

WIN₄climate

Wärmewende in der Industrie

Abwärme im Kontext der Energiewende



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE



Hochschule Karlsruhe
Technik und Wirtschaft
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Institut für Ressourceneffizienz
und Energiestrategien

Gefördert durch:



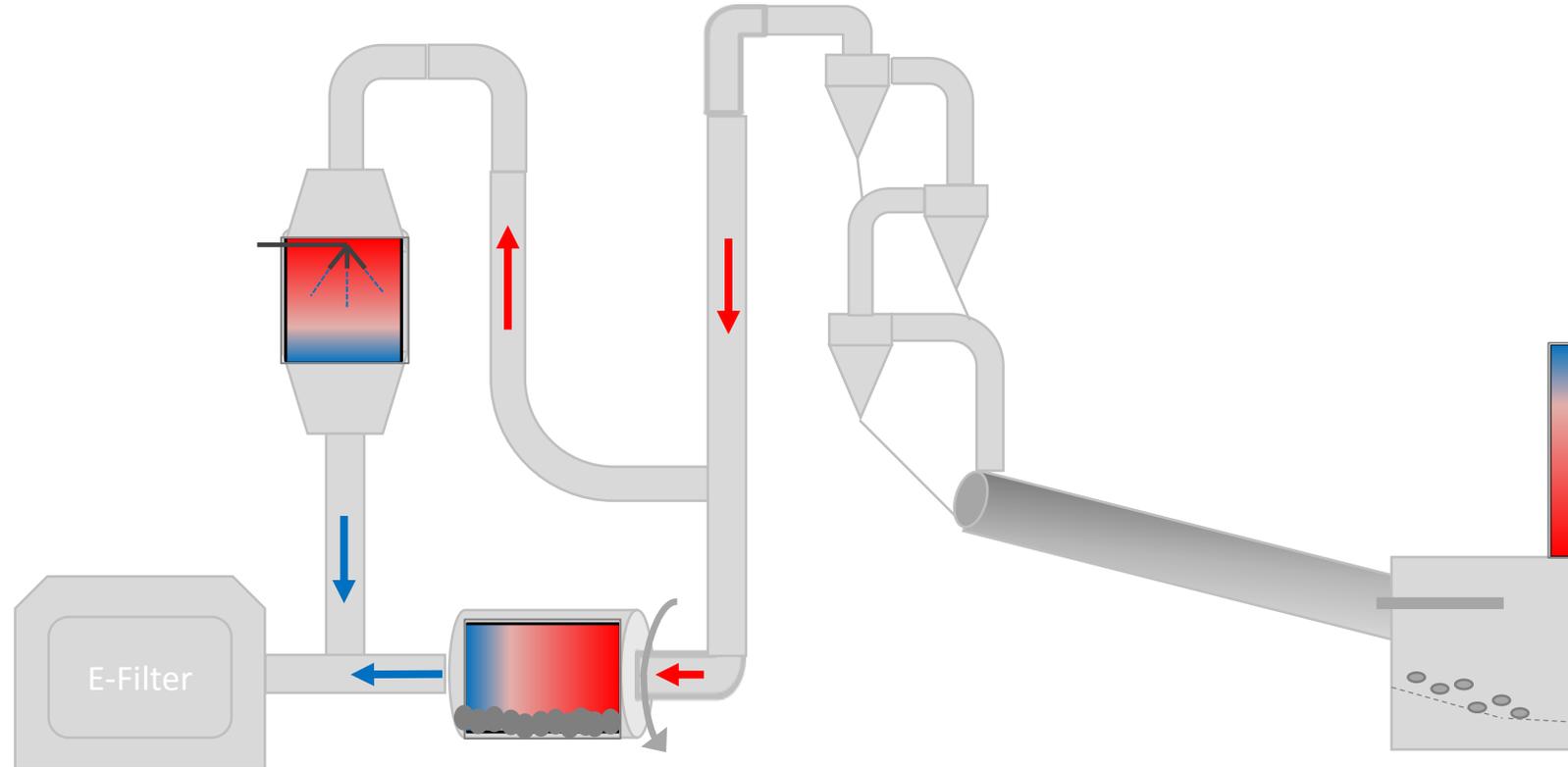
Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

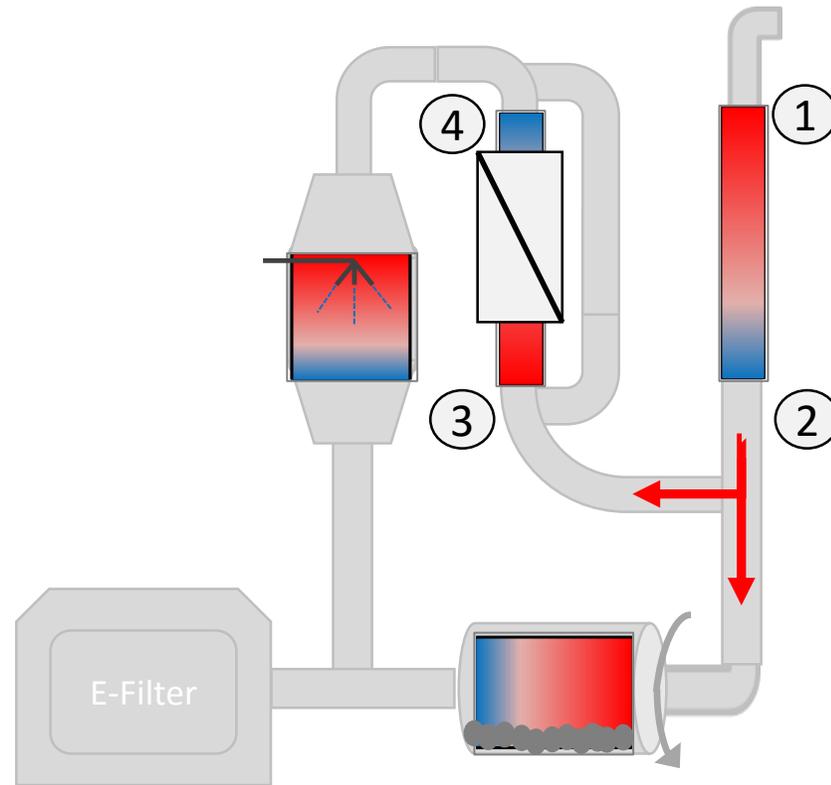
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

Aktuelle Projekte Abwärmenutzung Zementwerk





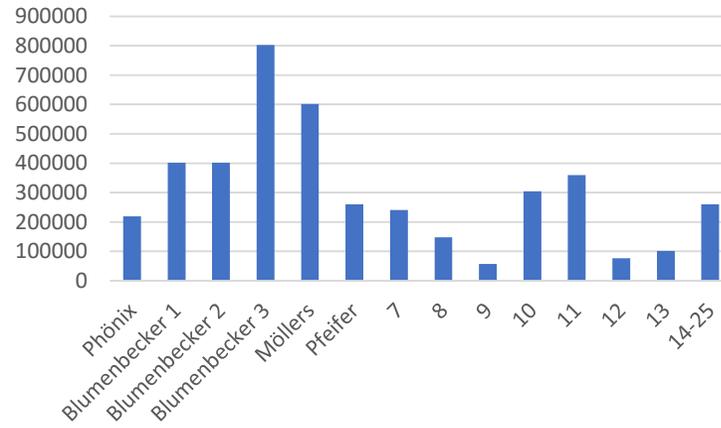
VB ③ → ④

Massenstrom	Spez. Wärme	Temperatur	Q
kg/s	KJ/(kg*K)	°C	kW
10.81	1.14	380	4682.89
10.81	1.086	150	1760.95
			2921.94

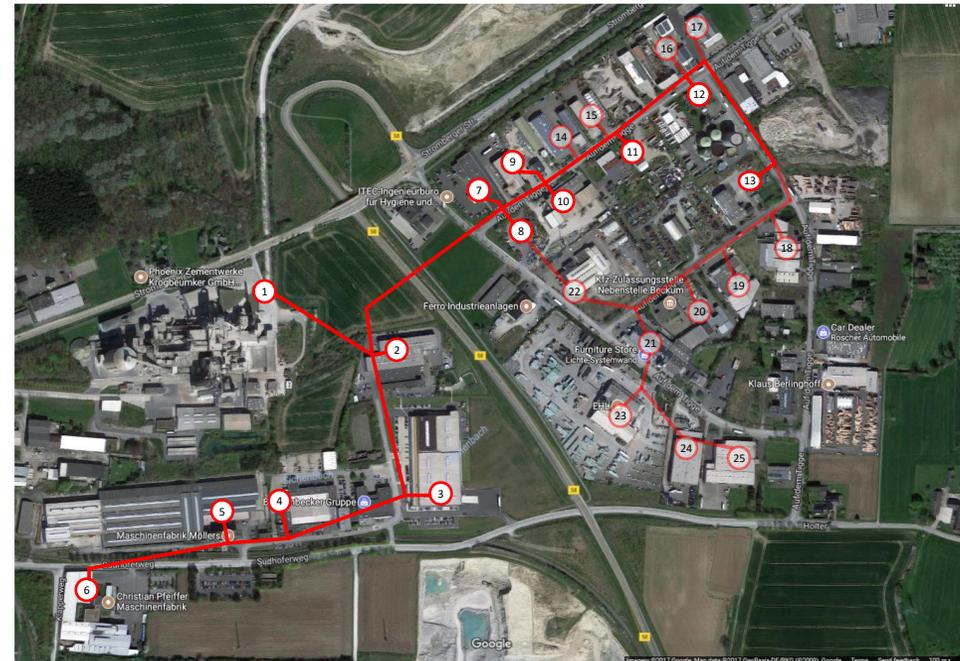
VB ① → ②

Massenstrom	Spez. Wärme	Temperatur	Q
kg/s	KJ/(kg*K)	°C	kW
29.74	1.161	380	13120.69
29.74	1.14	287.536	9748.51
			3372.19

Gebäudewärmebedarf der betrachteten Unternehmen¹
[kWh/a]



- Mikro-Verbund: Knoten 1-6
- Kleiner Verbund: Knoten 1-13
- Großer Verbund: Knoten 1-25



¹Daten durch Unternehmen bereitgestellt. 14-25 beruhen auf einer konservativen Schätzung des Gebäudewärmebedarfs

Aktuelle Projekte

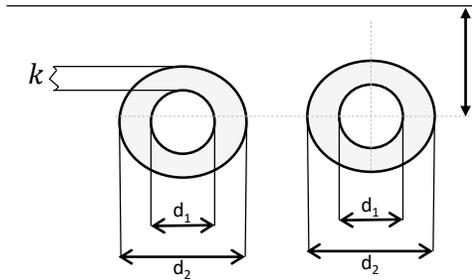
Methodik zur Identifikation des optimalen Designs

Beschreibung des Netzwerks als Graph $G = (N, L)$ mit $n \in N$ Unternehmen und $l \in L$ Leitungen über die Wärme ausgetauscht werden kann. Y stellt die Konnektivitätsmatrix dar.

$$Y = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Spezifikation der Netzwerkparameter:

- Mögliche Rohrleitungsdurchmesser (DN20-DN250)
- Mögliche Verbindungen zwischen den Parametern
- Wärmeverlustkoeffizienten

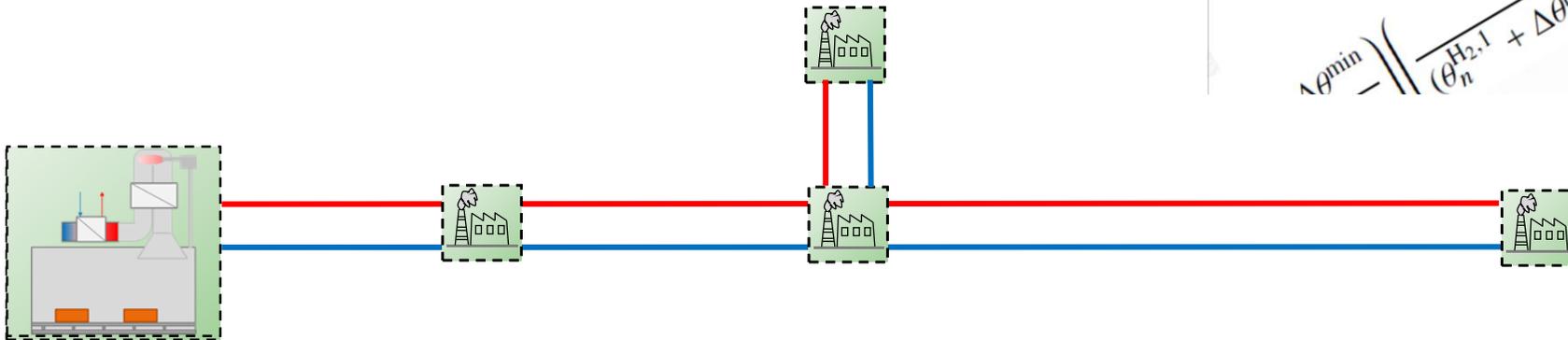


Aufstellen der mathematischen Beschreibung des Modells als Gemischt-Ganzzahliges-Optimierungsproblem

- Zielfunktion
- Nebenbedingungen
 - Energiebilanzen
 - Kapazitätsgrenzen
 - Teillastverhalten

$$C^{op} = \sum_i W_i^{net} c^{el} w_i + \sum_{i,k,l} F_{i,k,l}^{chp} + \sum_{i,l} Q_{i,l}^{ADP}$$

$$\theta_j^{H_{1,2}} - \Delta\theta^{min} \leq \frac{\theta_n^{H_{2,1}} + \Delta\theta^{min}}{(\theta_n^{H_{2,1}} + \Delta\theta^{min}) - \theta_j^{H_{1,2}}}$$



Unternehmensbeschreibung:

Das mittelständische Unternehmen Strähle-Galvanik GmbH in Zaisenhausen hat 45 Mitarbeiter und zeichnet sich durch den Klimaschutz-aktiven Geschäftsführer Sven Reimold aus.

Unternehmenstätigkeit:

Galvanisches Verzinken und Verchromen von Metall sowie Oberflächenveredlung und Wärmebehandlung

Mögliches Projektziel

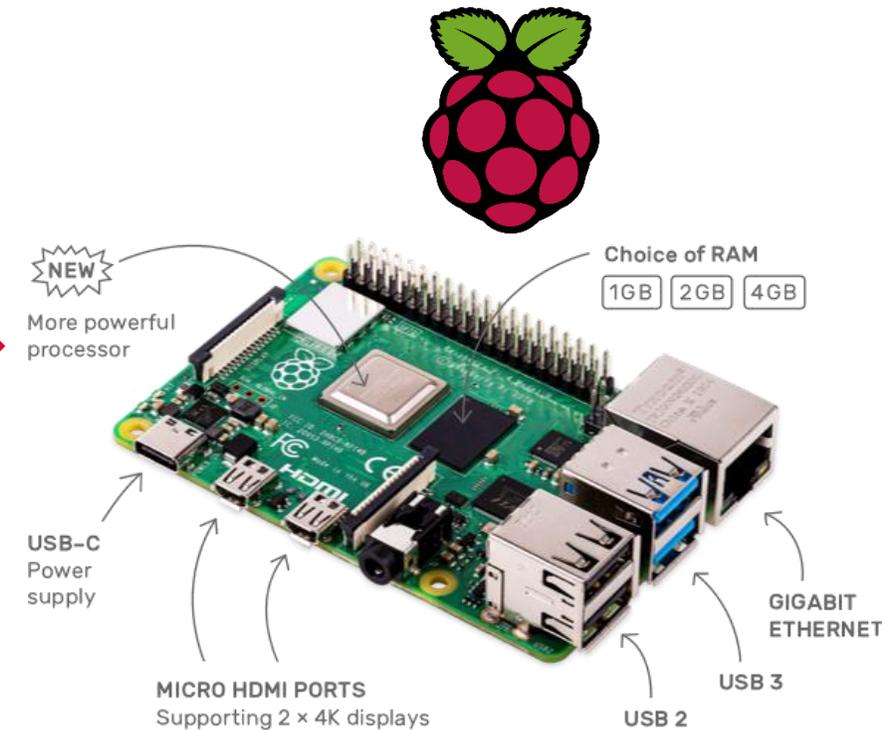
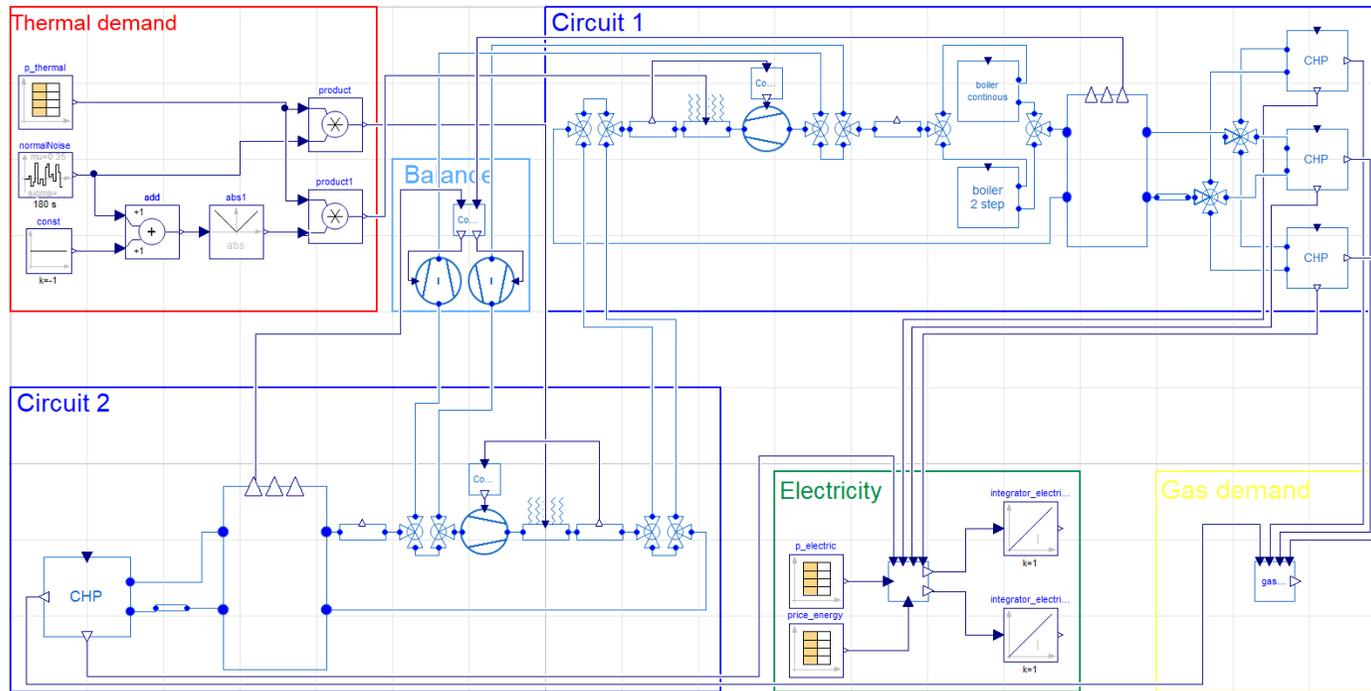
Optimierte Regelung der BHKWs und thermischen Speicher des Unternehmens unter Berücksichtigung aktueller und zukünftiger Spotmarkt-Preise.



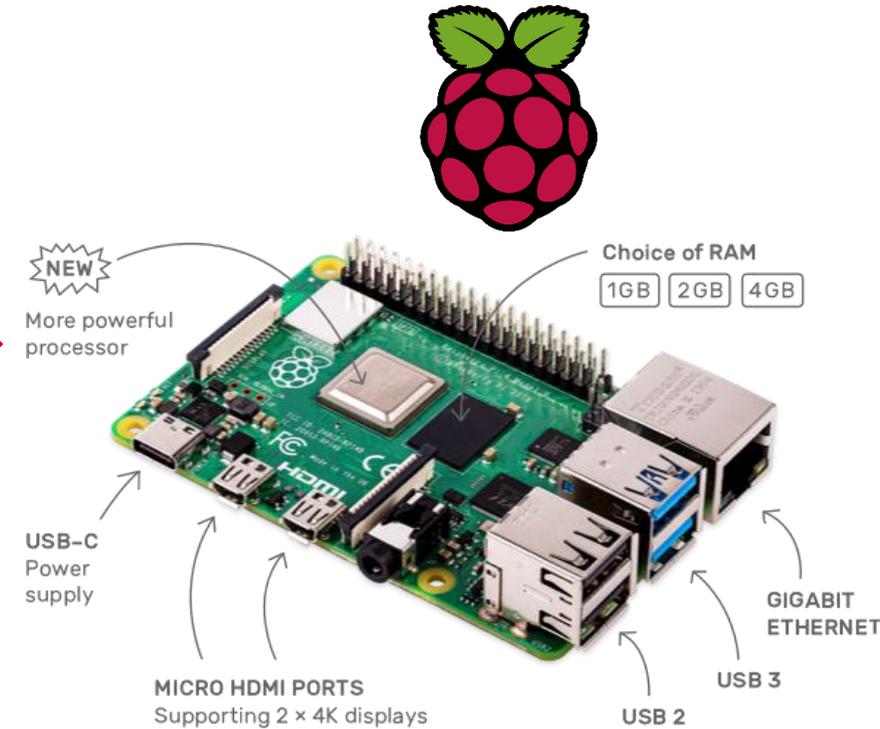
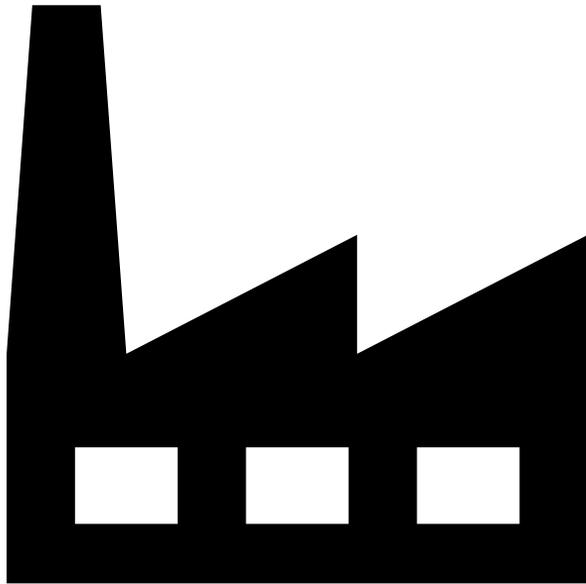
Geschäftsführer
Sven Reimold

Aktuelle Projekte

Strähle Galvanik – Entwicklung Strompreisgeführte Regelung



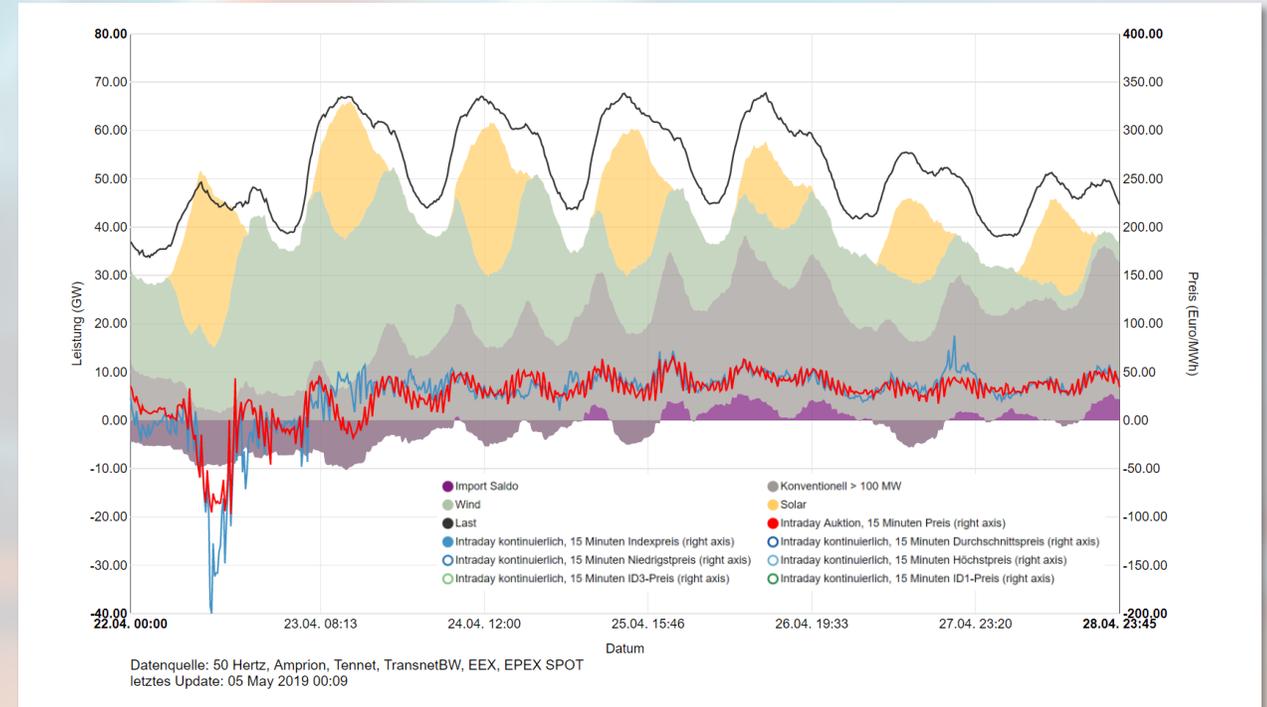
Aktuelle Projekte Strähle Galvanik – Entwicklung Strompreisgeführte Regelung



Erneuerbare Energien im Stromsektor

Starke Fluktuation im Dargebot

- Starke Fluktuationen im Stromdargebot führen zu großen Preisschwankungen
- Überschüssige Strommengen könnten potentiell im Wärmesektor genutzt werden
- Wärme ist effizienter zu speichern als Strom



Die aktuellen Preisschwankungen auf den Energiemärkten (hier: negative Preise am Ostermontag 2019) werden sich durch den zunehmenden Anteil fluktuierender, regenerativer Energien verstärken. Unternehmen können Teil der Lösung sein und damit bares Geld verdienen.

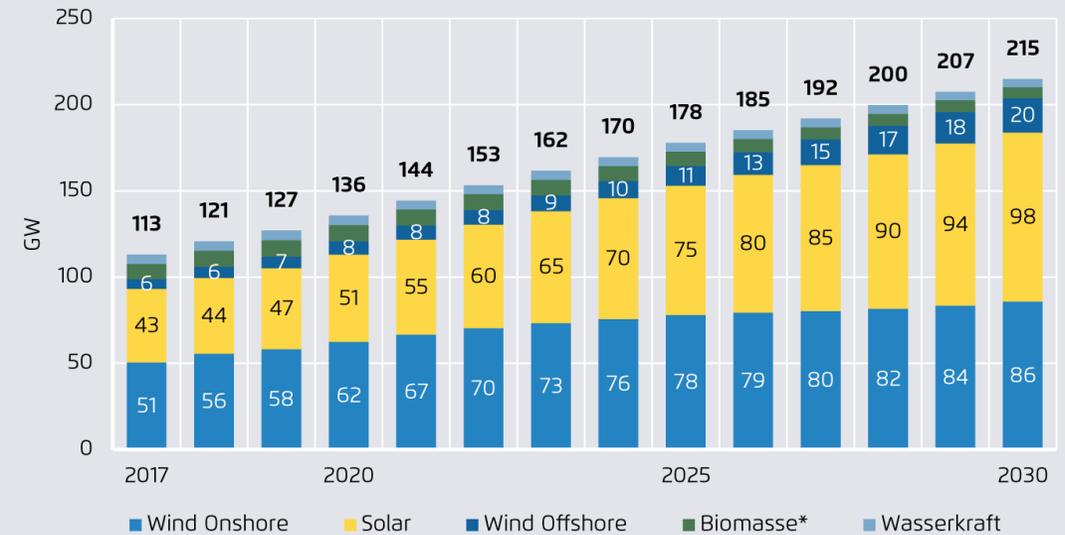
Erneuerbare Energien im Stromsektor

Starke Fluktuation im Dargebot

- Starker Ausbau der installierten Leistung der Erneuerbaren im zukünftigen Stromsystem
- Weiterhin starke Steigerung der Preisvolatilität im Stromsektor
- Paradigmenwechsel hin zu Bedarf folgt Angebot.

Entwicklung der installierten Leistung der Erneuerbaren Energien auf Basis des vorgeschlagenen Ausbaupfades bis 2030

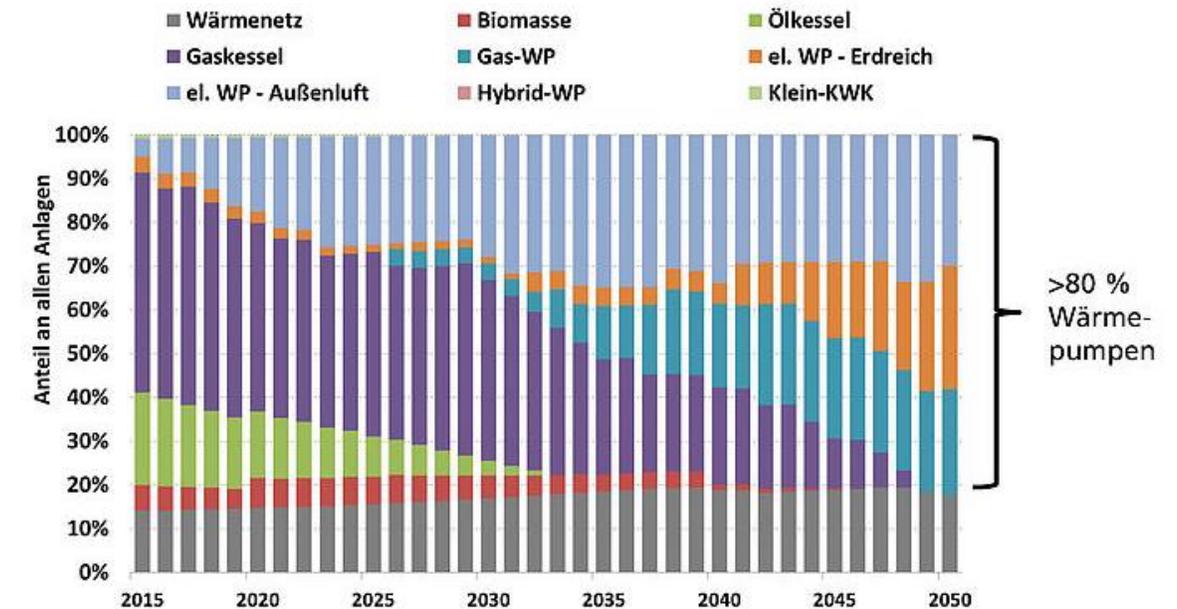
Abbildung 4



*inkl. biogenem Hausmüll und Sonstige
Eigene Berechnungen auf Basis Öko-Institut (2017)

Ausbau der installierten Leistung der Erneuerbaren Energien auf Basis des Ausbaupfades 2030 (Quelle: Agora Energiewende: Stromnetz für 65% Erneuerbare bis 2030)

- Der Endenergiebedarf im Wärmesektor muss bis 2030 um 40% reduziert werden.
 - > Die Energieeffizienz muss durch substantiell gesteigert werden und Abwärme konsequent genutzt werden.
- Bis 2050 sollen im Heizsektor bis zu 80% der Wärme durch Wärmepumpen bereitgestellt werden.
- Die Elektrifizierung ist Kernelement der Dekarbonisierung des Wärmesektors

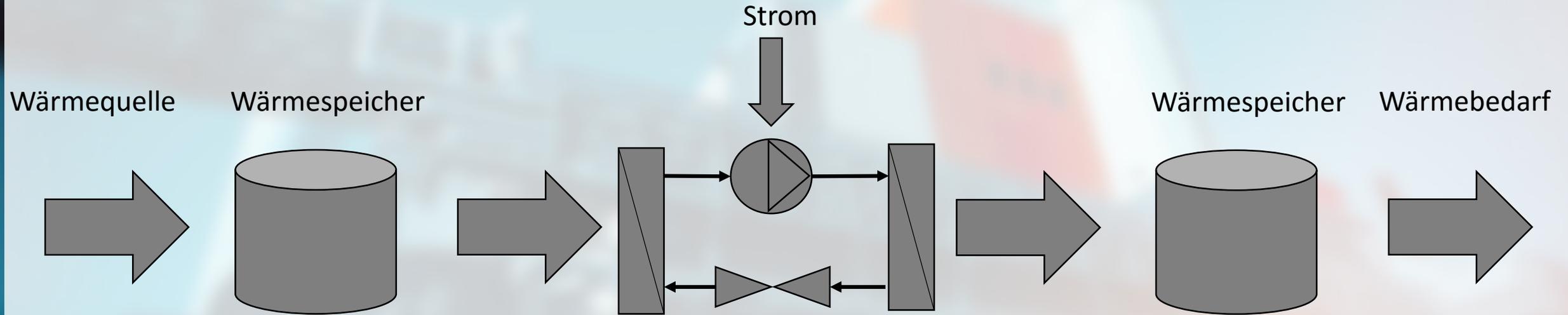


© Fraunhofer ISE

Fraunhofer
ISE

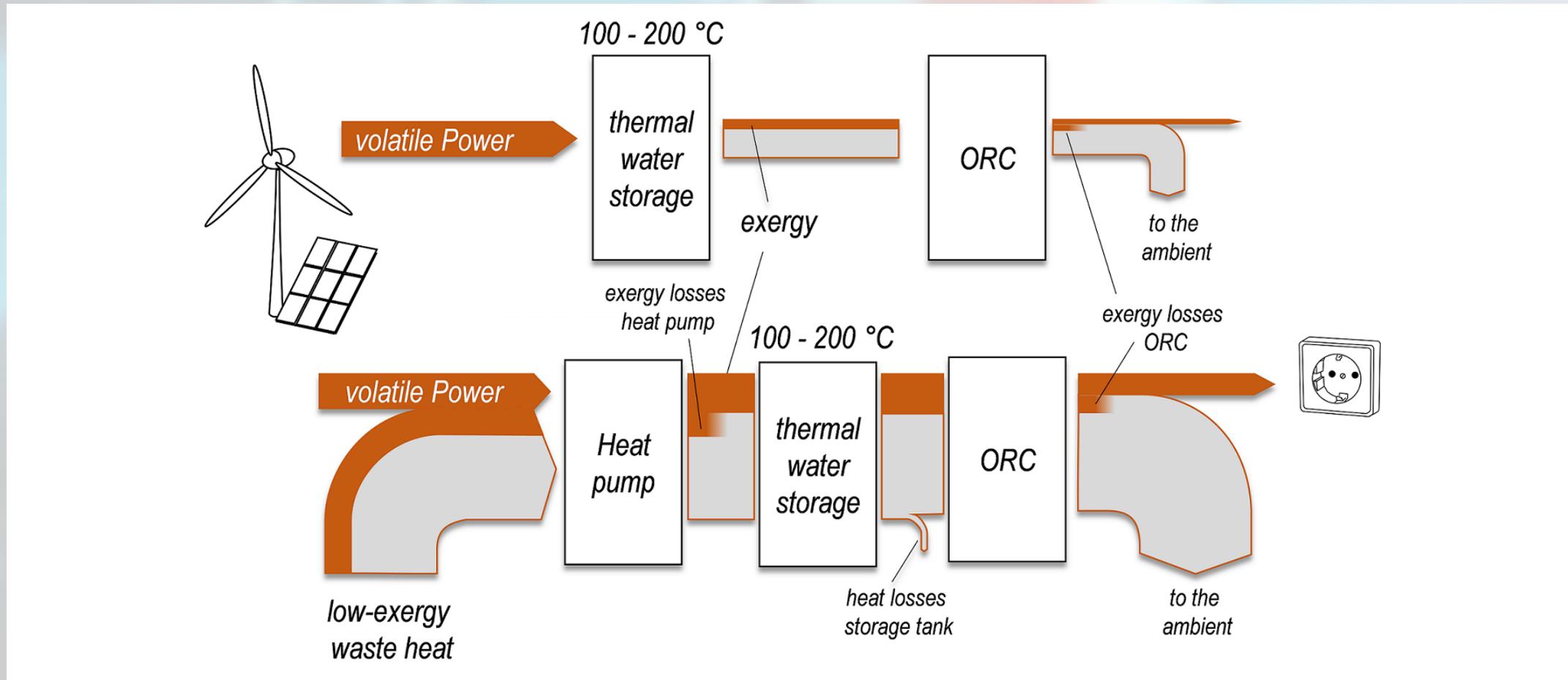
Dekarbonisierung des Wärmesektor

Flexibilität im Strombezug durch intelligente Speicherbewirtschaftung



- Wärmespeicher sind eine nachhaltige, kostengünstige, beliebig skalierbare Technologie
- Durch den Einsatz von Speichern lassen sich Wärmebereitstellung (Stromverbrauch) von einander entkoppeln.
- Die gewonnene Flexibilität lässt sich auf den Energiemärkten vermarkten und leistet einen Beitrag zur Systemstabilität in der Zukunft

Abwärmennutzung zur Speicherung regenerativen Überschussstroms



- Der Wandel der Energieversorgung im Stromsektor führt zu stark volatilen Preisen.
- Industriellen Niedertemperaturabwärme bietet höhere Wärmequelltemperaturen als alternative Wärmequellen für Wärmepumpensysteme (Luft, Grundwasser, Erdwärme).
- Durch Technologien der Sektorkopplung ergeben sich in einer ganzheitlichen Betrachtung neue Investitionsanreize in die Niedertemperaturabwärmenutzung.
- Durch eine intelligente Speicherbewirtschaftung lassen sich hierdurch die Betriebskosten der Abwärmenutzung senken.
- Virtuelle Kraftwerke bieten zukünftig die Chance auch mit kleineren elektrischen Verbrauchern Systemdienstleistungen zu erbringen.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Weitere Informationen finden Sie unter:

www.WIN4climate.de

Dekarbonisierung des Wärmesektor

Wärmepumpen als Schlüsseltechnologie

- Die Effizienz von Wärmepumpen ist maßgeblich von der Temperaturdifferenz zwischen Wärmequelle und Wärmesenke abhängig
- Eine Steigerung der Wärmequelltemperatur von 30°C kann die Effizienz um bis zu 100% steigern
- Niedertemperaturabwärme bietet Chancen zur effizienten Elektrifizierung der Wärmeversorgung

