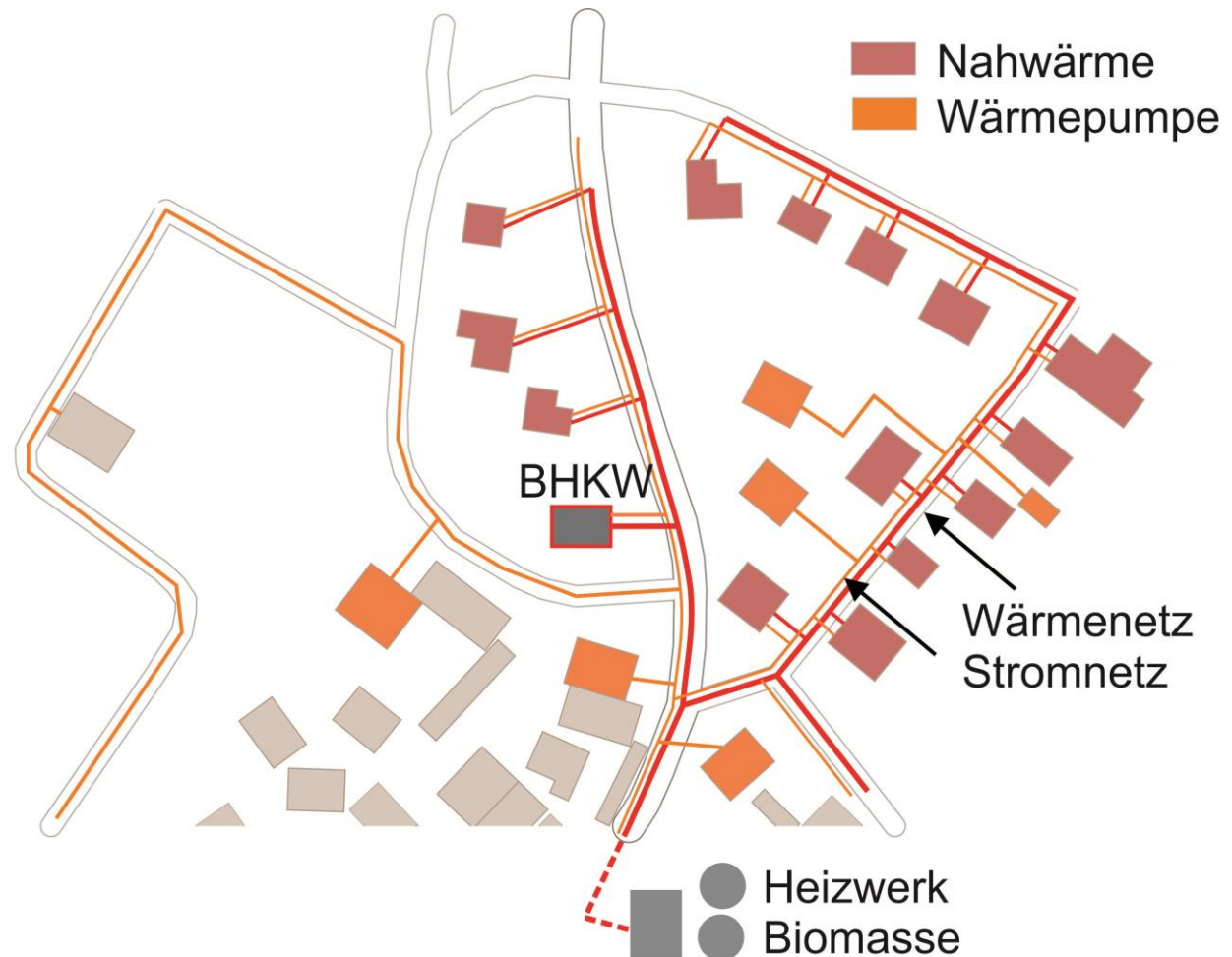
Betrachtung eines Netzgebietes der EAM

- Einsatz eines BHKW (Biometh)
 - Stromnetzdienlicher Betrieb

- Aufbau eines Nahwärmenetze

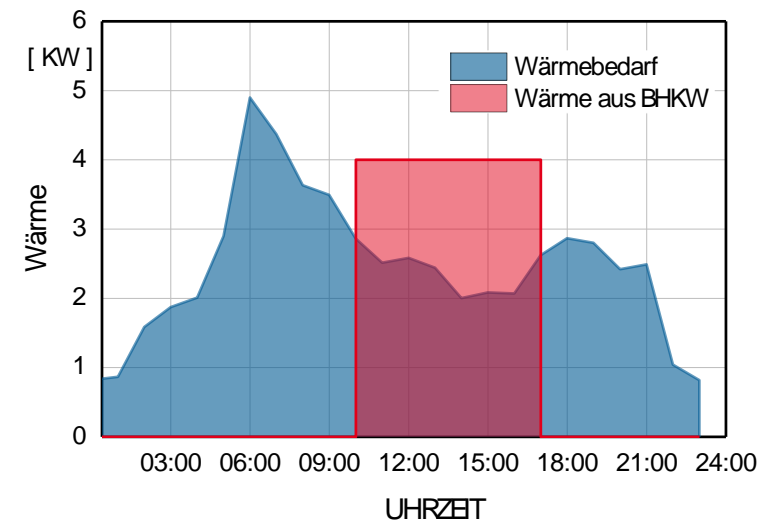
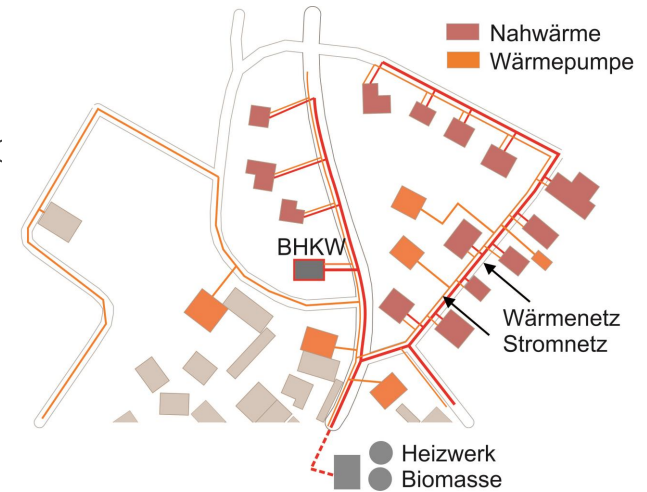
- Einsatz von dez. Wärmepump

 - Stromnetzdienlicher Betrieb



Herausforderungen

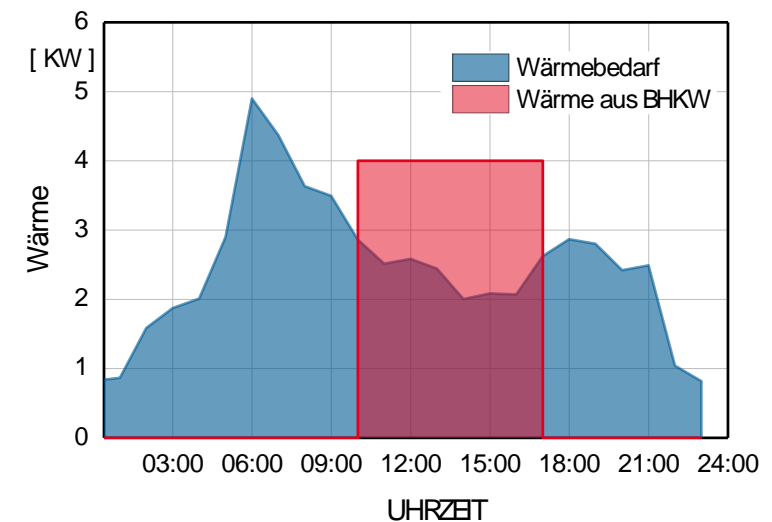
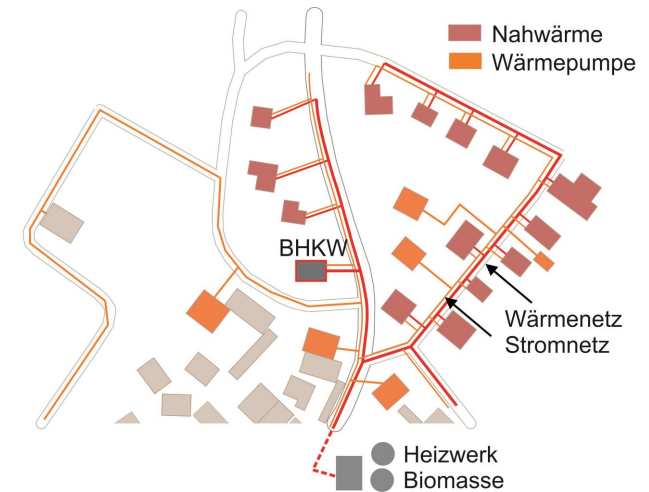
- Wärmebedarf in Gebäuden an Wärme-lieferung aus BHKW anp
- Wärmebedarf vorhersagen (Abstimmung auf Fahrplan BHKW)
- Betrieb von Wärmepumpen auf Netzdienlichkeit abstimmen
- Wärmebedarf zeitlich verschieben
- Raumkomfort nicht verschlechtern
- Trinkwarmwasserkomfort beibehalten
- Akzeptanz bei Nutzer / Kunde sichern



Lösungsansätze

- Nutzung von gebäudeseitigen Wärmespeichern
 - Trinkwarmwasser
 - Heizungspuffer
 - Gebäudestruktur
- Lastmanagement der Wärmeflüsse durch Versorger
 - Zugriff auf Speicherbeladung
 - Externe Schaltung von Wärmepumpen
- Direkte Nutzerinformation über Lastflüsse
- Anpassung der Tarifstruktur

**Genaue Kenntnis der individuellen Wärmebedarfe
notwendig**



Nutzung von Standardlastprofilen (Wärme)

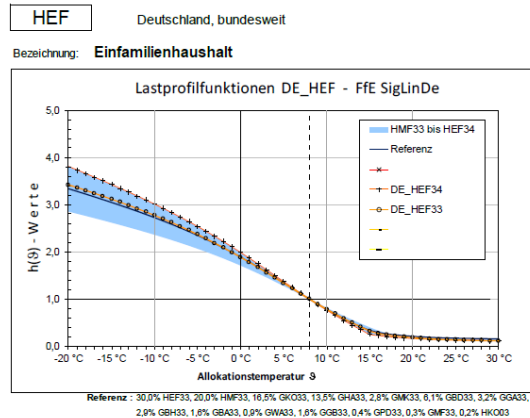
- Simulation des Wärmebedarfes für jedes Gebäude zu aufwendig
- Starke Unschärfe durch Nutzerverhalten, Anwesenheit, Teilbeheizung

Näherung an den tatsächlichen Bedarf über sog. Standardlastprofile (SLP)

- Standardlastprofile (BDEW) -> SLP oder temperaturabhängige Lastprofile (TLP); BDEW-Standardlastprofile Gas
- VDEW-Standard-Lastprofile
- Referenzlastprofile von Ein- und Mehrfamilienhäusern für den Einsatz von KWK-Anlagen (VDI 4655)
- IEA Annex 42 Lastkurven
- Lastprofilgeneratoren; NREL, Stokes, Jordan, IEA, Walker/Pokowski, Metz, Fischer

Vorgehensweise

- Erhebung über beliebigen Zeitraum gemessener Wärmeverbrauch (z.B. Gas)
- Ermittlung des spezifischen Verbrauchswertes für Kunden
- Überführung des spezifischen Wertes in allgemeingültiges, nutzungsspezifisches und temperaturabhängiges Lastprofil



Profilkoeffizienten FfE SigLinDe

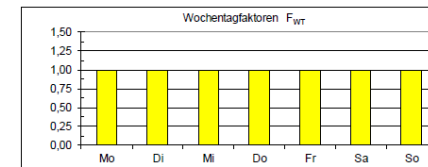
Bezeichnung	Ausprägung	Code	A	B	C	D	ϑ_0	m_H	b_H	m_W	b_W	$h(8^\circ\text{C})$ ($F_{WT} = 1$)	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
DE_HEF34	+	1D4	1,3819663	-37,4124155	6,1723179	0,0396284	40,0	-0,0672159	1,1167138	-0,0019982	0,1355070	1,00000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
DE_HEF33	o	1D3	1,6209544	-37,1833141	5,6727847	0,0716431	40,0	-0,0495700	0,8401015	-0,0022090	0,1074468	1,00000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

H-SLP

FfE SigLinDe

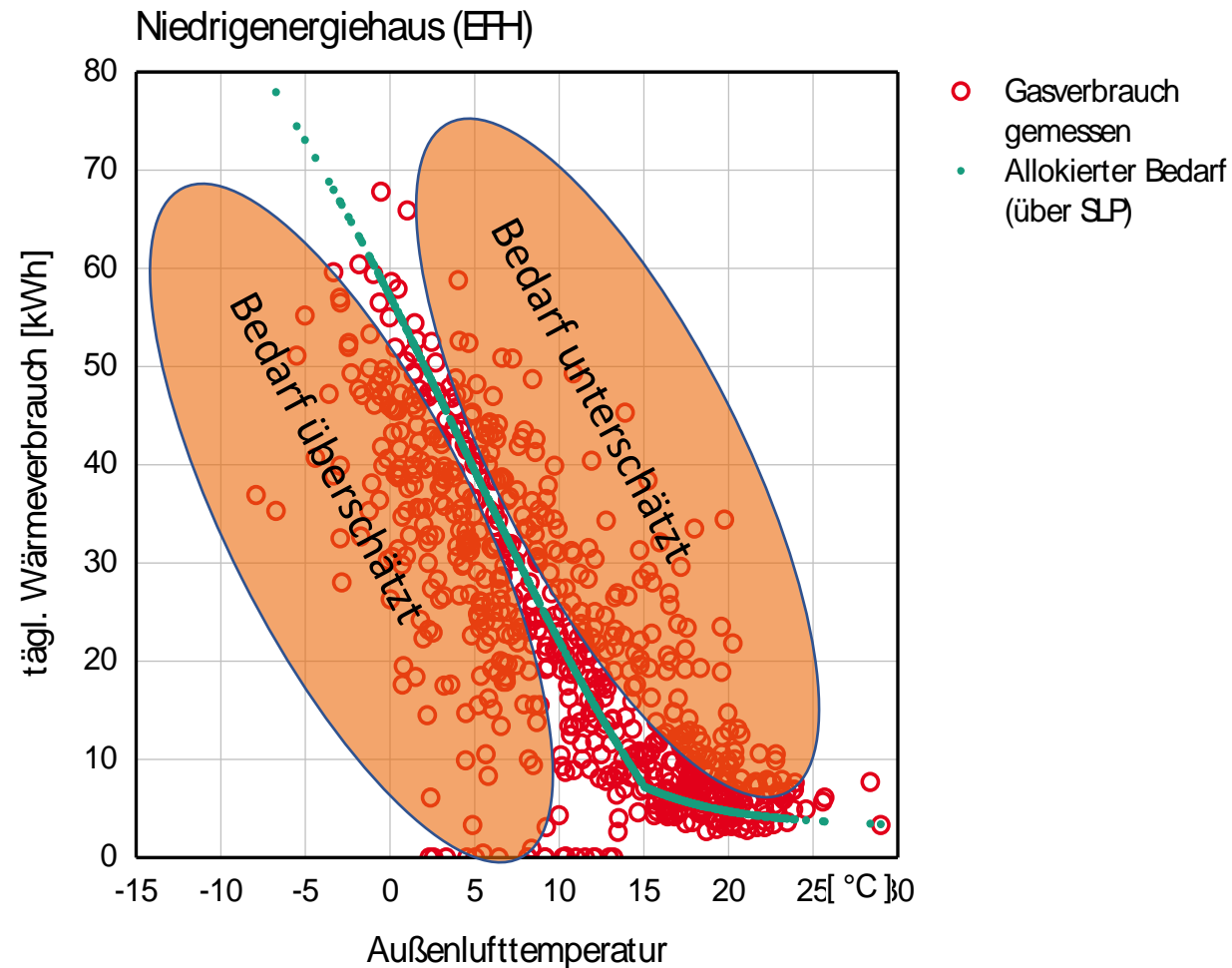
$$Q_{\text{Allokation}} = KW \cdot h(\vartheta) \cdot F_{WT} \quad KW = \text{Kundenwert}$$

$$h(\vartheta) = \left[\frac{A}{1 + \left(\frac{B}{\vartheta - \vartheta_0} \right)^C} + D \right] + \left[\max \left\{ \begin{array}{l} m_H \cdot \vartheta + b_H \\ m_W \cdot \vartheta + b_W \end{array} \right\} \right]$$



Wochentagfaktoren F_{WT}

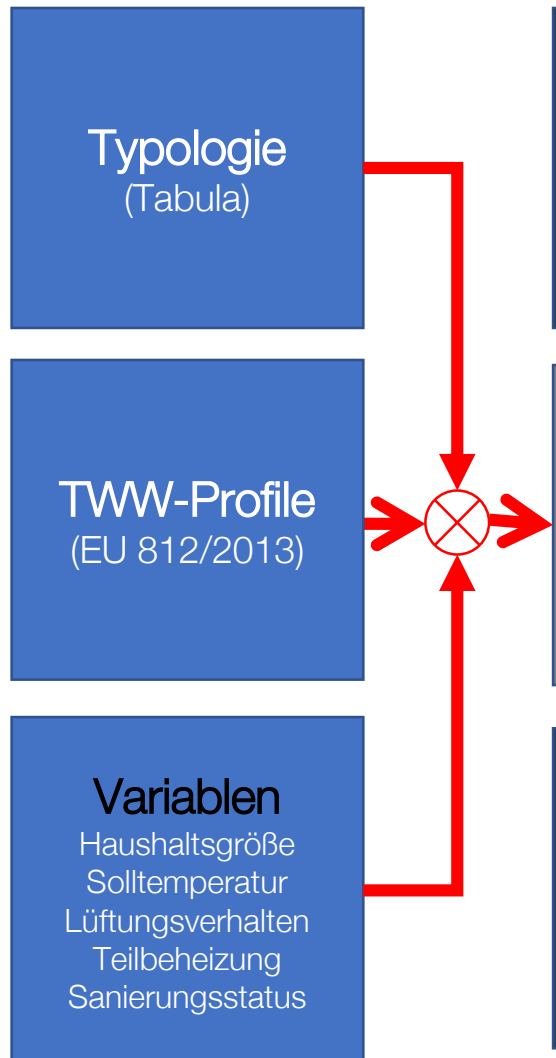
Vergleich von realen Wärmeverbräuchen und berechneten Werten über Standardlastprofil

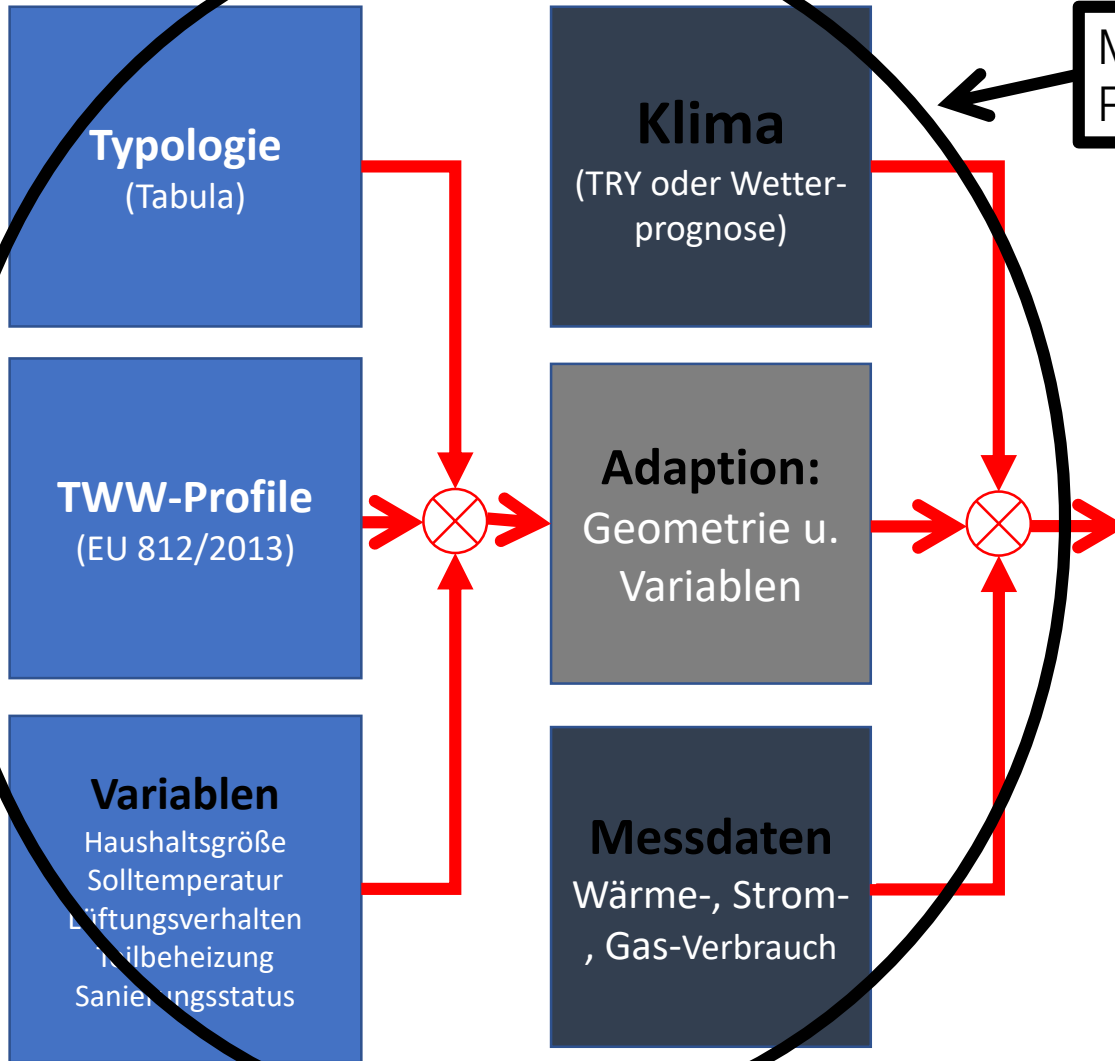


Eigener Ansatz

- Fokussierung auf Wärmelast (Heizung und Trinkwarmwasser)
- Nutzung **Gebäudetypologie** zur Lastermittlung (Tabula)
- Stundenscharfe Adaption Rechenverfahren nach DIN V 18599
- Vereinfachte Stundenbilanz der Nutzenergien unter Berücksichtigung von **Temperatur, Strahlung, variabler Personenbelegung, variabler Trinkwarmwasserbedarf**
- Einbindung TRY – DWD (Raster)
- → Bessere Prognose, sowie große **Anpassungsfähigkeit** (Gebäudestandard, Sanierungsszenarien, Bewohneränderung -> Verhalten implementierbar)

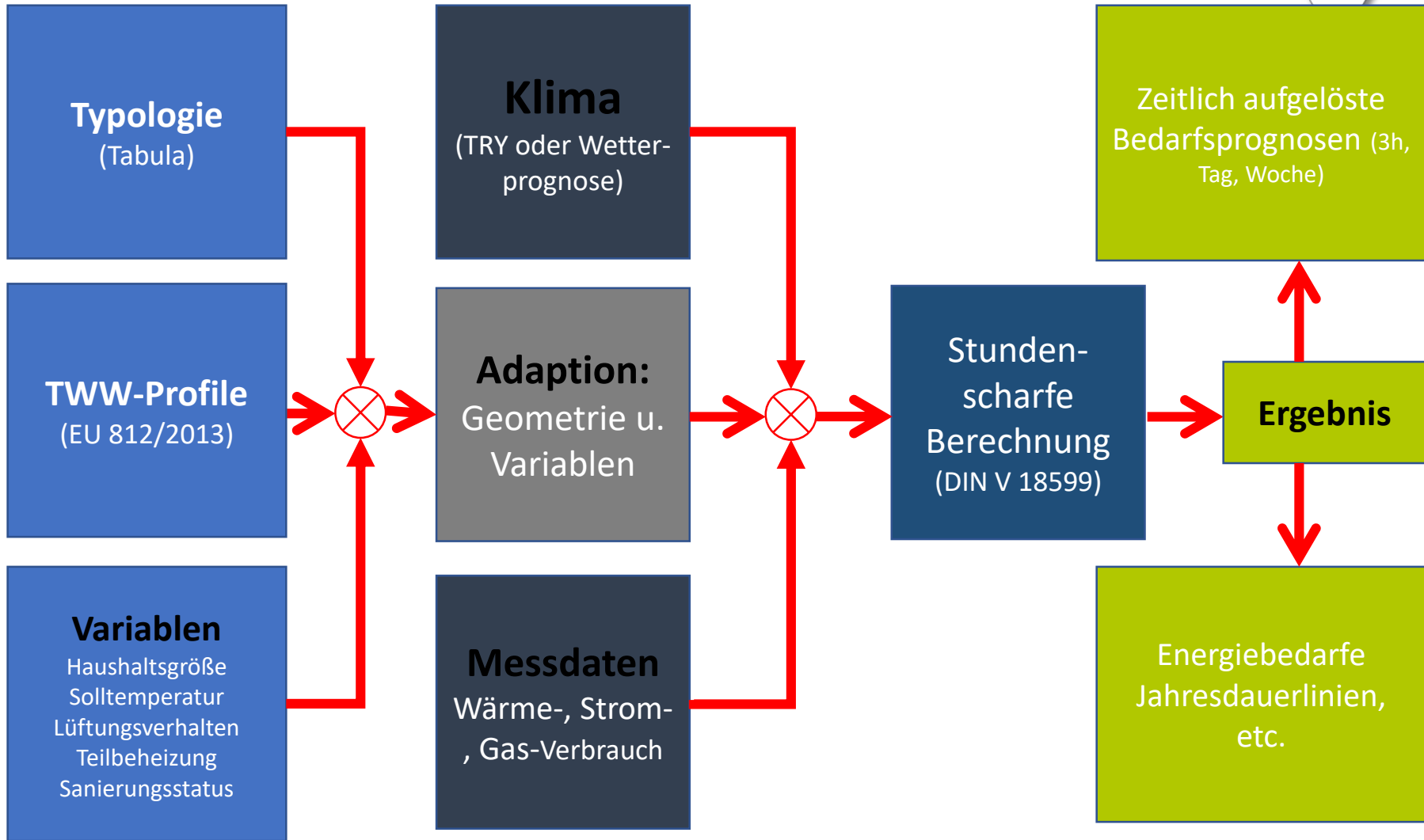
Methodik





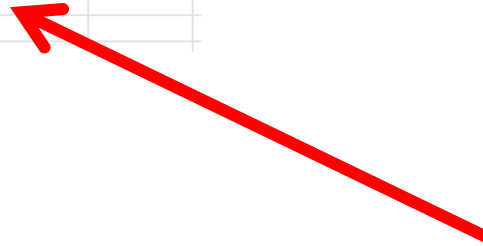
Möglichkeit der Parameteridentifikation

Methodik



Beispiel

DE.N.SFH.01.Gen.ReEx.001.001	(Haustyp)	Q-XL	VW_Profil			
Konstruktion	Fläche	U	g	fx	Ht [W/K]	
Wall_1	169,8	2	1	1	339,6	
Wall_2	0	2	1	1	0	
Wall_3	0	2	1	1	0	
Roof_1	134,2	2,6	1	1	348,92	
Fenster-Süd	9,6	2,8	0,75	1	26,88	
Fenster-Ost	7,9	2,8	0,75	1	22,12	
Fenster-Nord	3,3	2,8	0,75	1	9,24	
Fenster-West	7,9	2,8	0,75	1	22,12	
Floor_1	0	2,9	1	1	0	
Floor_2	85,5	2,9	1	1	247,95	
Door_1	2	3				
Fensterflächenanteil	0,75				1016,83	
Jahresstromverbrauch (Rechnung)	1.250,00	kWh/a				
HT	941,2	W/K				



Daten aus der
Gebäudetypologie

Beispiel



DE.N.SFH.01.Gen.ReEx.001.001	(Haustyp)	Q-XL	VW_Profil)		
Konstruktion	Fläche	U	g	fx	Ht [W/K]
Wall_1	169,8	2	1	1	339,6
Wall_2	0	2	1	1	0
Wall_3	0	2	1	1	0
Roof_1	134,2	2,6	1	1	348,92
Fenster-Süd	9,6	2,8	0,75	1	26,88
Fenster-Ost	7,9	2,8	0,75	1	22,12
Fenster-Nord	3,3	2,8	0,75	1	9,24
Fenster-West	7,9	2,8	0,75	1	22,12
Floor_1	0	2,9	1	1	0
Floor_2	85,5	2,9	1	1	247,95
Door_1	2	3			
Fensterflächenanteil	0,75				1016,83
Jahresstromverbrauch (Rechnung)	1.250,00	kWh/a			
HT	941,2	W/K			
Heizgrenztemperatur Typologie	12,0				
Nettovolumen	547,25	m ³			
A-Netto (beheizt)	218,9	m²			
Teilbeheizungsfaktor	0,8				
Nutzungsfaktor (eta-gains)	0,94				
Max-Heizleistung Heizbetrieb	27,3	KW			
n-Fenster	0,4	1/h			
n-inf	0,2	1/h			
Soll-Innen	20	°C			
Grenztemp	12	°C			
Heizperiode-Beginn	243	n	4	Pers	
Heizperiode-Ende	120	n	218	m ²	
Haushaltsgröße	4	Personen	0,018348624	Pers/m ²	
Wärme/Person	120	W	Stundenbasis	Typologie	
Q_HT_Tr	61.712	kWh/a	282	275	
Q_HT_Ve	7.643	kWh/a	35	33	
Q_sol	2.962	kWh/a	14	10	
Q_int	5.005	kWh/a	23	16	
Q_H_nd_tot	61.866	kWh/a	61.866	61.852	
Q_H_nd	283	kWh/m ² a	283	283	
Q-TWW	6.961	kWh/a			
Anteil TWW	10%		Abweichung	-0,02%	

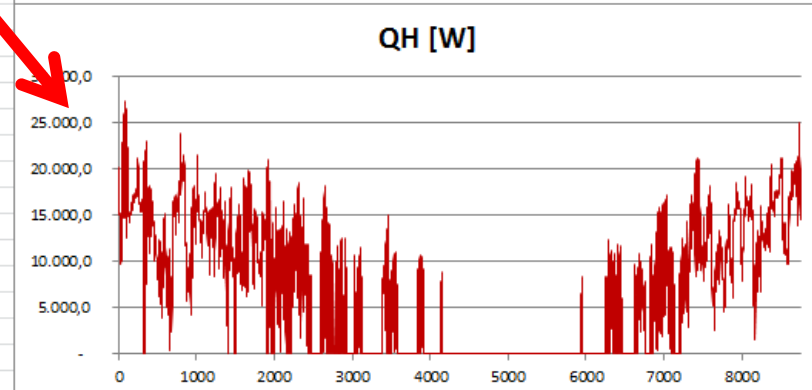
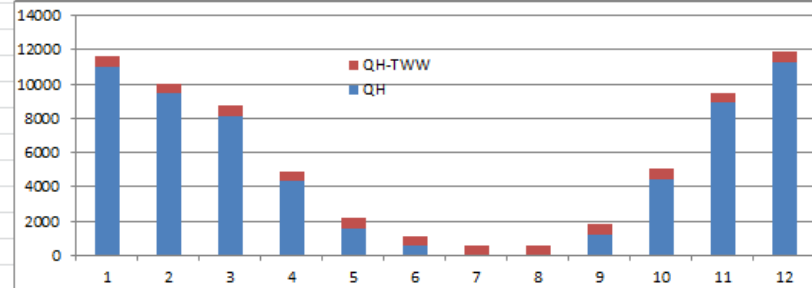
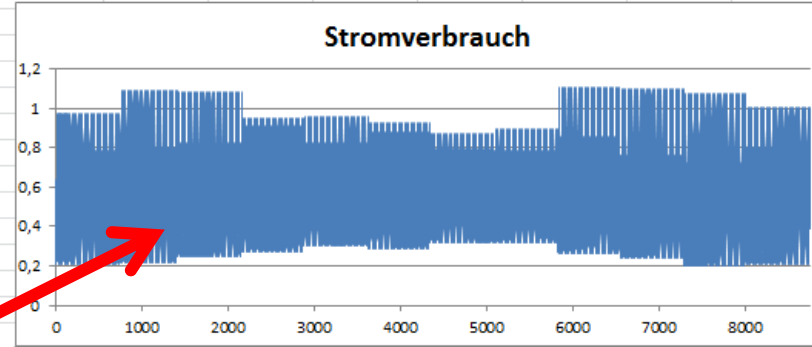
Individuell anpassbare Grundfläche

Einstellbare lokale Nutzungsrandbedingungen

Beispiel

DE.N.SFH.01.Gen.ReEx.001.001	(Haustyp)	Q-XL	VW_Profil		
Konstruktion	Fläche	U	g	fx	Ht [W/K]
Wall_1	169,8	2	1	1	339,6
Wall_2	0	2	1	1	0
Wall_3	0	2	1	1	0
Roof_1	134,2	2,6	1	1	348,92
Fenster-Süd	9,6	2,8	0,75	1	26,88
Fenster-Ost	7,9	2,8	0,75	1	22,12
Fenster-Nord	3,3	2,8	0,75	1	9,24
Fenster-West	7,9	2,8	0,75	1	22,12
Floor_1	0	2,9	1	1	0
Floor_2	85,5	2,9	1	1	247,95
Door_1	2	3			
Fensterflächenanteil	0,75				1226,83
Jahresstromverbrauch (Rechnung)	1.250,00	kWh/a			
HT					
Heizgr					
Netto					
A-Nett					
Teilbeheizungsfaktor	0,8				
Nutzungsfaktor (eta-gains)	0,94				
Max-Heizleistung Heizbetrieb	27,3	KW			
n-Fenster	0,4	1/h			
n-inf	0,2	1/h			
Soll-Innen	20	°C			
Grenztemp	12	°C	Standardwerte	Personen	
Heizperiode-Beginn	243	n		4	Pers
Heizperiode-Ende	120	n		218	m ²
Haushaltsgröße	4	Personen	0,018348624		Pers/m ²
Wärme/Person	120	W	Stundenbasis	Typologie	
Q_HT_Tr	61.712	kWh/a	282	275	
Q_HT_Ve	7.643	kWh/a	35	33	
Q_sol	2.962	kWh/a	14	10	
Q_int	5.005	kWh/a	23	16	
Q_H_nd_tot	61.866	kWh/a	61.866	61.852	
Q_H_nd	283	kWh/m ² a	283	283	
Q-TWW	6.961	kWh/a			
Anteil TWW	10%		Abweichung	-0,02%	

Zeitlich aufgelöste Wärme- und Stromlastgänge



Zusammenfassung

- Flexibler (stromgeführter) Betrieb von BHKW und Wärmepumpen möglich
- Optimierte Ausnutzung der Wärmebereitstellung und Wärmenutzung entscheidet mit über Wirtschaftlichkeit
- Standardlastprofile helfen, Wärmebedarfe bzw. Wärmeverschiebungspotentiale zu ermitteln
- Anpassung an lokale Gegebenheiten auf der Wärmeseite zwingend
- Vereinfachte Berechnungen in Anlehnung an die DIN V 18599 bieten gute Möglichkeit zur Bedarfsprognose
- Einsatzplanung von BHKW und WP kann auf Wärmebedarfsprognosen optimiert werden
- Smart Meter-Anwendungen für thermische Datenerfassung



Ende

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

