

Kooperationspartner der

**KLIMASCHUTZ
UNTERNEHMEN**

DIE KLIMASCHUTZ- UND ENERGIE-
EFFIZIENZGRUPPE DER
DEUTSCHEN WIRTSCHAFT

Die Initiatoren:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit
und Verbraucherschutz



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

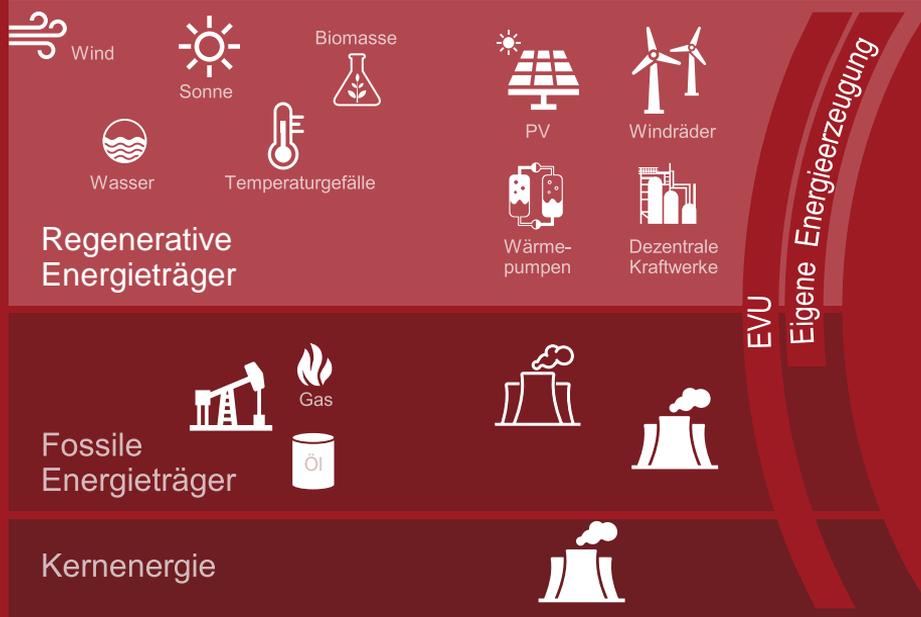


Simulation & Digitaler Zwilling: Datenbasierte Entscheidungen dank maximaler Transparenz

Online-Seminar Klimaschutz-Unternehmen am 18.02.2025

Die heutige Welt der Energie und Herausforderungen

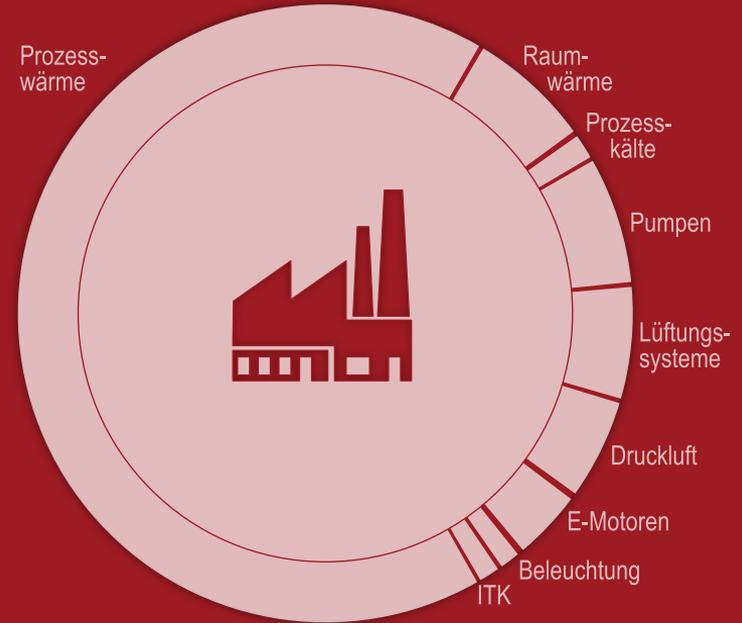
WO KOMMT DIE ENERGIE HER



WIE WIRD DIE ENERGIE NUTZBAR GEMACHT



WAS MACHE ICH DAMIT



Die heutige Welt der Energie und Herausforderungen

WO KOMMT DIE ENERGIE HER

WIE WIRD DIE ENERGIE NUTZBAR GEMACHT



Energie-Beschaffungskosten + CO2-Kosten

Hochlastfenster

Netzentgelte

Kosten Transformation

400 Betriebe sollen Prozesse an **Echtzeitangebot** von Wind- und Solarstrom anpassen

Gewagtes Experiment der Bundesnetzagentur Deutscher Industrie droht neuer Schlag durch Strompreisreform

Reform
§ 17 Abs. 2 StromNEV
§ 19 Abs. 2 Satz 2 StromNEV

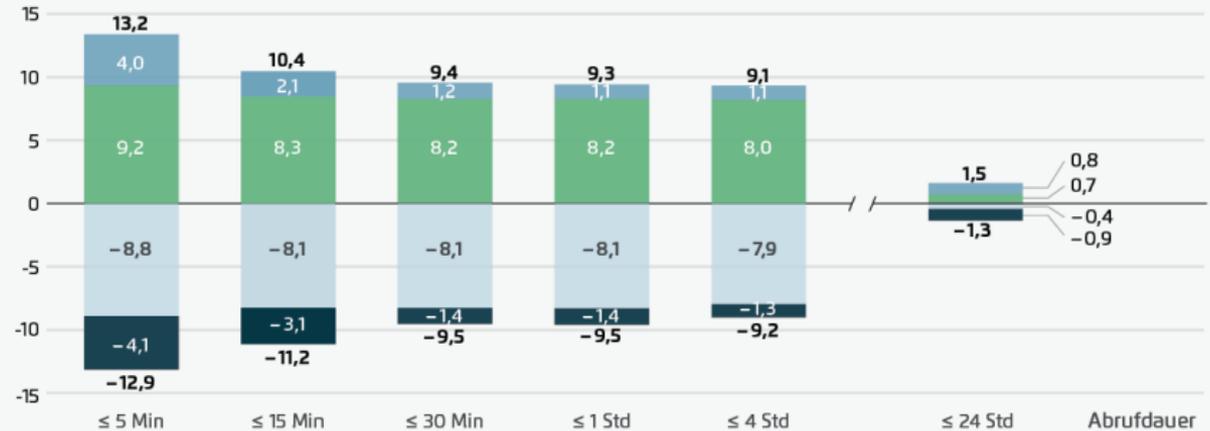
400 Industrie-B
die Bundesnet



Veröff
von R

Flexibilitätpotenziale und -perspektiven der deutschen Industrie

Leistung [GW]



Quellen:
finanzmarktwelt 14/2/2025
Agora 20/12/2024

Herausforderungen

Wo liegen die

Potentiale

zur Einsparung?

Wie **stabil** ist die

Versorgung?

Wo ist der beste

Kosten-Nutzen Ratio?

Wie kann ich mich

autonomer

aufstellen?

Welche

Risiken & Chancen

birgt welche Lösung?

Welche

Einsparung

tatsächlich?

über die Dauer?

Energiekosten senken – Wo fange ich an?

Mit datenbasierenden Lösungen Energiekosten senken

Digitaler Zwilling im Vergleich zu Energiemanagementsystemen (EMS)

Digitaler Zwilling

Energetische
Optimierung
physischer
Prozesse durch
virtuelle Modelle

KI wird zur
Simulation und
Prognose eingesetzt

Ergebnis:
Kosteneinsparungen
durch
Simulation
Prognose

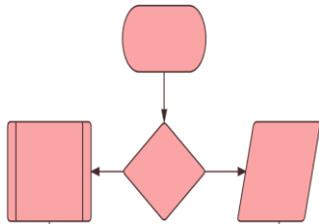
EMS

Steuerung von
Energieflüssen
(Verbrauch, Erzeugung,
Speicher)

KI primär für
Marktinteraktionen
und
Lastverschiebung

Ergebnis:
Kosteneinsparungen
durch
Lastverschiebung
optimierte Beschaffung

Simulation & Digitaler Zwilling

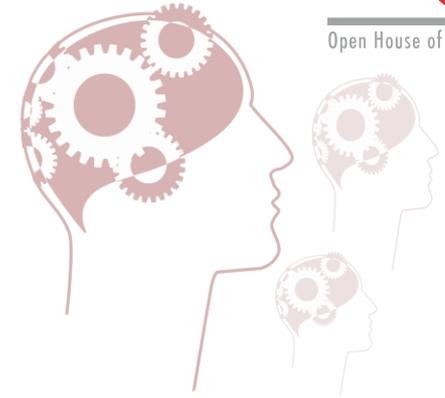


Könnte

Ist

statisch, Bestandsdaten

live, Echtzeitdaten



Simulation:

- Abfolge von Aktivitäten zur Wertschöpfung (Prozess)
- manuell oder automatisiert
- Prozesse liefern Datenbasis für Simulation/den digitalen Zwilling
- Statisch, punktuell - Datenbasis in der Vergangenheit - nicht kontinuierlich
- benötigt Impuls

Digitaler Zwilling:

- Virtuelle Abbildung von Prozessen / Assets
- Datenanalyse und Simulation in Echtzeit, zeitbasiert in äquidistanten Zeitschritten
- valide Prognosen sind möglich → Kosten, ROI
- Stetiges Lernen und verbessern innerhalb eines Systems; heuristische Methoden
- Datenpool erneuert sich selbst aus eigenen Erkenntnissen

Kosteneinsparungen nach Anwendungen

Motivation	Ergebnis qualitativ Energiekosteneinsparung Bandbreite in %	KI-gestützter digitaler Zwilling unterstützt
Lastverschiebung & Optimierung Beschaffung	Verschiebung energieintensiver Prozesse in Zeiten mit niedrigen Strompreisen oder hoher Verfügbarkeit erneuerbarer Energien. 10-30 %	Simuliert Energiepreise, Netzlasten und Erzeugungskapazitäten in Echtzeit, um optimale Betriebszeitpunkte zu identifizieren. KI prognostiziert Preisentwicklungen und steuert ggfs. die Produktionsplanung.
Prozesswärme-Optimierung	Reduzierung des fossilen Energiebedarfs für Heizung oder industrielle Wärmeerzeugung 10-25 %	Modelliert Wärmenetze, Kessel und Speicher, um Effizienzverluste zu minimieren. KI passt Betriebsparameter (z. B. Temperatur, Brennstoffmix) dynamisch an
Integration erneuerbarer Energien	Ersatz fossiler Energieträger durch Solar- und Windenergie 10-30 %	Simuliert Energieerzeugung und -verbrauch, um die Einbindung erneuerbarer Quellen zu maximieren. KI steuert Speicher und Netze.
Energieeffiziente Produktionsplanung	Anpassung der Fertigungsgeschwindigkeit oder -Reihenfolge zur Minimierung des Energieverbrauchs. 20-30 %	Virtuelle Abbildung der Produktionsumgebung ermöglicht KI-gestützte Simulationen, um energieoptimierte Abläufe zu generieren

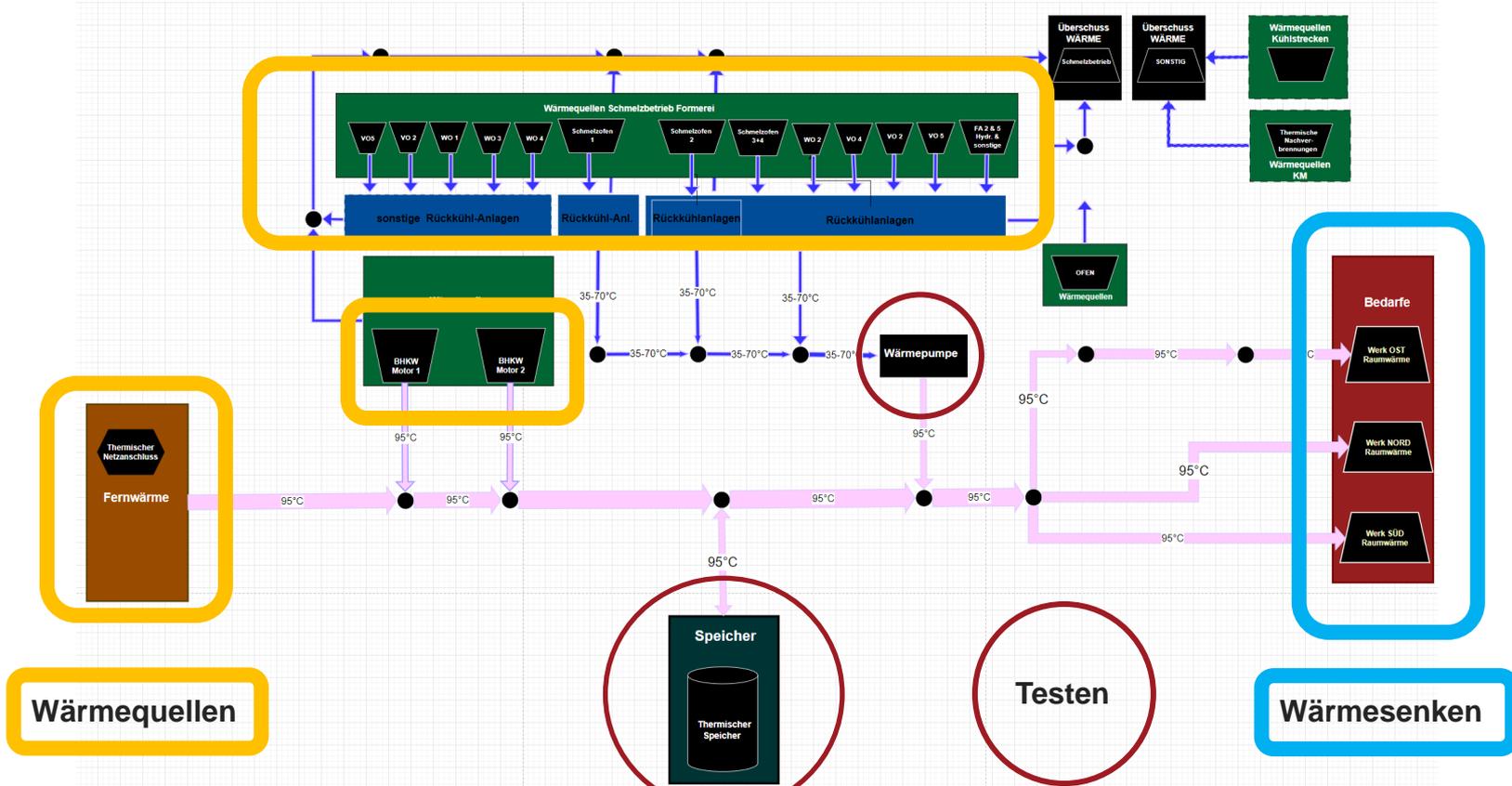
Praxisbeispiel Simulation

Simulation Lastverschiebung durch thermischen Speicher und Wärmerückgewinnung



Praxisbeispiel Simulation

Simulation Lastverschiebung durch thermischen Speicher und Wärmerückgewinnung



Praxisbeispiel Simulation

Input (Lernen) & Output (Prognose)

• Input (Lernen)

- Lastgänge Leistung [kW] (Energiequellen, Energiesenken)
 - Stromverbrauch
 - Stromversorgung Netz; BHKW 1 & 2; PV
 - Wärmeverbrauch Werk 1 & Werk 2
 - Wärmeversorgung Netz
 - Wärmeversorgung BHKW 1 & 2
- Lastbegrenzungen (Strom, Wärme)
- Energiekosten
 - Arbeitspreise
 - Leistungspreise
 - Sonstige Kosten (Steuern..)
- Investitionskosten (Wärmespeicher, Wärmerückgewinnung)

• Output (Ergebnis Prognose)

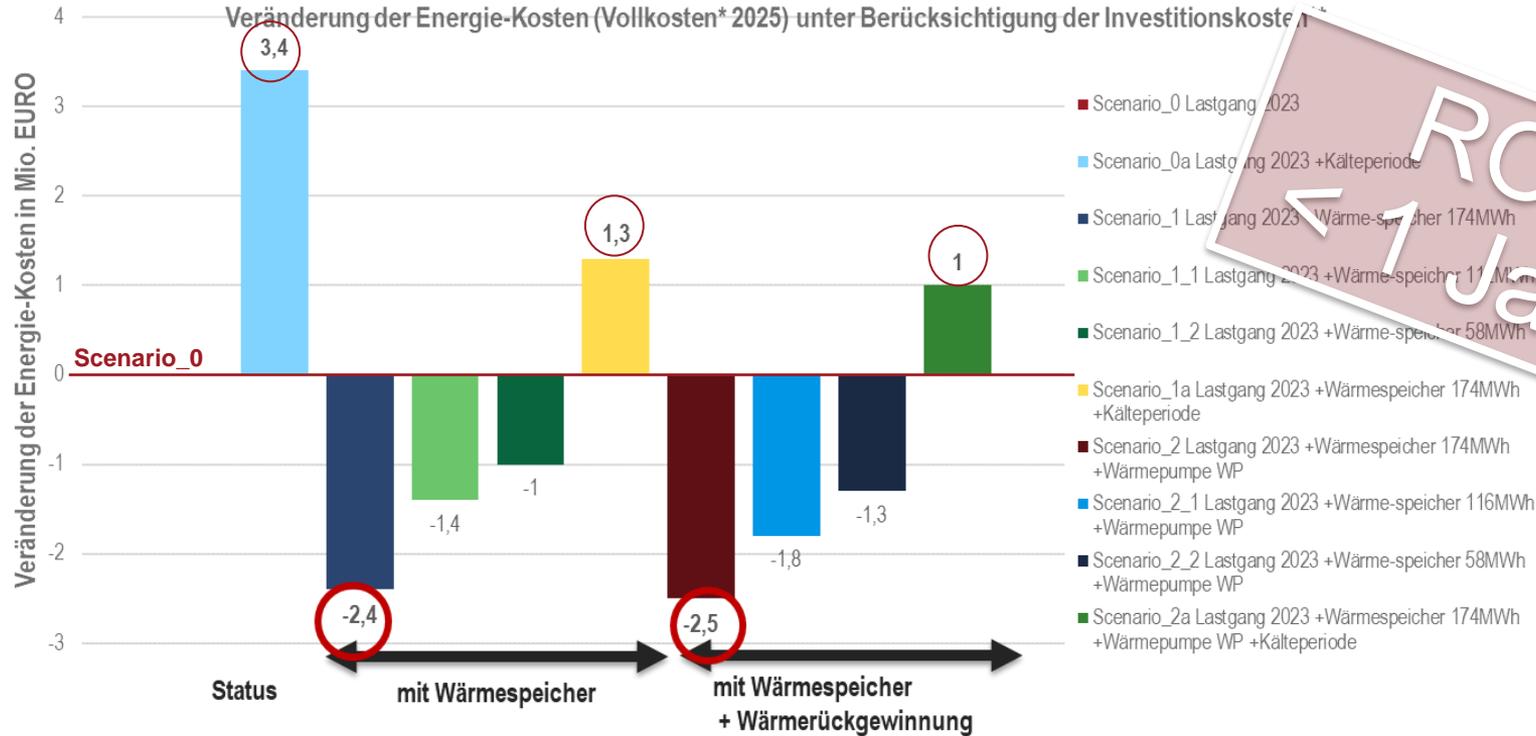
- Prognose (Lastgänge) Leistung [kW]
 - Stromversorgung Netz, BHKW 1 & 2; PV
 - Wärmeversorgung Netz
 - Wärmeversorgung BHKW 1 & 2
 - Wärmeversorgung Wärmerückgewinnung
 - Beladen Wärmespeicher
 - Entladen Wärmespeicher

nach Szenarien:

- "normales Jahr"
- "kaltes Jahr"
 - jeweils mit und ohne Wärmerückgewinnung
 - Energiemengen nach Energieträger
 - Energiekosten
 - Gesamtkosten
 - ROI

Praxisbeispiel Simulation

Ergebnisse - Veränderung der Energiekosten durch Wärmespeicher und Rückgewinnung



Speicherkapazität [MWh] des Wärmespeichers hat maßgeblich den Einfluss auf die Kosteneinsparungen

Praxisbeispiel Simulation

Ergebnisse – die wichtigsten Kennzahlen

Wärme- speicher - kapazität [MWh]	Maximale Einsparung [EURO]	Maximale Wärme- leistung Bezug Energie- versorger [MW]	Be- und Entlade- leistung Wärme- speicher [MW]	Betrieb Wärme- speicher [h/a]	Volumen Wärme- speicher [m³]	Investitions- kosten Wärme- speicher [EURO]	ROI- Betrachtung [Monate]
		60 MW					
58 MWh	EURO 1,0 Mio.	48 MW	5 MW	1700 h	1.000 m³	EURO 350.000.-	3,5
116 MWh	EURO 1,4 Mio.	43 MW	10 MW	2200 h	2.000 m³	EURO 500.000.-	3,6
174 MWh	EURO 2,4 Mio.	35 MW	20 MW	2800 h	3.000 m³	EURO 650.000.-	2,7

Praxisbeispiel Digitaler Zwilling

Prognose und Regelung von Wärme an einem Industriestandort

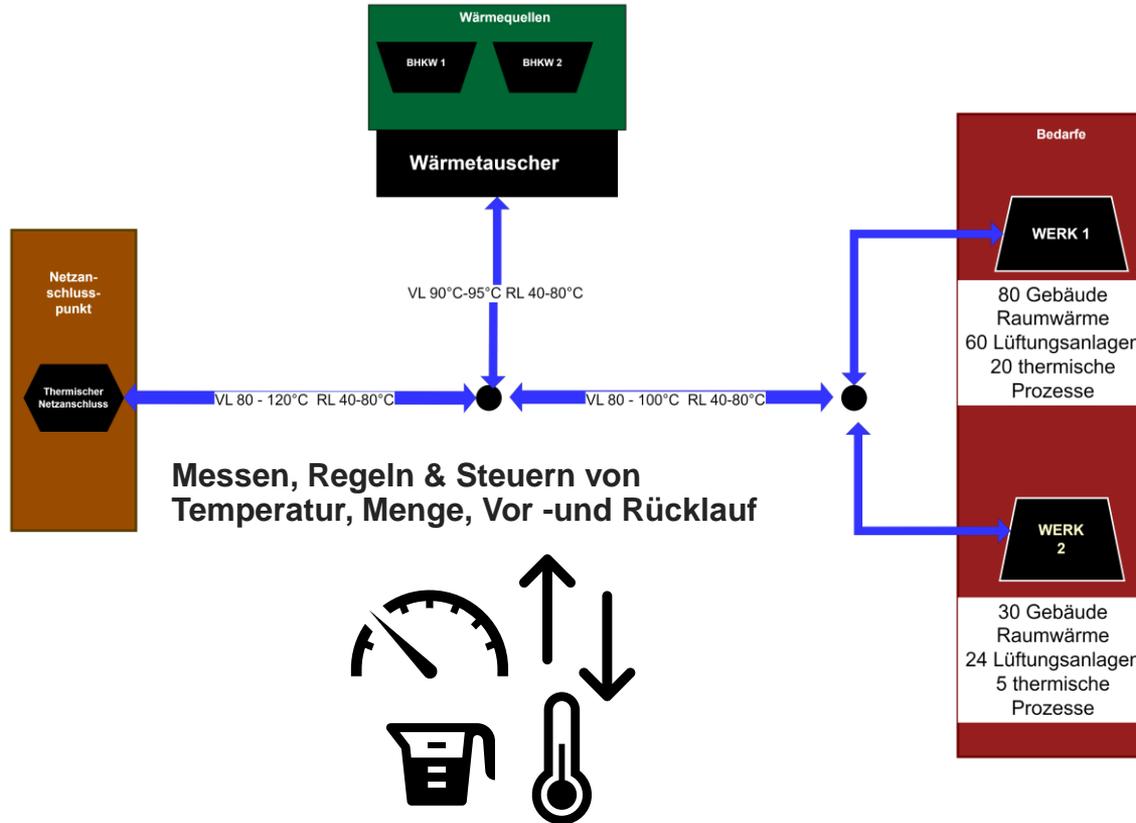
- Leitungslänge: **24.000 m (Heizungsnetz)**
- Versorgung von über **100 Gebäuden** mit Wärme
 - Raumwärme
 - Prozesswärme
- Wärmebedarf: **120.000 bis 140.000 MWh** pro Jahr
- Wärmequellen (in % vom Gesamtwärmebedarf):
 - Energieversorger (70 %)
 - Abwärme BHKW 1 & 2 (30 %)
- **Energie-Einsparpotential: 10 % bis 15 %** des jährlichen Wärmebedarfs
- **Kosten-Einsparpotential:**
 - Kosten Wärmebezug von Energieversorger
 - Kosten Netzentgelt Energieversorger



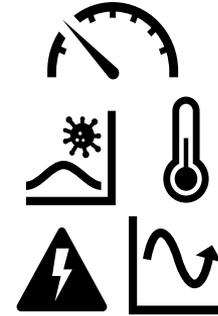
Bild KI-generiert mit chatgpt

Praxisbeispiel Digitaler Zwilling

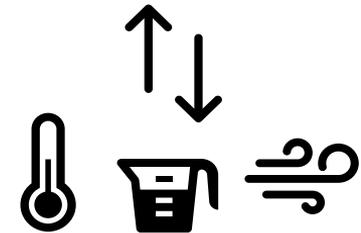
Prognose und Regelung von Wärme an einem Industriestandort



Messen



Regeln & Steuern



Praxisbeispiel Digitaler Zwilling

Input (Lernen) & Output (Prognose, Regeln und Steuern)

• Input (Lernen)

- Leistung [kW] (Energiequellen, Energiesenken)
 - Wärmeverbrauch 80 Gebäude
 - Wärmeverbrauch Lüftungsanlagen (50)
 - Wärmeverbrauch Gesamt Werk 1 & Werk 2
 - Wärmeversorgung Netz Werk 1 & Werk 2
 - Wärmeversorgung BHKW 1 & 2
- Temperaturen
 - Wetterstation
 - Vorlauf und Rücklauf Wärmeversorgung
 - Vorlauf und Rücklauf je Gebäude
 - Hallen / Gebäude
- Weitere Parameter
 - CO2 Konzentration
 - Staubbelastung
 - Soll / Istwerte Regelung Temperatur/Luftmengen

• Output (Prognose, Regeln und Steuern)

- Prognose Leistung [kW]
 - Wärmeverbrauch Nahwärmenetz
 - Wärmeversorgung Netz
 - Wärmeversorgung BHKW 1 & 2
 - Regeln und Steuern
 - Vorlauftemperatur Nahwärmenetz
 - Temperatur Gebäude / Hallen
 - Luftmengen Lüftungsanlagen Hallen
 - Einsparung Wärmemenge 10 bis 15% pro Jahr
-
- **Status Projekt:**
 - Machbarkeitsstudie (2022)
 - Aufbau und Inbetriebnahme digitaler Zwilling (2024)
 - Start Live-Betrieb (Q1/2025)



Was ist ein digitaler Zwilling?

Ein virtuelles Modell eines physischen Systems, das Echtzeitdaten nutzt, um Analysen und Optimierungen durchzuführen



Wie hilft er bei der Energieeinsparung?

Er ermöglicht präzise Überwachung, Simulation von Effizienzmaßnahmen und Optimierung von Prozessen bis hin zur vorausschauenden Wartung.



Durchschnittliche Einsparung

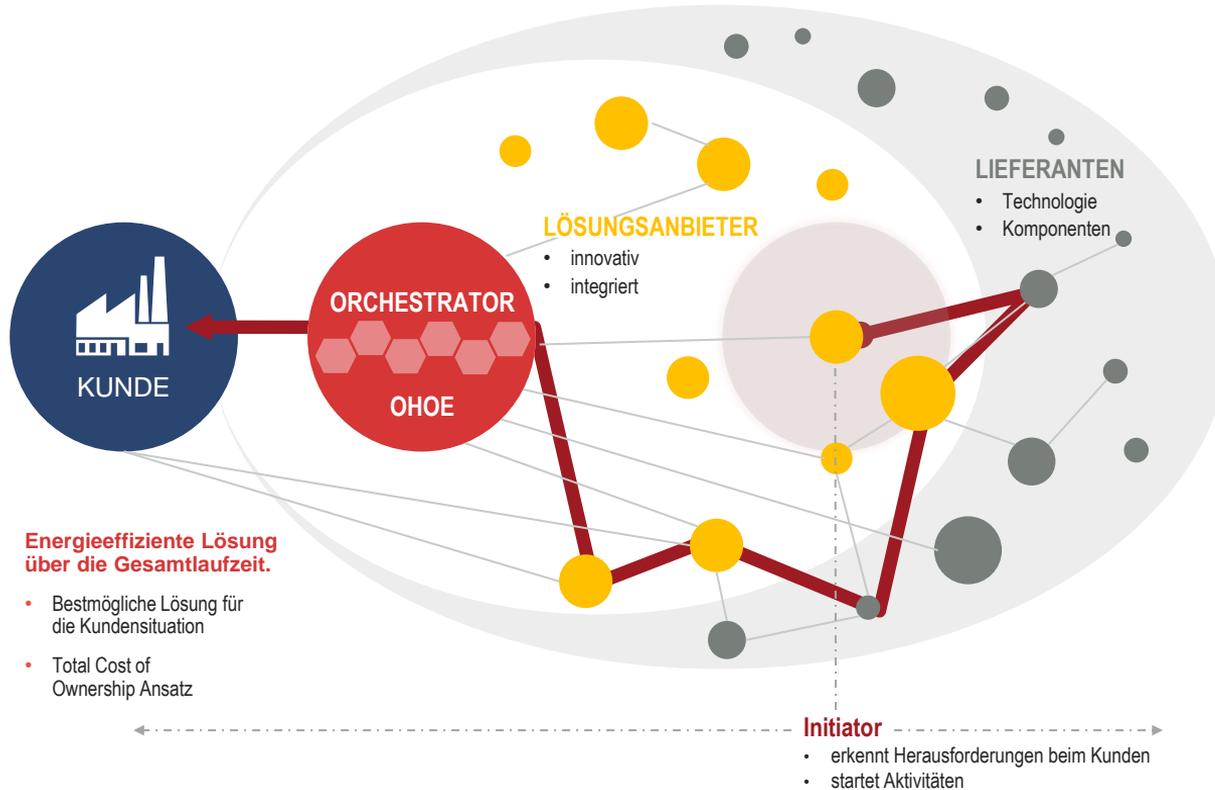
Unternehmen können durch digitale Zwillinge ihren Energieverbrauch um 10 bis 30% reduzieren.



Was wird benötigt?

Datenintegration, Modellierungskompetenz, IT-Infrastruktur und interdisziplinäre Zusammenarbeit.

Business-Ökosysteme neu denken! Schwarmintelligenz, Rollenverteilung



- gemeinschaftliche Bereitstellung von Dienstleistungen
- Verbunden durch eine klare Zieldefinition
- Reduzierung des Energieverbrauchs und der Umweltauswirkungen

- **Innovativ:**
Netzwerkintelligenz
Digitaler Zwilling
- **Sicher:**
end to end ist unsere DNA
Total-Cost-of-Ownership- Ansatz

Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit!

Weitere Fragen? Kontaktieren Sie uns einfach via E-Mail an m.hanke@ohoe.eu oder m.mestenhauser@ohoe.eu



O H O E



Open House of Energy