IEA DHC

AEE INTEC

BEST Bioenergy and Sustainable Technologies

AIT AUSTRIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY TOMORROW TODAY

# IEA DHC Annex TS4 „Digitalisierung der Fernwärme“ nationaler Abschluss-Workshop (online)

**Mittwoch, 13.12.2023 von 14 – 16:40 Uhr**

**Kontakt: Ralf-Roman Schmidt (AIT); ralf-roman.schmidt@ait.ac.at**

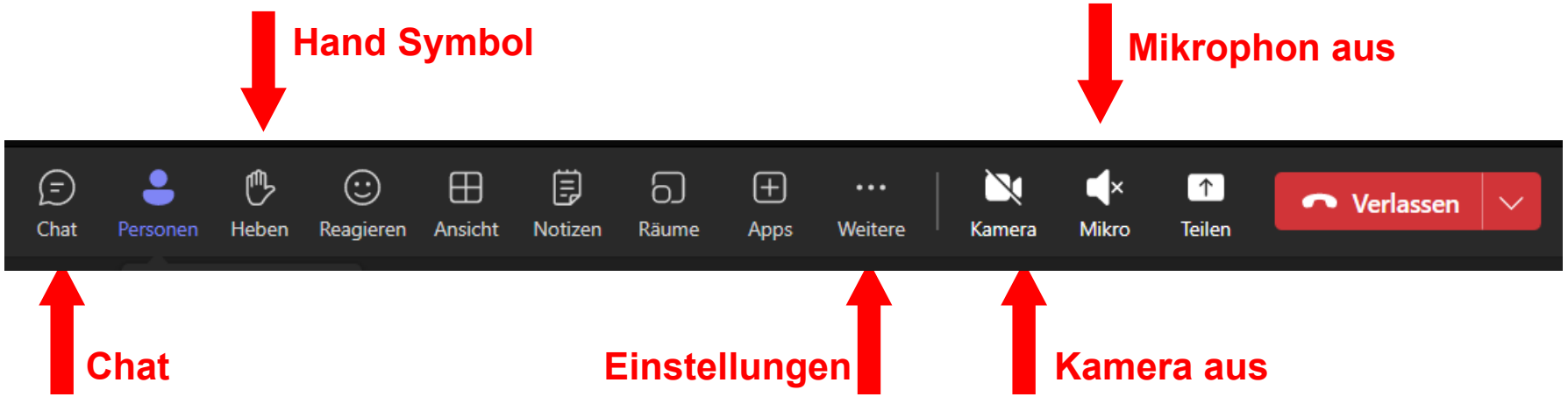
*This Webinar is held in the framework of the international cooperation program the IEA DHC Annex TS4 „Digitalization of District Heating and Cooling“. More information at https://www.iea-dhc.org/the-research/annexes/2018-2024-annex-ts4 The Austrian participation in the IEA DHC Annex TS4 is financed by the Federal Ministry for Climate Action, Environment, Energy, Mobility, Innovation and Technology (BMK)*

Federal Ministry
Republic of Austria
Climate Action, Environment,
Energy, Mobility,
Innovation and Technology

IEA Research Cooperation
Part of open4innovation

FFG Promoting Innovation

# Webinar Etiquette




- Wenn Sie gerade nicht sprechen, schalten Sie sich bitte **stumm**.
- Wenn Sie eine Frage stellen möchten, nutzen Sie bitte den **Chat oder das Hand Symbol**
- Es wird ein **Gruppenfoto** geben, bitte die Kamera dazu auf freiwilliger Basis einschalten

# Agenda

- 14:00 ***Einführung und Willkommen***, *Überblick: Der IEA DHC Annex TS4: Vorstellung des Guidebooks und der internationalen Kooperation* (Ralf-Roman Schmidt, AIT)
- 14:20 ***Digitale Zwillinge in der Fernwärme*** (Edmund Widl, AIT)
- 14:40 ***Betriebsoptimierung von Fernwärmenetzen mit Hilfe digitaler Zwillinge*** (Ines Lindmeier, Wien Energie)
- 15:00 ***Digitalisierungs-Lösungen von Danfoss*** (Peter Ott, Danfoss Österreich)
- 15:20 Pause

# Agenda

- 15:30 ***Herausforderungen und Lösungen im Betrieb***: *optimierungsbasierte vorausschauende Einsatzsteuerung von Erzeugungseinheiten und steuerbaren Verbrauchern* (Markus Gölles, BEST)
- 15:50 ***Planung und Betrieb von Fernwärmenetzen mit der Arteria Platform*** (Stefano Coss, Arteria Technologies GmbH)
- 16:10 ***Workshop / Gruppendiskussion:*** *Geschäftsmodelle für digitale Technologien in Fernwärmenetzen in Österreich sowie rechtliche/ regulative Randbedingungen*
- 16:40 **Ende** des Online-Workshops

IEA DHC Annex TS4 nationaler Abschluss- Workshop
„Digitalisierung der Fernwärme“ (online), 13.12.2023

# Introduction into the IEA DHC Annex TS4

**Ralf-Roman Schmidt/** Dietrich Schmidt

© adobe.stock.com

Supported by:
Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action
on the basis of a decision by the German Bundestag

Fraunhofer CINES

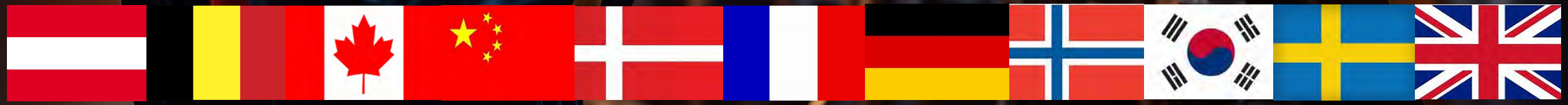
IEA DHC

Our future Energy
system will be digital!

IEA DHC Annex TS4

# Digitalization of District Heating and Cooling:

## Optimized Operation and Maintenance of District Heating and Cooling Systems via Digital Process Management



© adobe.stock.com

## Our aims

- **Create** awareness and promote opportunities for the implementation of digital processes to the various stakeholders and users
- **Provide** a state-of-the-art overview of the digitalization of district heating schemes in terms of R&D projects, demonstrators, and case studies
- **Evaluate** non-technical barriers and enablers for digitalization processes in district heating and cooling schemes such as business models, legal aspects, and policy instruments

© iStock / alexsl

# Digitalization of the demand side

© mariusz szczygieł/stock.adobe.com

# Digitalization to Link the Entire Supply Chain – System Perspective

© mamuka/stockpack/stock.adobe.com

# Digitalization of Energy Infrastructure

© adobe.stock.com

# Business Models – Unlocking the Value of Digitalization

© adobe.stock.com



© Fraunhofer IEE

- Published via the German Heat and Power Association AGFW
- Some facts:
  - 13 chapters
  - 32 authors and 3 guest authors

**Bis zu 68 Teilnehmer, hauptsächlich aus Österreich und Deutschland**

- *Digitale Zwillinge in der Fernwärme* (Edmund Widl, AIT)

# Digitale Zwillinge in der Fernwärme

**Nationale Abschlussveranstaltung des internationalen Netzwerks IEA DHC Annex TS4 "Digitalisierung der Fernwärme„**

Edmund Widl, AIT Austrian Institute of Technology

13. Dezember 2023

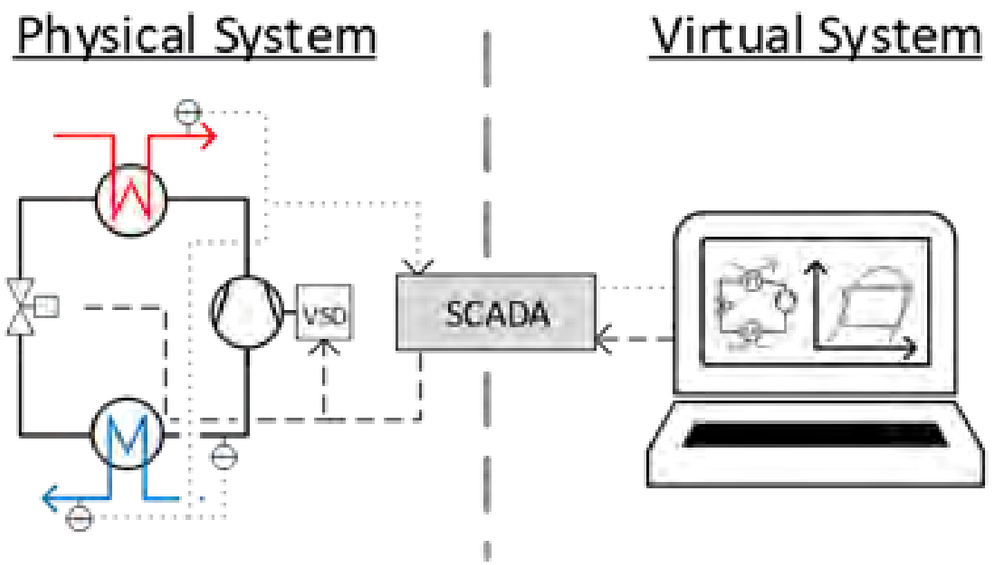
# Digitaler Zwilling: Motivation

Ansatz für die Replikation und Simulation von realen Objekten oder Systemen in einer digitalen Umgebung:

→ **virtuelle Repräsentation** eines physischen Systems, die zur Überwachung, Steuerung und Optimierung seines Betriebs verwendet wird

→ computergestütztes Modell, mit dem das **Verhalten** eines physischen Objekts / Systems in Echtzeit nachgebildet wird

→ ermöglicht kontinuierliche **Überwachung & Analyse** der Systemleistung sowie **Testen** verschiedener Szenarien und **Erkennen** potenzieller Probleme, bevor sie im physischen System auftreten




Quelle: https://digitaltwins4hprs

# Digitaler Zwilling: Definition (1/2)

**Ausdruck "Digitaler Zwilling" (*digital twin*) wurde erstmals von Michael Grieves in 2003 verwendet**

→ Ursprung im Bereich des Product-Life-Cycle-Management

coupled model of the real machine that **operates in the cloud platform** (*Lee et al., 2013*)

integrated multi-physics, multi-scale, probabilistic simulation of a system that **mirrors the life of its twin** (*Shafto et al., 2010; Glaessgen et al., 2012*)

simulation of physical object to **predict future states** of the system (*Gabor et al., 2016*)

integrated built system, enabled by **Digital Thread**, that uses models, sensor information, and input data *(Kraft, E.M, 2016)*

**Product digital counter-part** of a physical product (*Rios et al., 2015*)

Realistic models of the current state and its behavior in **interaction with the environment in the real world** (*Rosen et al., 2015*)

Structural model which includes **quantitative data** of material level characteristics with high sensitivity (*Majumdan, FasalHaider, & Reifsnider, 2013*)

Virtual substitutes of real-world objects consisting of virtual representations and communication capabilities and act as intelligent nodes inside **internet of things** and services (*Schluse & Rossman, 2016*)

# Digitaler Zwilling: Definition (2/2)

Das Konzept des Digitalen Zwillings zeichnet sich durch die folgenden Eigenschaften aus:

**Virtuelles Gegenstück einer physischen Entität**

- digitale Darstellung (ODEs/ADEs, datengesteuert, usw.)
- verfeinertes, validiertes Modell zur Vorhersage des Verhaltens

**Ausführung in Echtzeit**

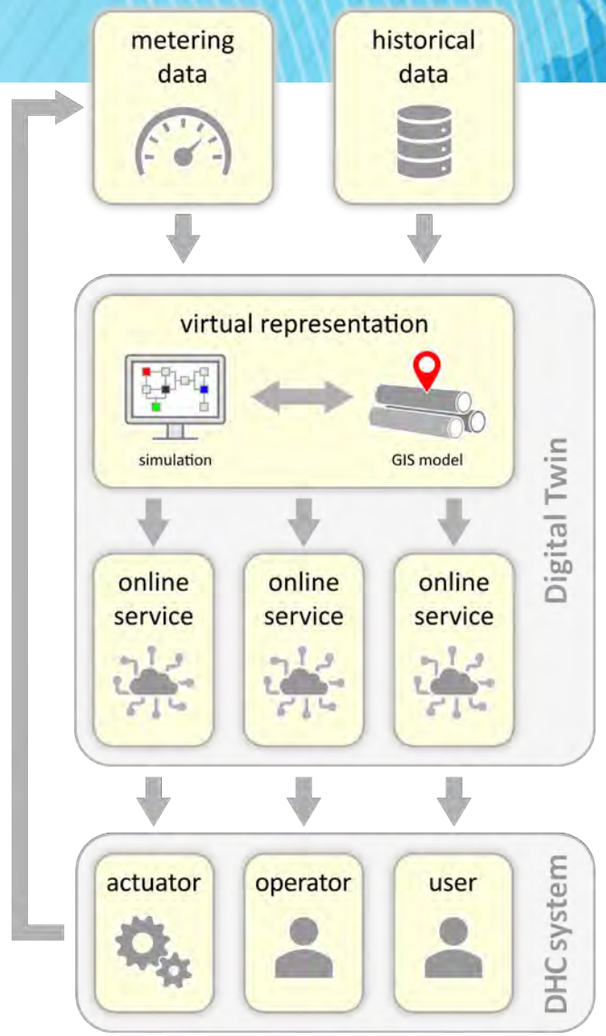
- die digitale Darstellung ist mit der physischen Einheit synchronisiert
- die Ausführung garantiert Antwortzeiten innerhalb einer bestimmten Zeit

**Bidirektionalität von physischer und virtueller Domäne**

- physisch → virtuell: Sammlung von Sensordaten
- virtuell → physikalisch: Zugriff auf Aktoren

# Anwendungsbereiche in der Fernwärme

- Das Konzept der Digitalen Zwillinge ermöglicht es, bereits **verfügbare digitale Technologien** zu nutzen und für den **Betrieb** und die **Wartung** von Fernwärmesystemen einzusetzen.
- Aus der Sicht der Betreiber von Fernwärmenetzen und der zugehörigen Infrastruktur kann die allgemeine Definition von Digitalen Zwillingen in eine stärker **anwendungsorientierte Sichtweise übersetzt** werden.
- Diese anwendungsorientierte Sichtweise konzentriert sich auf die spezifischen **Bedürfnisse, Anforderungen und Vorteile der Nutzung von Digitalen Zwillingen für Fernwärmeanwendungen**:
  - → Von Offline zu Online
  - → Integration von Sensoren und Aktoren
  - → Bidirektionale Echtzeit-Services



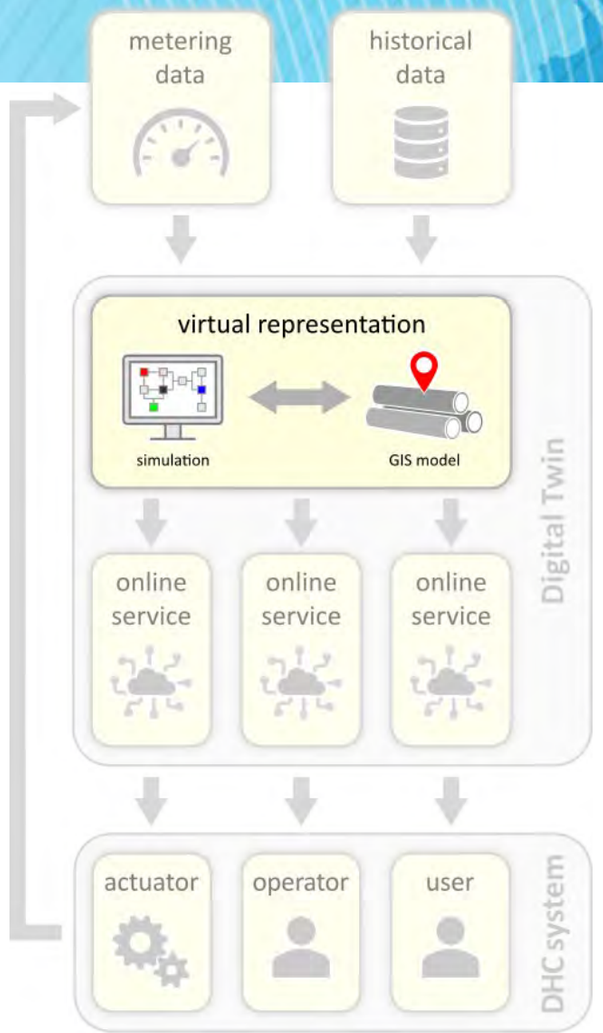

Quelle:Schmidt, Dietrich (ed.) et al., "*Guidebook for the Digitalisation of District Heating*" (2023)

# Vorteil 1: Von Offline zu Online

- Digitale Zwillinge bauen auf **bereits verfügbaren digitalen Technologien auf und stellen sie online zur Verfügung**.

- Das eröffnet neue Möglichkeiten zur **Unterstützung** und / oder **Automatisierung** bestimmter Aspekte des **Betriebs** und der **Wartung** von Fernwärmenetzen und der zugehörigen Infrastruktur.

- So können beispielsweise digitale Werkzeuge, die normalerweise als Desktop-Anwendungen eingesetzt werden (z. B. Simulationswerkzeuge oder Algorithmen für maschinelles Lernen), online verfügbar gemacht werden.

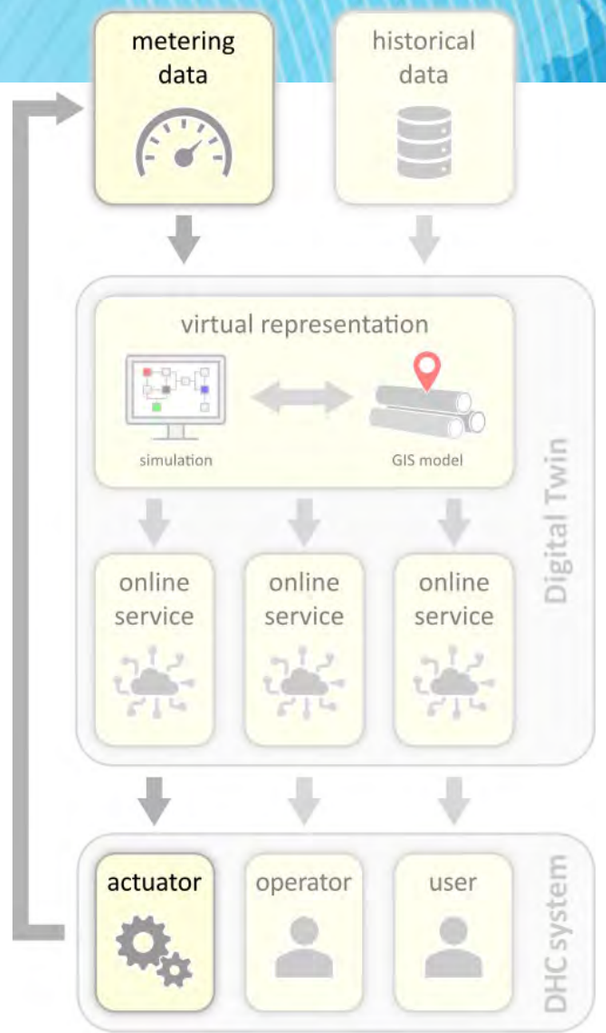



Quelle:Schmidt, Dietrich (ed.) et al., "*Guidebook for the Digitalisation of District Heating*" (2023)

# Vorteil 2: Integration von Sensoren & Aktoren

- Der **Fernzugriff auf Sensormessungen** ermöglicht einen **aktuellen Überblick** über den aktuellen thermohydraulischen Zusatnd des Netzes, der Erzeuger und der Verbraucher.

- Dieselbe Infrastruktur, die für den Fernzugriff auf Sensoren verwendet wird, kann in der Regel auch zur **Fernsteuerung von steuerbaren Anlagen**, wie Ventilen, Pumpen oder Wärmequellen, genutzt werden.



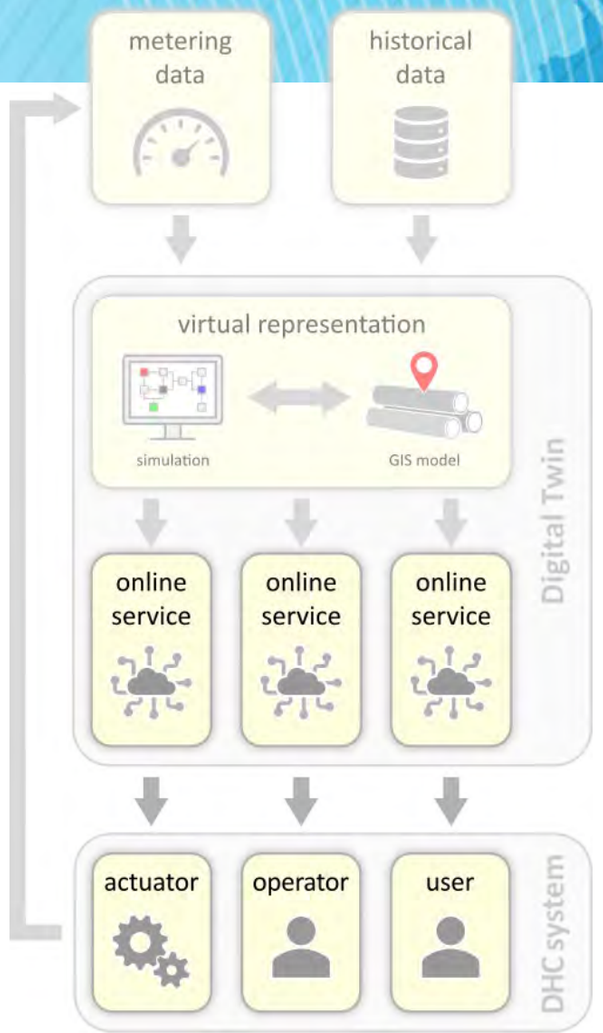

Quelle:Schmidt, Dietrich (ed.) et al., "*Guidebook for the Digitalisation of District Heating*" (2023)

# Vorteil 3: Bidirektionale Echtzeit-Services

- Online-Tools in Verbindung mit aktuellen Sensorinformationen ermöglichen die Erstellung einer **digitalen Darstellung** von (Teilen) eines Fernwärmenetzes, die **mit dem realen System synchronisiert** wird.

- Das erleichtert die **Bereitstellung von Echtzeitdiensten** zur Analyse des aktuellen und zukünftigen Systemzustands.

- Durch die Integration fernsteuerbarer Anlagen wird die bidirektionale, (teil-)automatisierte Interaktion mit dem Fernwärmenetz ermöglicht, was den Übergang von traditionellen passiven Netzen zu **intelligenten Energiesystemen** erlaubt.

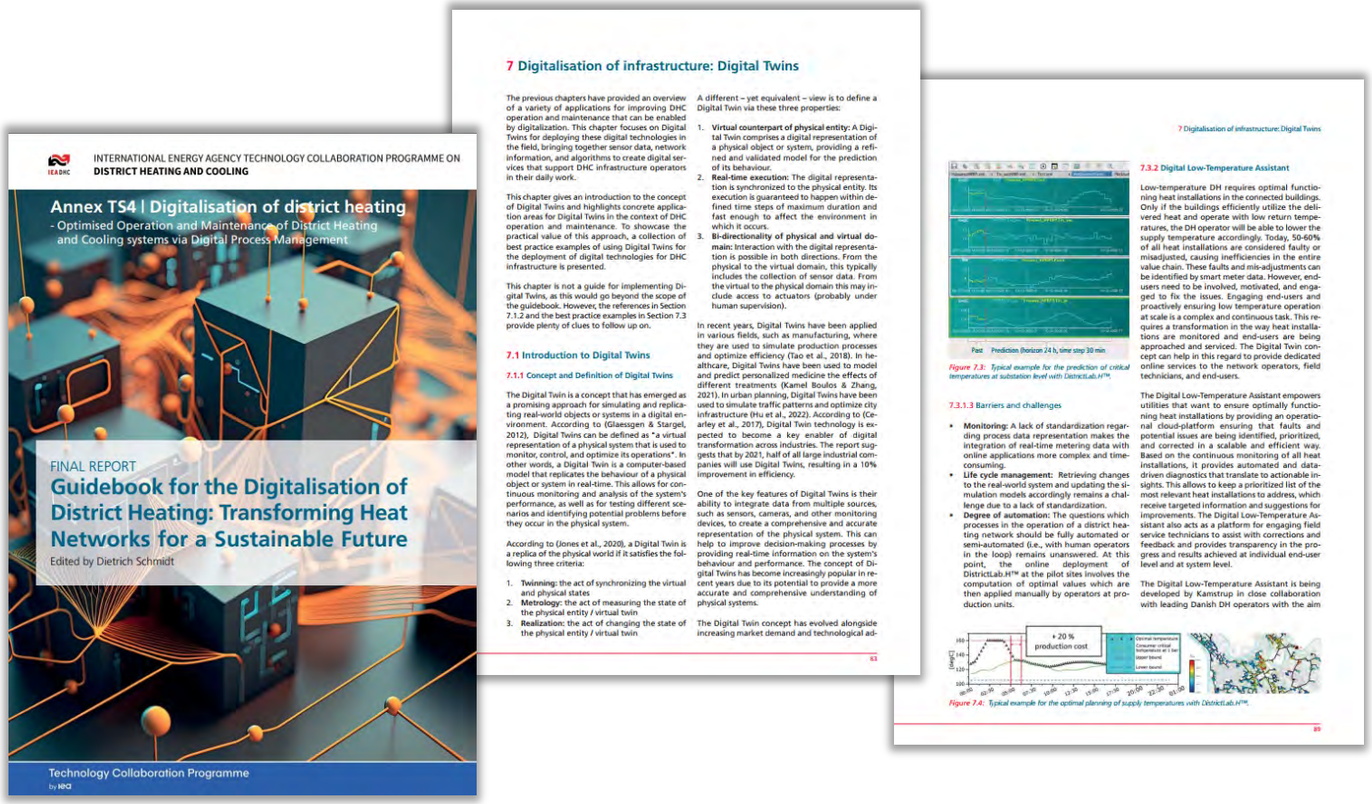



Quelle:Schmidt, Dietrich (ed.) et al., "*Guidebook for the Digitalisation of District Heating*" (2023)

# IEA DHC Annex TS4 Guidebook

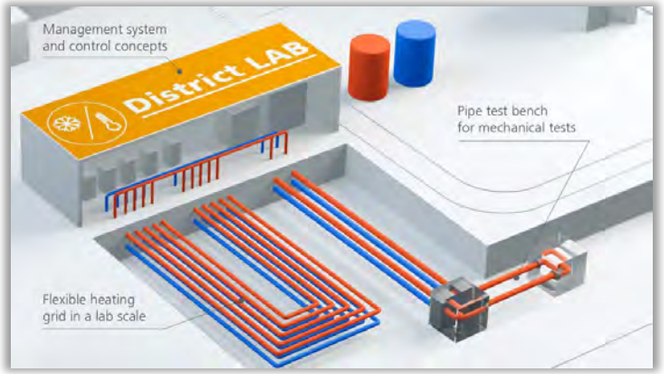
Schmidt, Dietrich (ed.) et al. (2023): *Guidebook for the Digitalisation of District Heating: Transforming Heat Networks for a Sustainable Future, Final Report of DHC Annex TS4*. ISBN **3-89999-096-X**, AGFW Project Company, Frankfurt am Main, Germany.

➔ Kapitel 7: „*Digitalisation of Infrastructure: Digital Twins*“



# Ausblick: IEA DHC Annex TS8

- Neuer IEA-Task: **IEA DHC Annex TS8 – Experimental Investigations of DHC Systems**
  - aktuell in Vorbereitungsphase
  - offizielle Arbeitsphase von 05/2024 – 04/2027
- Thema: **Experimentelle Erforschung von Fernwärmesystemen**
- Fokus auch auf die **Einbindung** von **digitalen Zwillingen** für **experimentelle Entwicklung**
  - digitale Zwillinge als Mock-up für reale Systeme
  - Verknüpfung von digitalen Zwillingen mit Laborexperimenten
- Bei Interesse bitte E-Mail an edmund.widl@ait.ac.at



# Vielen Dank!

**Dr. Edmund Widl**
AIT Austrian Institute of Technology
Center for Energy
Research Field Power System Digitalisation
edmund.widl@ait.ac.at

- *Betriebsoptimierung von Fernwärmenetzen mit Hilfe digitaler Zwillinge* (Ines Lindmeier, Wien Energie)

WIEN ENERGIE
WIENER STADTWERKE GRUPPE

# *Betriebsoptimierung von Fernwärmenetzen mit Hilfe digitaler Zwillinge*

© Wien Energie | Öffentlich

# Produkt-Portfolio

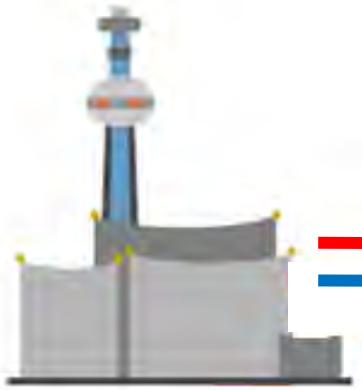
WIEN ENERGIE
WIENER STADTWERKE GRUPPE

Strom
Erdgas
Wärme
Kälte
Photovoltaik
Wasserkraft
Windkraft
Energiedienst-leistungen
Energieeffizienz
E-Mobilität
Energie-gemeinschaften
Bürger*innen-Kraftwerke
Forschung & Innovation
Telekommunikation
IoT
Wasserstoff


© Wien Energie | Öffentlich
Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum von Wien Energie | Alle Rechte vorbehalten

Fernwärme
>1.300 km Trassenlänge ~ 5.900 GWh/a
> 600 Sekundär-netze
> 10.000 Sekundär-stationen
> 440.000 Haushalte > 7.800 Großkunden
Fernkälte
>16 km Leitungslänge
200 MW
20 Kälte-zentralen
Jährliche Wachstums-rate 10-15%

# Wiener Fernwärmenetz



**PRIMÄRNETZ**
hoher Druck
hohe Temperaturen bis 160°C

UFO

**UMFORMER (UFO)**
**Große Abnehmer**
Krankenhäuser
Industriebetriebe

**~2.500**

GUFO

GUFO

**GEBIETSUMFORMER (GUFO)**
Hydraulische Trennung
Primär- und Sekundärnetz

**~ 600**

**SEKUNDÄRSTATION**
Übergabestation im Gebäude

**~7.500**

Stiege 2
Wohnung 1
Wohnung 2
Wohnung n

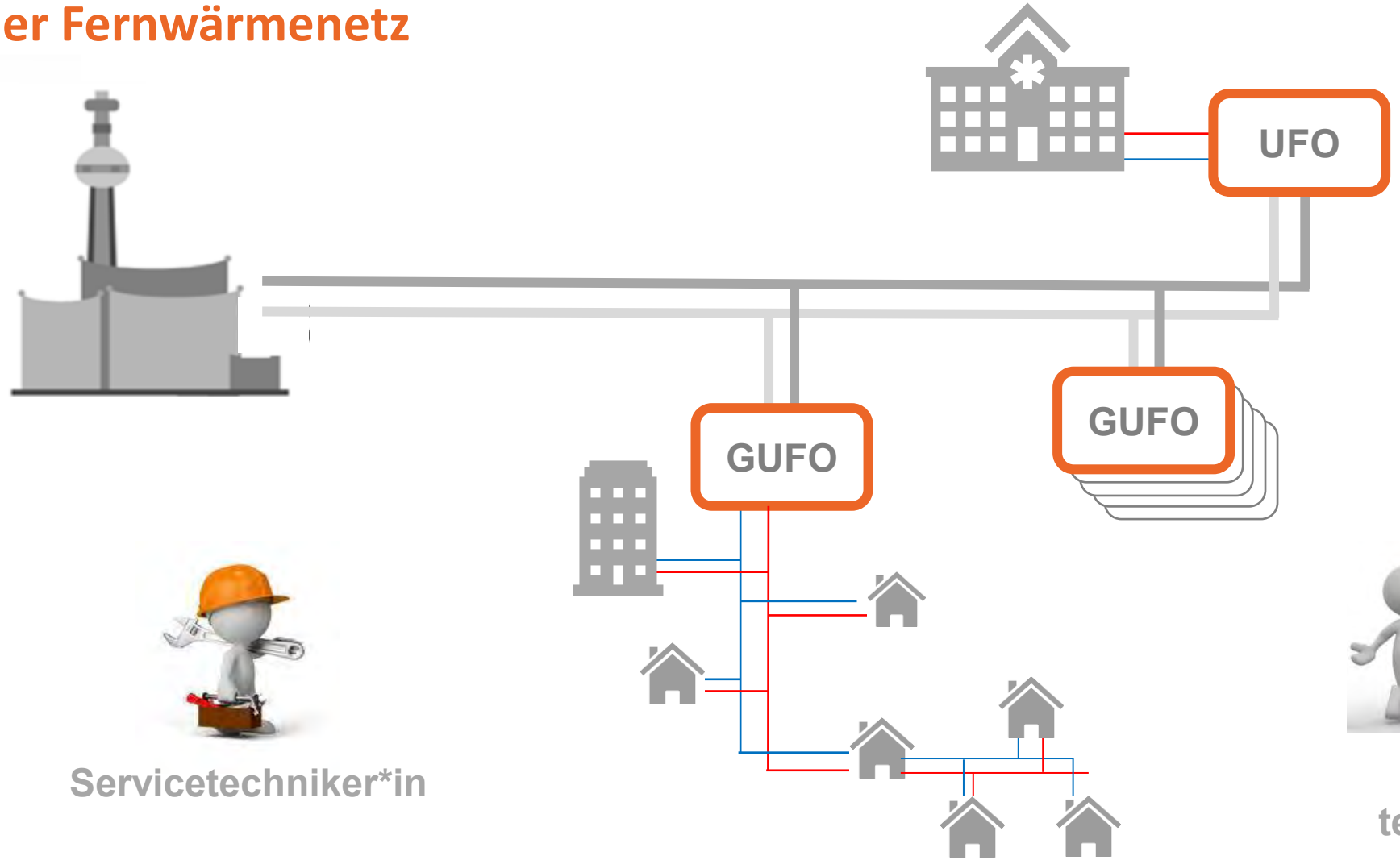
**>440.000**

**SEKUNDÄRNETZ**
niedrigerer Druck
niedrigere Temperaturen bis 90°C

Stiege 1
Stiege n

Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum von Wien Energie | Alle Rechte vorbehalten

# Wiener Fernwärmenetz






Servicetechniker*in

Effizienz-
techniker*in

Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum von Wien Energie | Alle Rechte vorbehalten

# Wiener Fernwärmenetz – Wartung & energieeffizienter Betrieb Sekundärnetze

WIEN ENERGIE
WIENER STADTWERKE GRUPPE

> 23.000 Störungen pro Jahr beheben

Kapazitäten schaffen

Systemtemperaturen senken

> 8.000 Reparaturen + 6.000 Kontrollen pro Jahr durchführen

Flexibilitäten nutzen

> 10.000 Stationen betreiben

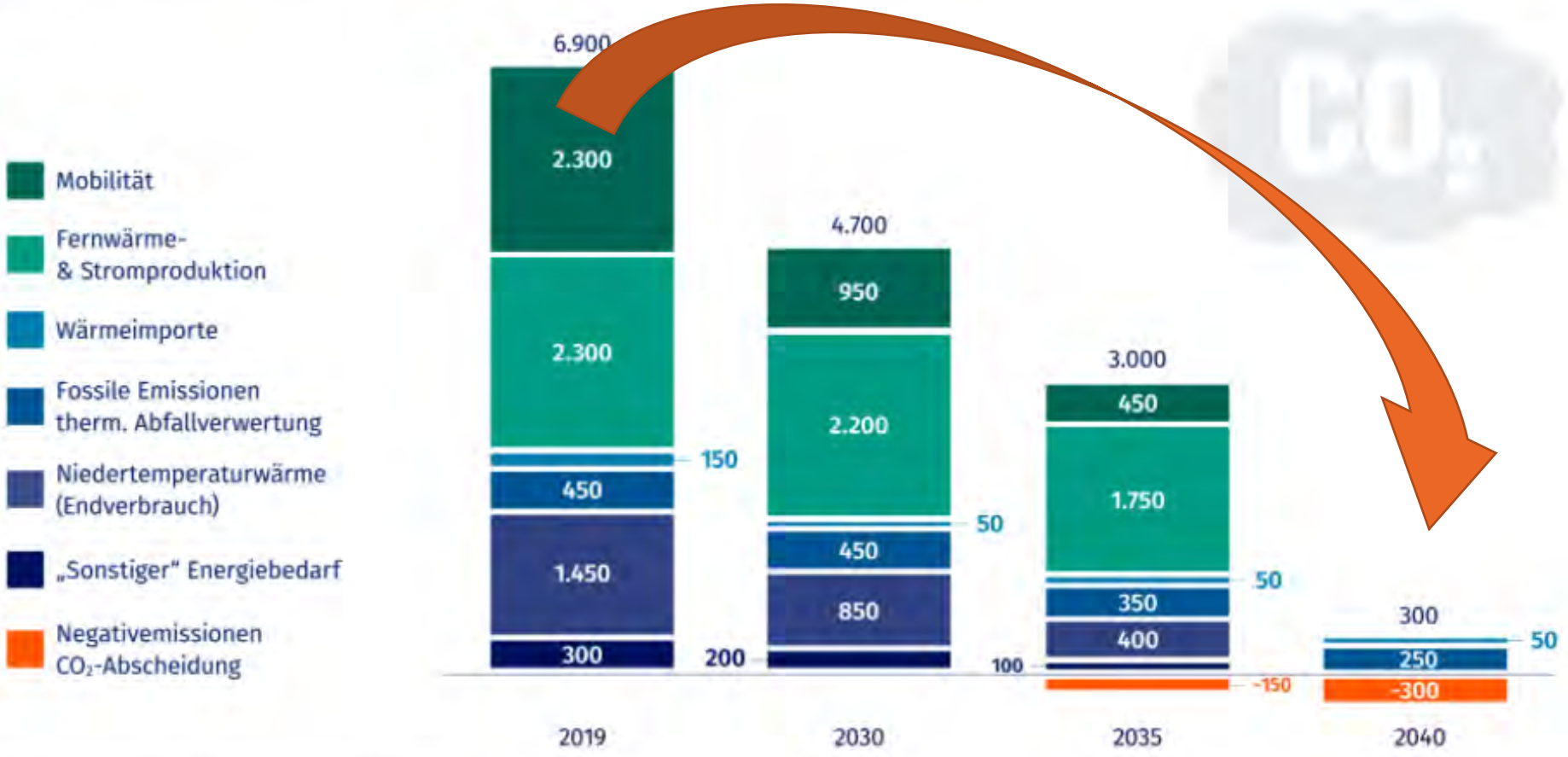
> 440.000 Haushalte + > 7.800 Großkunden versorgen

Kundenanlagen optimieren

Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum von Wien Energie | Alle Rechte vorbehalten

# $CO_2$-Emissionen in Wien per Sektor

kt pro Jahr

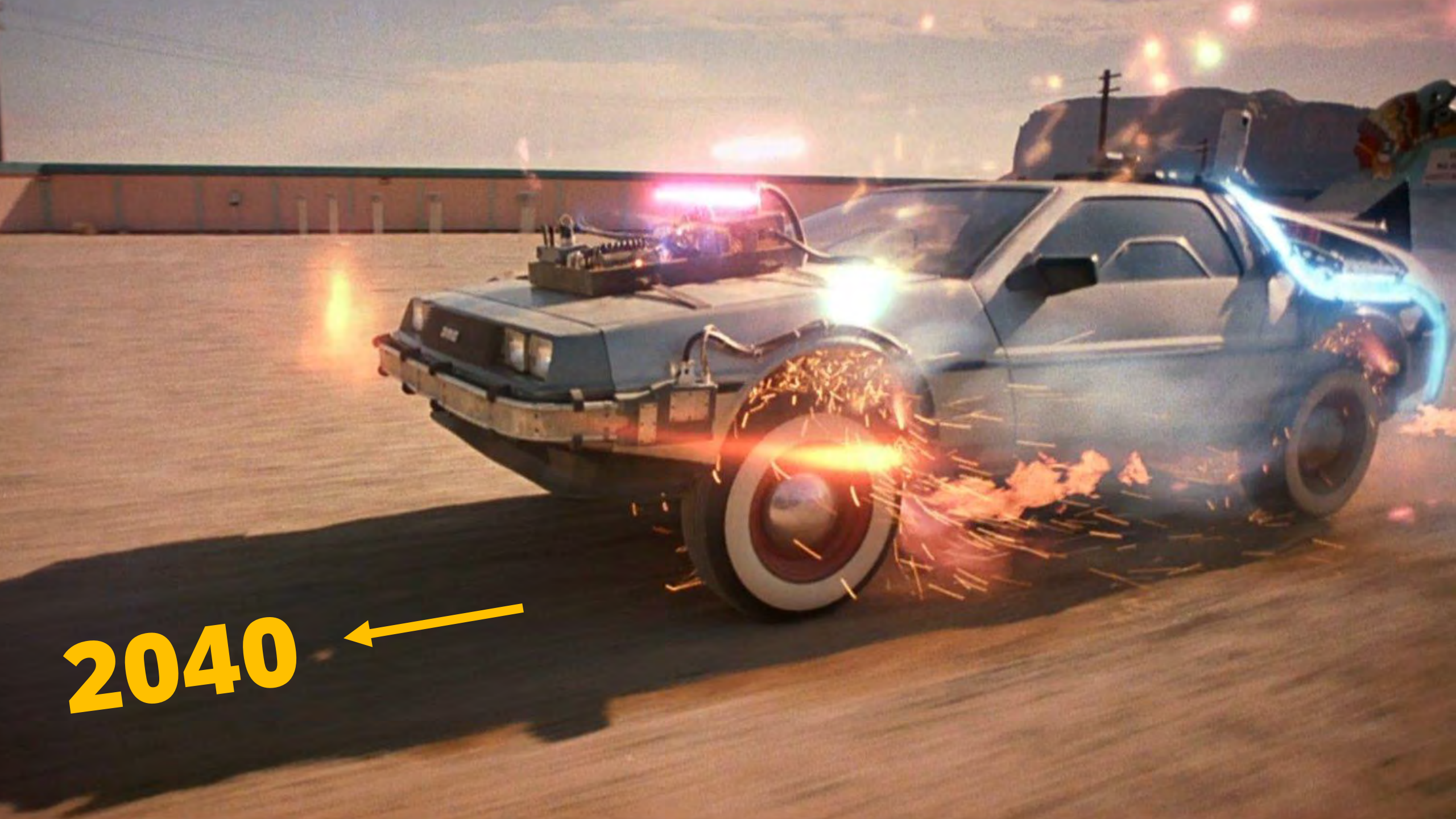



Ergebnisse gerundet auf ganze 50 kt.
Über den Säulen: Gesamtemissionen vor Berücksichtigung der Kompensation durch Abscheidung biogener Emissionen

Quelle: Compass Lexecon, Wien Energie, 2021


© Wien Energie | Öffentlich

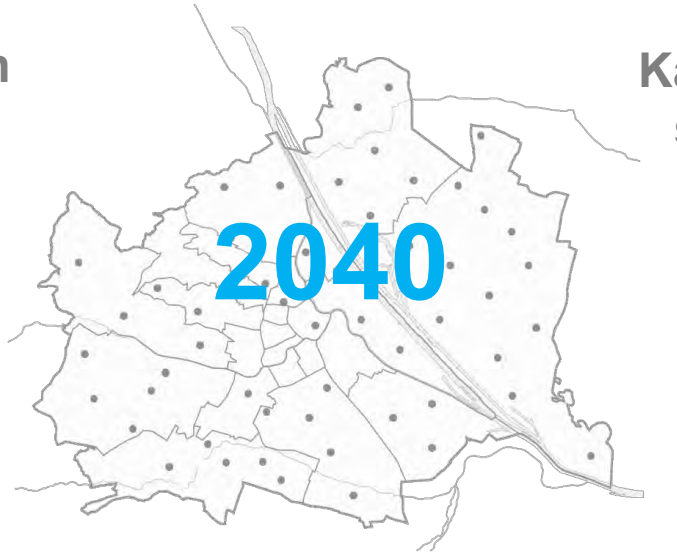
Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum von Wien Energie | Alle Rechte vorbehalten


2040

# Dekarbonisierung ist abgeschlossen

mobiler Datenzugriff

> 23.000 Störungen pro Jahr beheben




Kapazitäten schaffen

100% der Regelungen fernsteuerbar

> 8.000 Reparaturen + 6.000 Kontrollen pro Jahr durchführen

Systemtemperaturen senken

100% der Wärmemengenzähler liefern alle 15 min Daten

Künstliche Intelligenz ermöglicht vorrausschauende Wartung

> 10.000 Stationen betreiben

Flexibilitäten nutzen

Digital Twins

automatisierter dynamischer Netzbetrieb

> 440.000 Haushalte + > 7.800 Großkunden versorgen

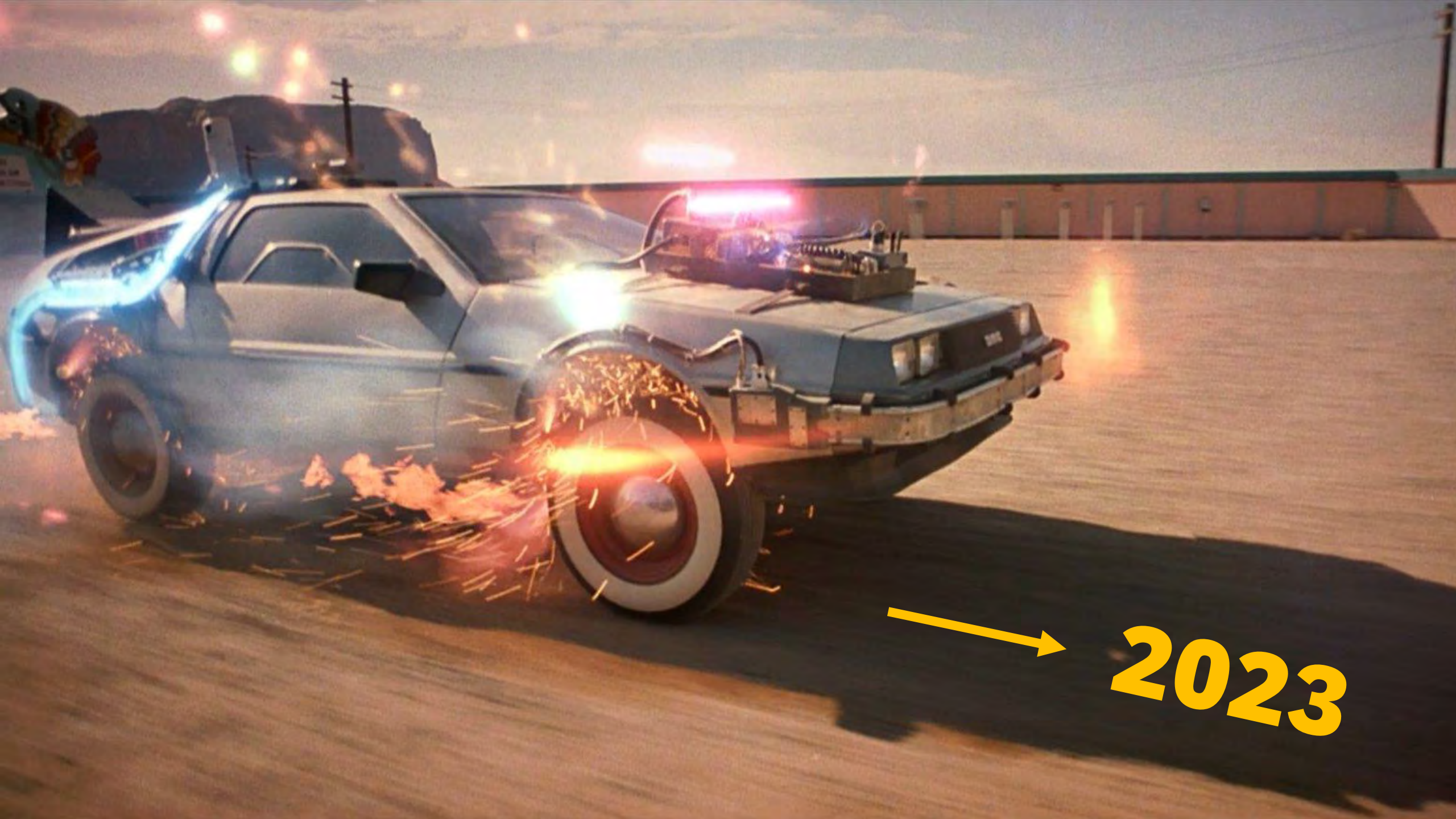
„Smart Engineers“

Automatisches Live Monitoring von 100% aller Anlagen in einem GUFO-Netz

Digitales Assetmanagement

Kundenanlagen optimieren

Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum von Wien Energie | Alle Rechte vorbehalten


2023

# Dekarbonisierung ist abgeschlossen

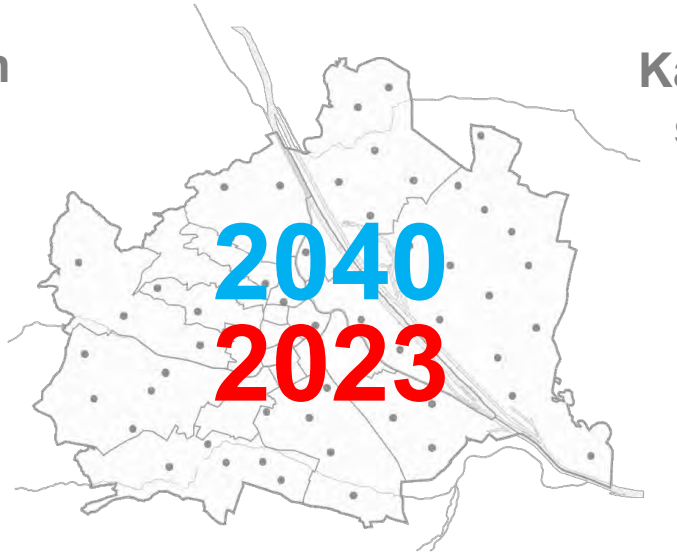
eine Herausforderung

WIEN ENERGIE
WIENER STADTWERKE GRUPPE

mobiler Datenzugriff

> 23.000 Störungen pro Jahr beheben

> 8.000 Reparaturen + 6.000 Kontrollen pro Jahr durchführen



2040
2023

Kapazitäten schaffen

25%

100% der Regelungen fernsteuerbar

Systemtemperaturen senken

25%

100% der Wärmemengenzähler liefern alle 15 min Daten

Künstliche Intelligenz ermöglicht vorrausschauende Wartung

> 10.000 Stationen betreiben

Pilotprojekte

„Smart Engineers“

Digitales Assetmanagement

> 440.000 Haushalte + > 7.800 Großkunden versorgen

Kundenanlagen optimieren

Flexibilitäten nutzen

25%

Automatisches Live Monitoring von 100% aller Anlagen in einem GUFO-Netz

Digital Twins

automatisierter dynamischer Netzbetrieb

Pilotprojekte

Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum von Wien Energie | Alle Rechte vorbehalten

© Wien Energie | Öffentlich

Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum von Wien Energie | Alle Rechte vorbehalten

© Wien Energie | Öffentlich

Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum von Wien Energie | Alle Rechte vorbehalten

WIEN ENERGIE
WIENER STADTWERKE GRUPPE

**Wie wärs mit einem digitalen Zwilling?**

**InnoChallenge 2021**

Gradyent

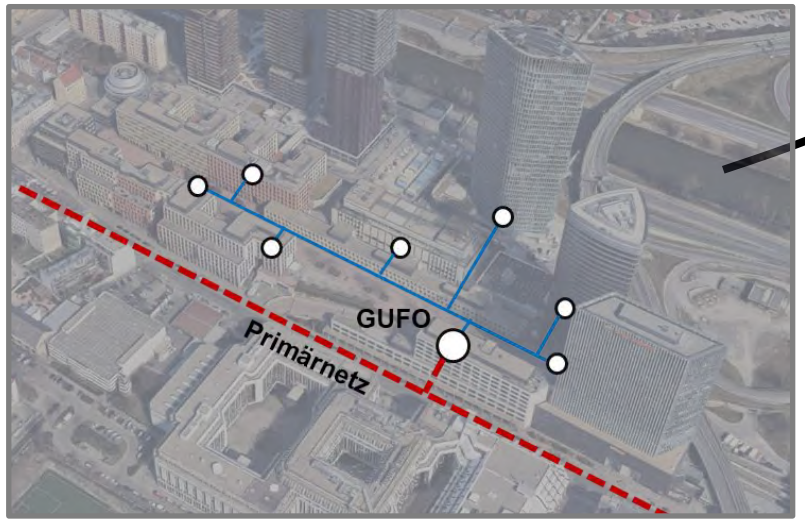

© Wien Energie | Öffentlich
Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum von Wien Energie | Alle Rechte vorbehalten

# Digitale Zwillinge von Sekundärnetzen

WIEN ENERGIE
WIENER STADTWERKE GRUPPE

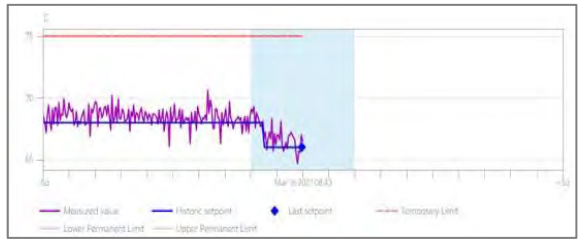
**Digital Twin**

Gradyent

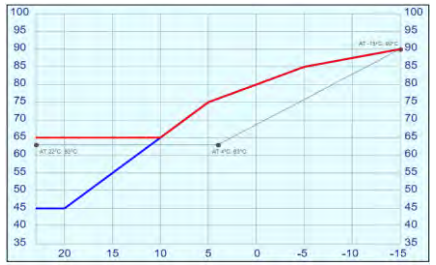



Beispielbild – stellt kein reales Netz dar

**Dynamische VLT-Regelung**



**Statische Heizkurve**



GUFO


© Wien Energie | Intern
Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum von Wien Energie | Alle Rechte vorbehalten

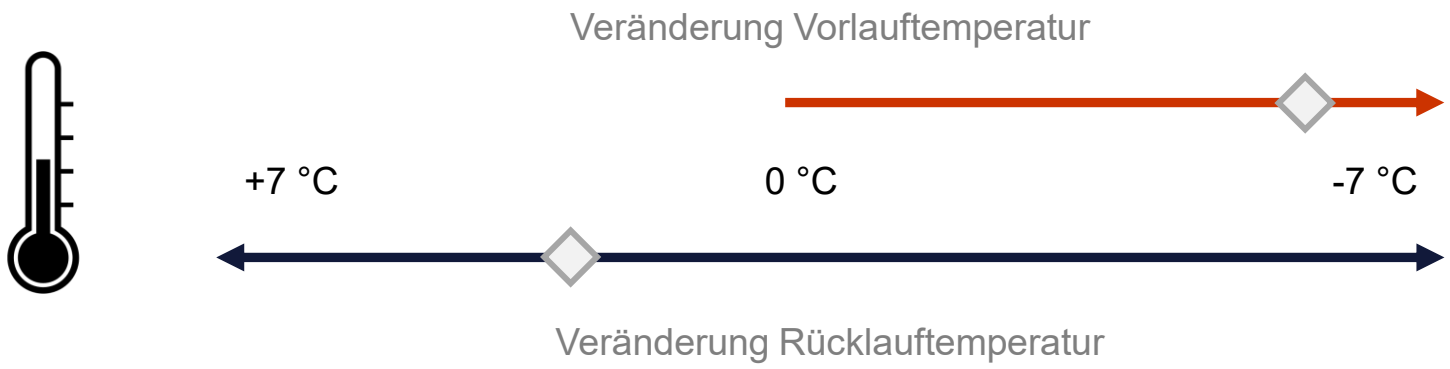
Gradyent

# Digitale Zwillinge von Sekundärnetzen

| | GNN001 |
|---|---|
| Verbrauch p.a. | 10 GWh |
| Effizienz | 95% |
| Anteil Smart Heat Meter | 100% |
| Vorlauftemperatur s.q. | 70°C |

Das Netz ist nur so gut wie der schlechteste Abnehmer!

Stärke Kundeneinbindung erforderlich!



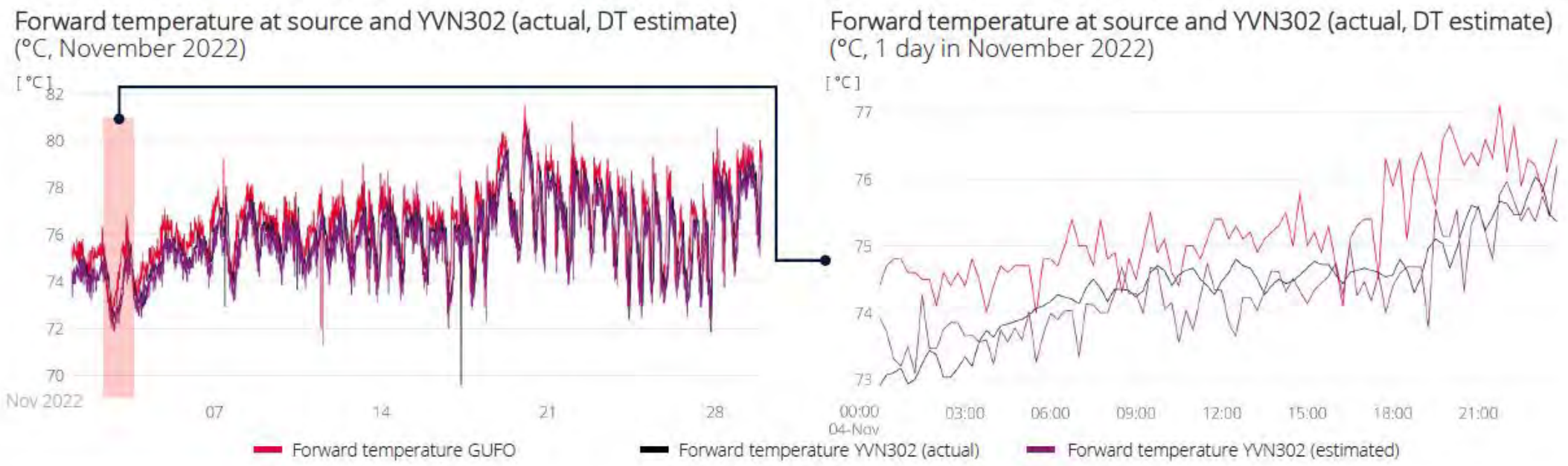


© Wien Energie | Intern
Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum von Wien Energie | Alle Rechte vorbehalten

# Digitale Zwillinge von Sekundärnetzen

WIEN ENERGIE
WIENER STADTWERKE GRUPPE

## Validierung (Winter)




- The Digital Twin estimates both **heat losses** and **time-of-travel** fairly accurately for the YVN302 near end-of-net sub station as can be seen in the zoom-in of plots on the right
- The time of travel depends on the period selected

Source: 2022 internal Project Report „Smart Thermal Network“ Author: Gradyent

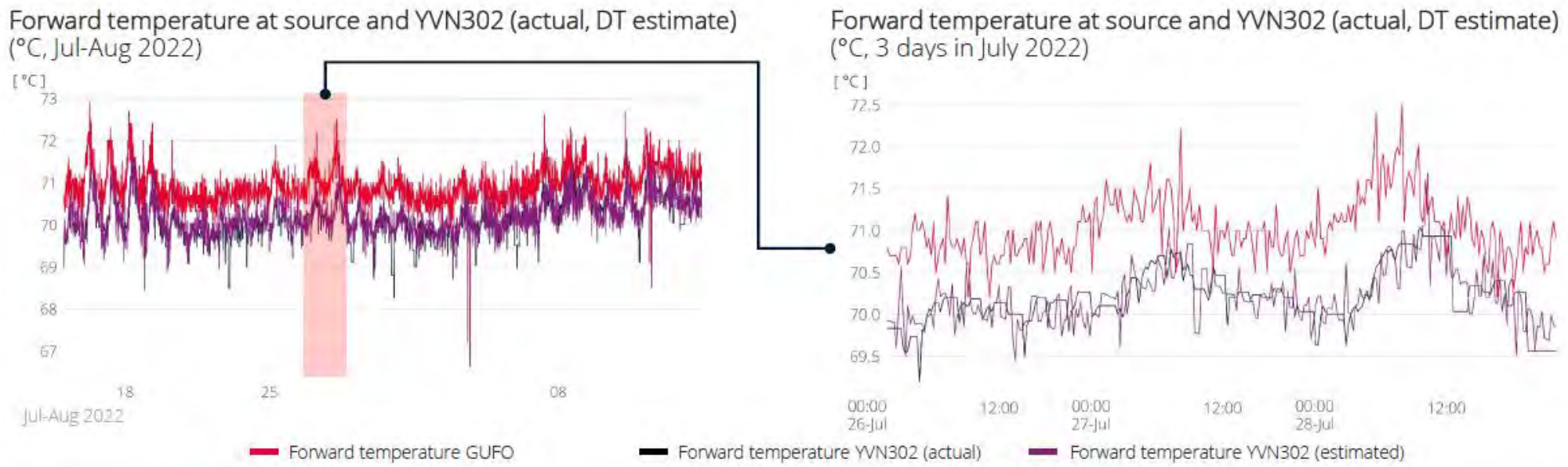

© Wien Energie | Öffentlich
Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum von Wien Energie | Alle Rechte vorbehalten


Gradyent

# Digitale Zwillinge von Sekundärnetzen

WIEN ENERGIE
WIENER STADTWERKE GRUPPE

## Validierung (Sommer)




- The Digital Twin estimates both **heat losses** and **time-of-travel** fairly accurately for the YVN302 near end-of-net sub station as can be seen in the zoom-in of plots on the right

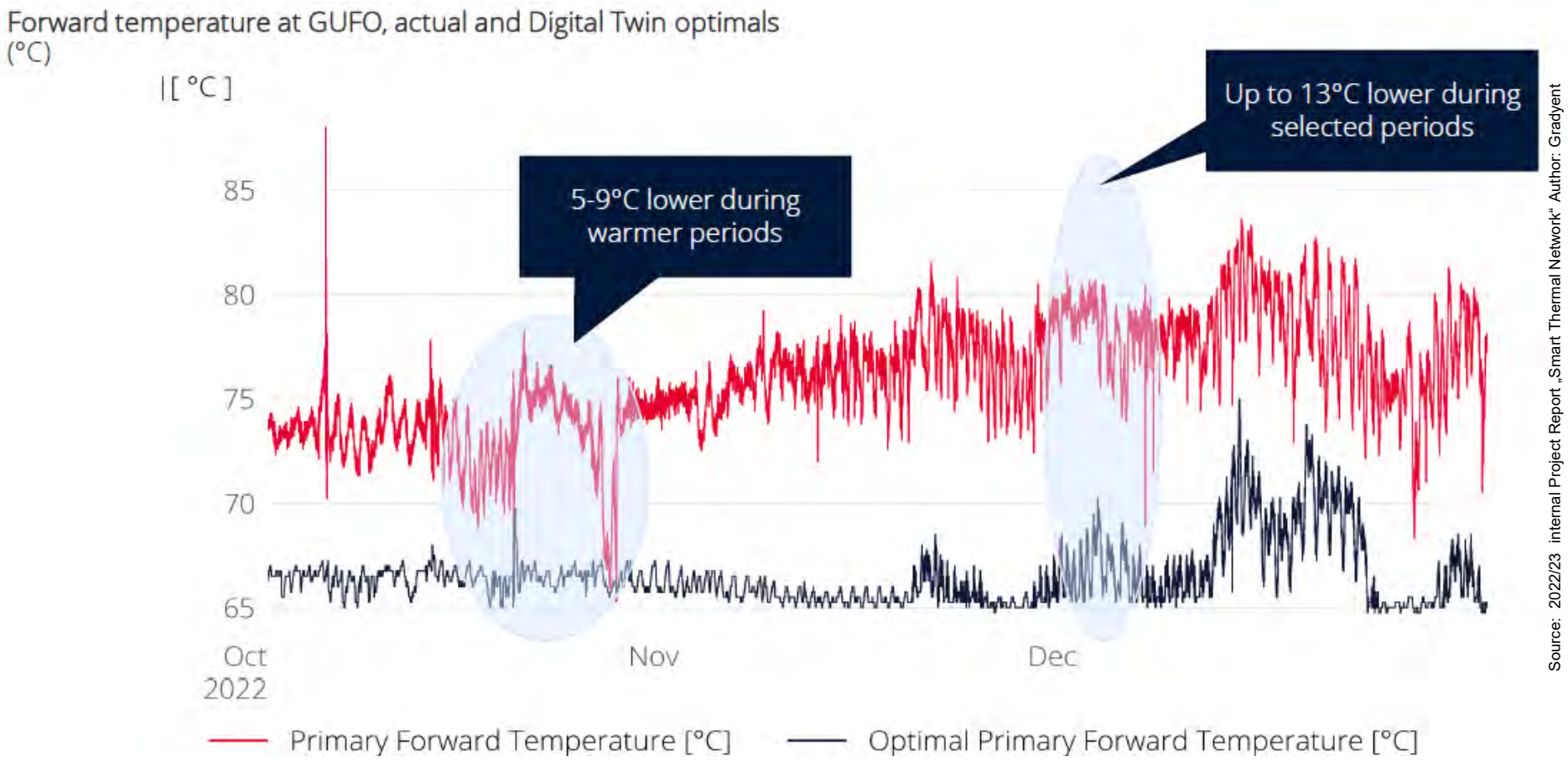
Source: 2022 internal Project Report „Smart Thermal Network“ Author: Gradyent


© Wien Energie | Öffentlich
Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum von Wien Energie | Alle Rechte vorbehalten

Gradyent

# Digitale Zwillinge von Sekundärnetzen

## Optimierungspotentiale aufzeigen

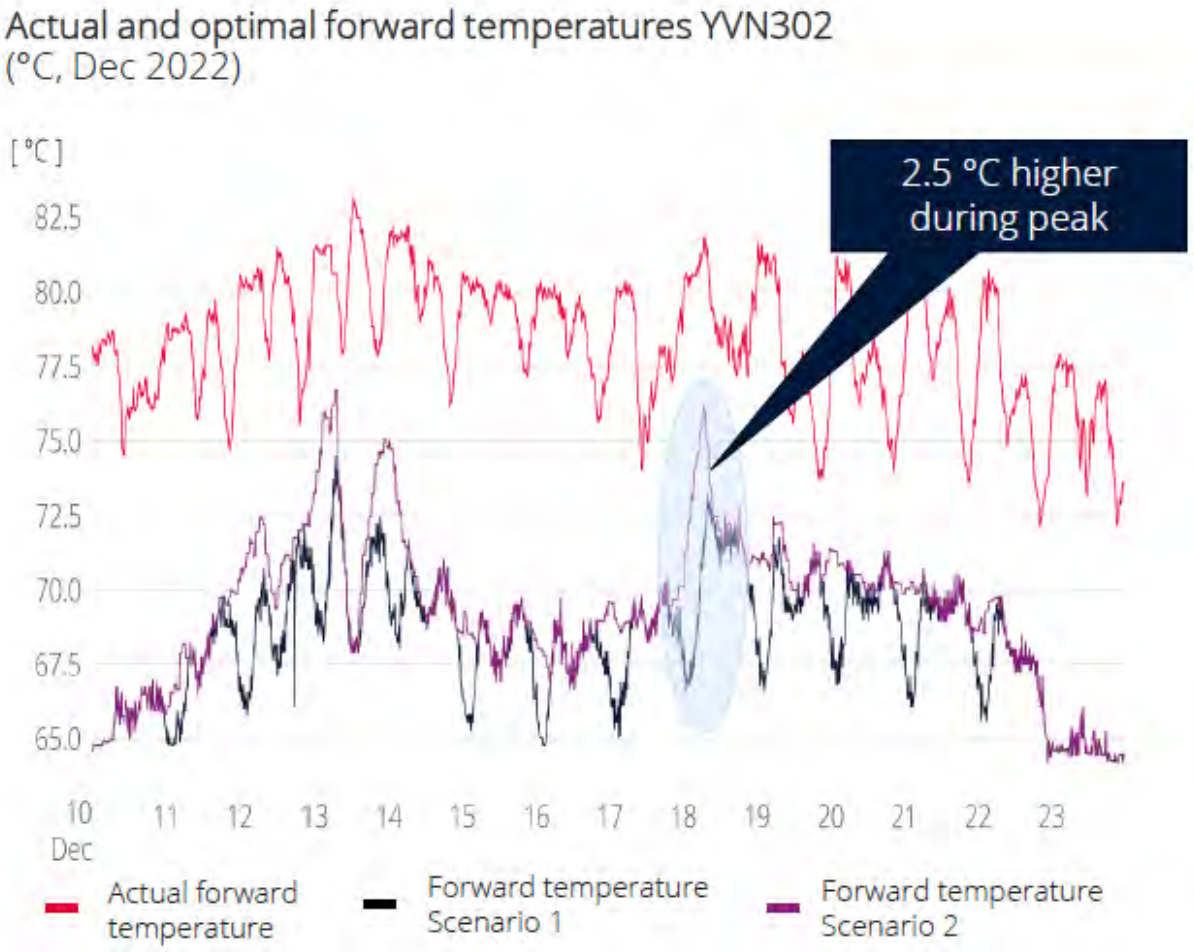


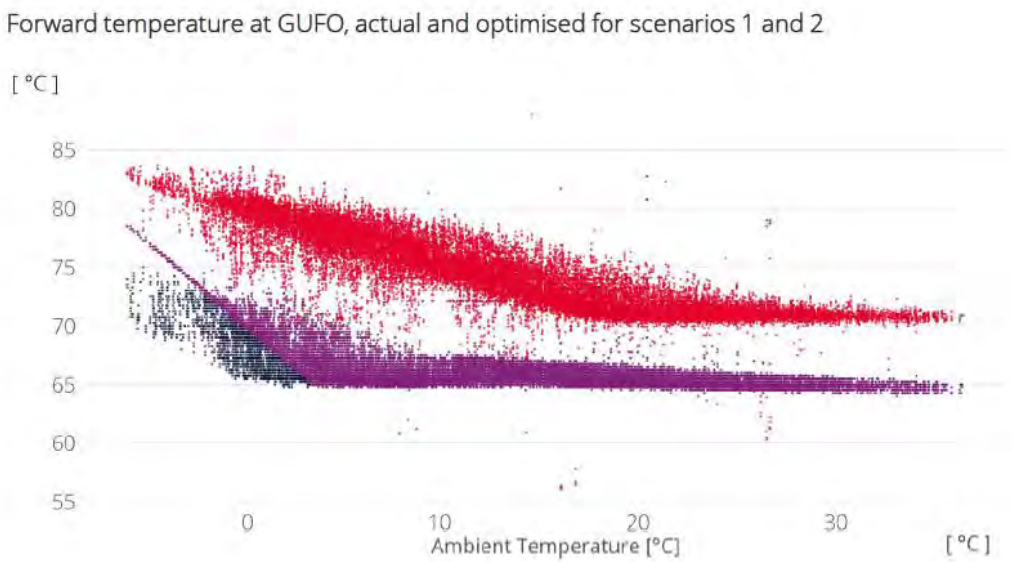

Source: 2022/23 internal Project Report „Smart Thermal Network" Author: Gradyent


© Wien Energie | Öffentlich
Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum von Wien Energie | Alle Rechte vorbehalten

# Digitale Zwillinge von Sekundärnetzen

## Szenarienvergleich



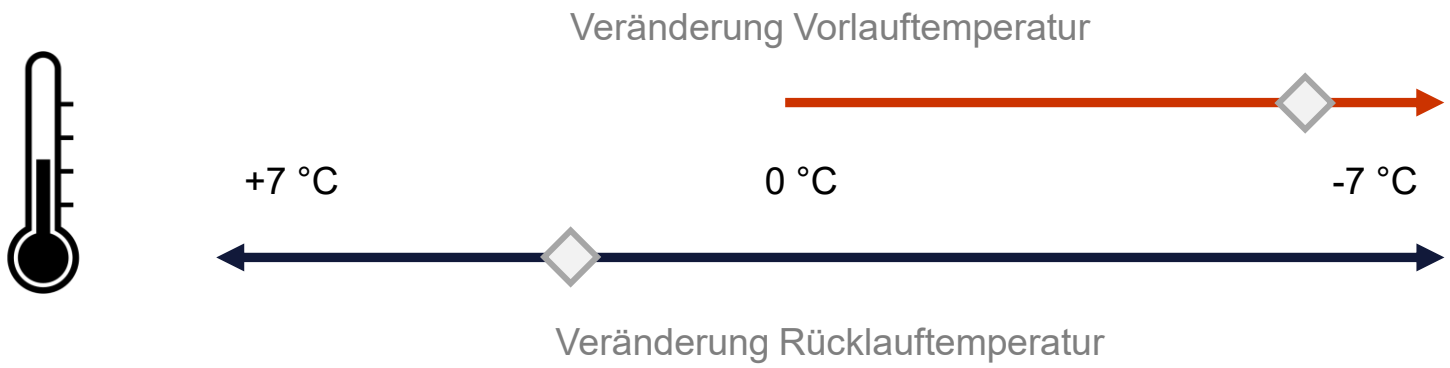




Source: 2022/23 internal Project Report „Smart Thermal Network“ Author: Gradyent


© Wien Energie | Öffentlich
Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum von Wien Energie | Alle Rechte vorbehalten

# Digitale Zwillinge von Sekundärnetzen

| | GNN001 ◇ | GMR903 △ | GLR001 □ | GDO903 ✚ | GJP002 ⊙ |
|---|---|---|---|---|---|
| Verbrauch p.a. | 10 GWh | 24 GWh | 7 GWh | 23 GWh | 3 GWh |
| Effizienz | 95% | 81% | 94% | 78% | 88% |
| Anteil Smart Heat Meter | 100% | 82% | 7% | 88% | 92% |
| Vorlauftemperatur | 70°C | 68°C | 70°C | 70°C | 66°C |

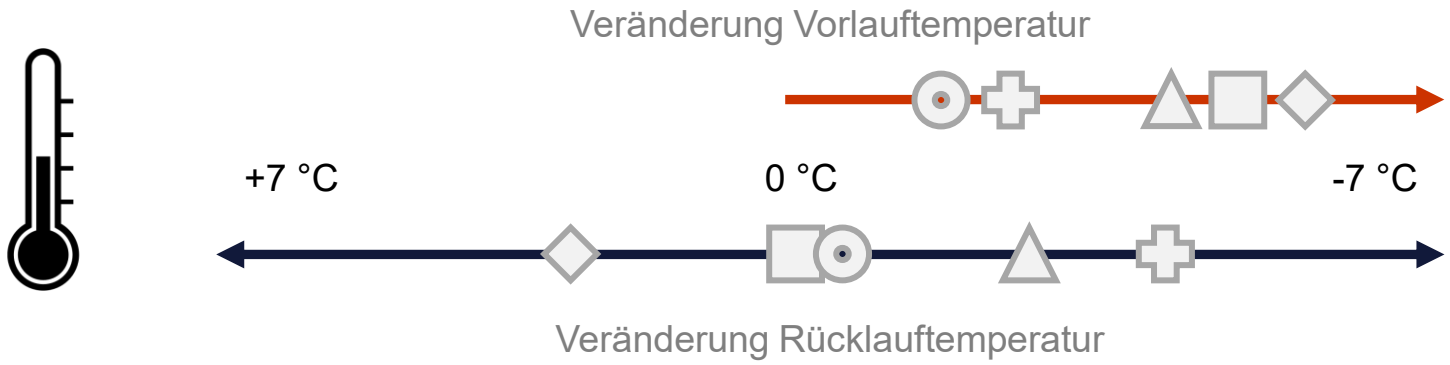




© Wien Energie | Intern
Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum von Wien Energie | Alle Rechte vorbehalten

# Digitale Zwillinge von Sekundärnetzen

| | GNN001 ◇ | GMR903 △ | GLR001 □ | GDO903 ✚ | GJP002 ⊙ |
|---|---|---|---|---|---|
| Verbrauch p.a. | 10 GWh | 24 GWh | 7 GWh | 23 GWh | 3 GWh |
| Effizienz | 95% | 81% | 94% | 78% | 88% |
| Anteil Smart Heat Meter | 100% | 82% | 7% | 88% | 92% |
| Vorlauftemperatur | 70°C | 68°C | 70°C | 70°C | 66°C |





© Wien Energie | Intern
Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum von Wien Energie | Alle Rechte vorbehalten

# Digitale Zwillinge von Sekundärnetzen

WIEN ENERGIE
WIENER STADTWERKE GRUPPE

| | GNN001 | GMR903 | GLR001 | GDO903 | GJP002 |
|---|---|---|---|---|---|
| Verbrauch p.a. | 10 GWh | 24 GWh | 7 GWh | 23 GWh | 3 GWh |
| Effizienz | 95% | 81% | 94% | 78% | 88% |
| Anteil Smart Heat Meter | 100% | 82% | 7% | 88% | 92% |
| Vorlauftemperatur s.q. | 70°C | 68°C | 70°C | 70°C | 66°C |

**Potential Skalierung ?**

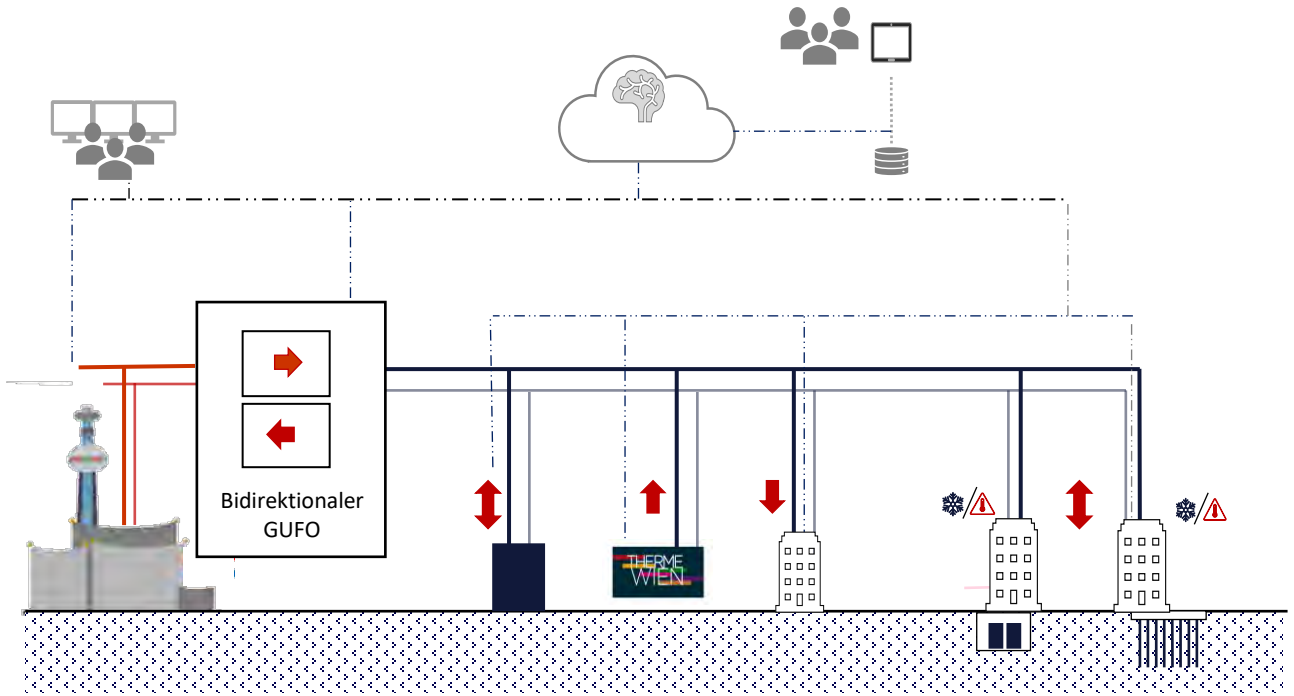

© Wien Energie | Intern
Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum von Wien Energie | Alle Rechte vorbehalten

Gradyent

# Digitale Zwillinge von Sekundärnetzen

## Potential „innovative“ Netze (Forschungsprojekt „DeRiskDH“)

- Sekundärnetz Oberlaa - Therme Wien

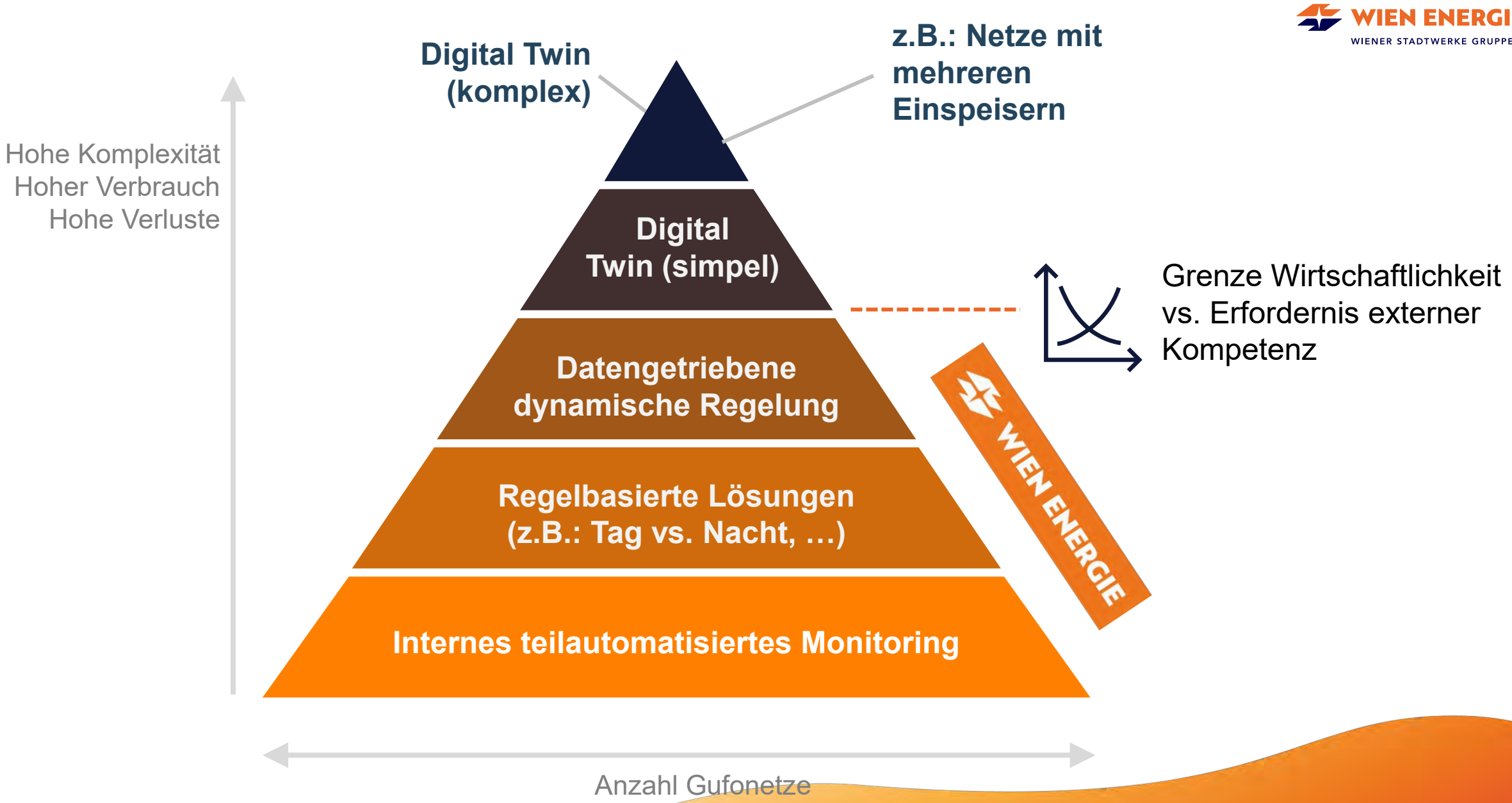



- Erwartete Einsparungen

| | |
|---|---|
| Strombedarf | 600 MWh/a |
| Verluste | 100 MWh/a |

**physikalisches Model**
vs.
interner Aufwand


© Wien Energie | Intern
Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum von Wien Energie | Alle Rechte vorbehalten





© Wien Energie | Öffentlich
Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum von Wien Energie | Alle Rechte vorbehalten

# Digitale Zwillinge von Sekundärnetzen – Vor- und Nachteile

WIEN ENERGIE
WIENER STADTWERKE GRUPPE

Schnelles „go live“

Schnelle Basisoptimierung ohne Kundeneinbindung

Data Deep Dive und Monitoring

Simulation & Optimierung von komplexen Systemen

Möglich mit
< 100% smart heat meter

Skalierungspotential ist abhängig vom digitalen Reifegrad des EVU

Diese Art von digitalem Zwilling nicht für alle Netze wirtschaftlich

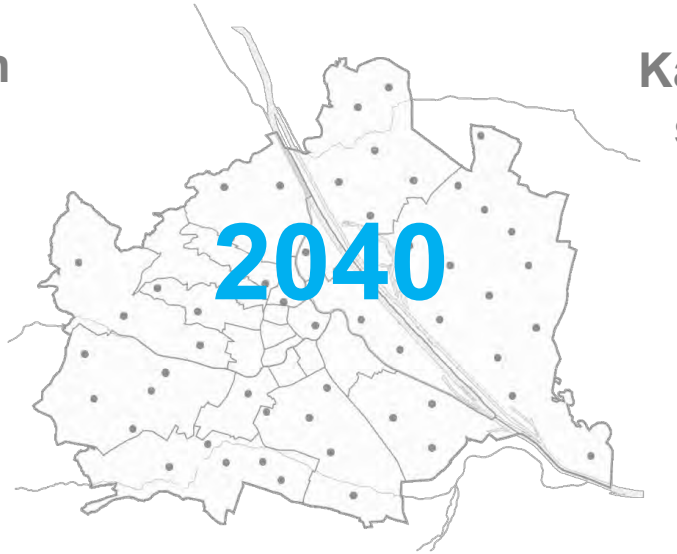
Externe Partner
Wenig interner KnowHow Aufbau/Transfer


© Wien Energie | Öffentlich
Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum von Wien Energie | Alle Rechte vorbehalten

# Dekarbonisierung ist abgeschlossen

mobiler Datenzugriff

> 23.000 Störungen pro Jahr beheben




Kapazitäten schaffen

100% der Regelungen fernsteuerbar

> 8.000 Reparaturen + 6.000 Kontrollen pro Jahr durchführen

Systemtemperaturen senken

100% der Wärmemengenzähler liefern alle 15 min Daten

Künstliche Intelligenz ermöglicht vorrausschauende Wartung

> 10.000 Stationen betreiben

Flexibilitäten nutzen

**Digital Twins**

automatisierter dynamischer Netzbetrieb

„Smart Engineers“

> 440.000 Haushalte + > 7.800 Großkunden versorgen

Automatisches Live Monitoring von 100% aller Anlagen in einem GUFO-Netz

Digitales Assetmanagement

Kundenanlagen optimieren

Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum von Wien Energie | Alle Rechte vorbehalten

# Ihre Ansprechpartnerin

WIEN ENERGIE
WIENER STADTWERKE GRUPPE

**Ines Lindmeier**
Projektmanagement
+43 (0)1 4004-36724
ines.lindmeier@wienenergie.at


© Wien Energie | Öffentlich

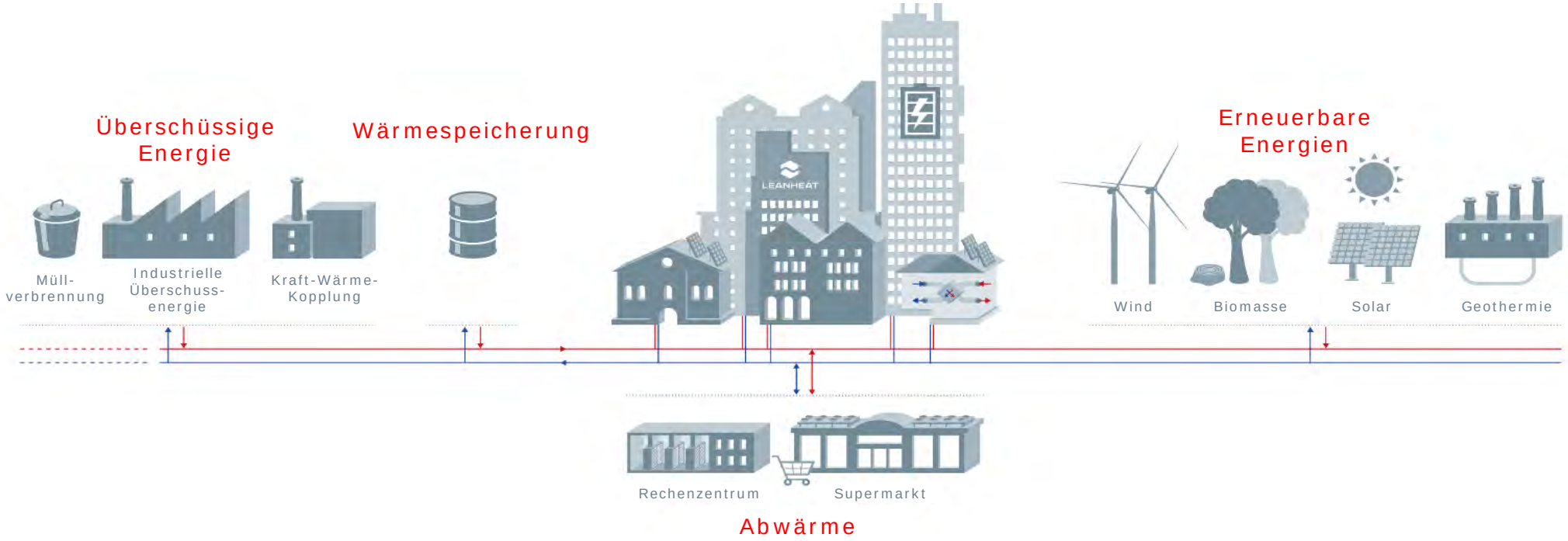
DIE ENERGIE VON WIEN
treibt den
Klimaschutz voran.
WIENER LINIEN | WIEN ENERGIE | WIENER NETZE | WIENER LOKALBAHNEN | WIPARK | WIEN IT
BESTATTUNG WIEN | FRIEDHÖFE WIEN | UPSTREAM MOBILITY | IMMOH | GWSG
WIENER STADTWERKE GRUPPE
WIEN ENERGIE

- *Digitalisierungs-Lösungen von Danfoss* (Peter Ott, Danfoss Österreich)

ENGINEERING
TOMORROW

# Optimierung mit Digital Twins - Danfoss Leanheat® und Titan

# Trends in der Fernwärme – 4G




Von einer Wärmequelle zu …

MEHREREN WÄRMEQUELLEN

Von fossilen Energieträgern zu …

ERNEUERBARER ENERGIE UND ABWÄRME

Von hoher Vorlauftemperatur zu …

NIEDERTEMPERATUR-FERNWÄRME



Classified as Business

# Herausforderungen in der Fernwärme

## ΔT Optimierung

Ökonomische Balance zwischen Spreizung und Volumenstrom

## Optimale Netzgestaltung

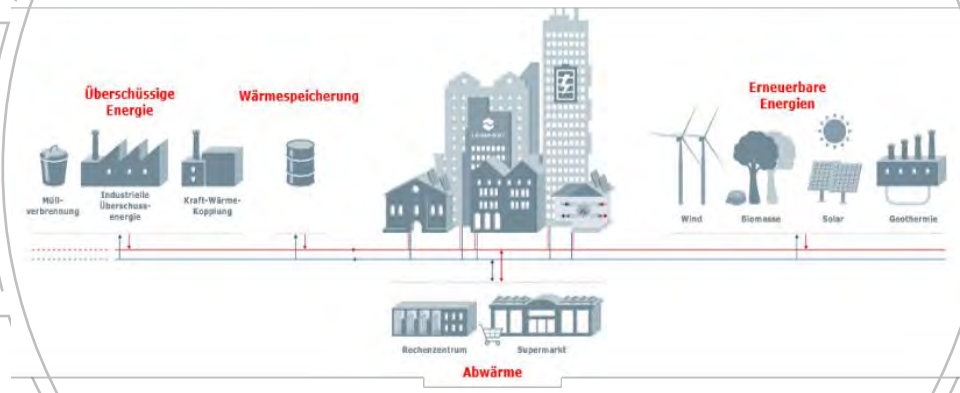
Durch Neuanschluss und Neubau

## Dezentralisierung – Brennstoffkomplexität

Erzeugung: Mehrere Wärmequellen inkl. Renewables, Abwärme, Speicher

## Dekarbonisierung

Gesetzgebung und Umweltschutz / Energieeffizienz




## Spitzenlastnachfrage

Erhöht Gesamtkosten (Opex und Capex)

## Legacy SCADA-Systeme

Datenintegration schwierig und zeitintensiv

## Ermöglichung neuer Geschäftsmodelle

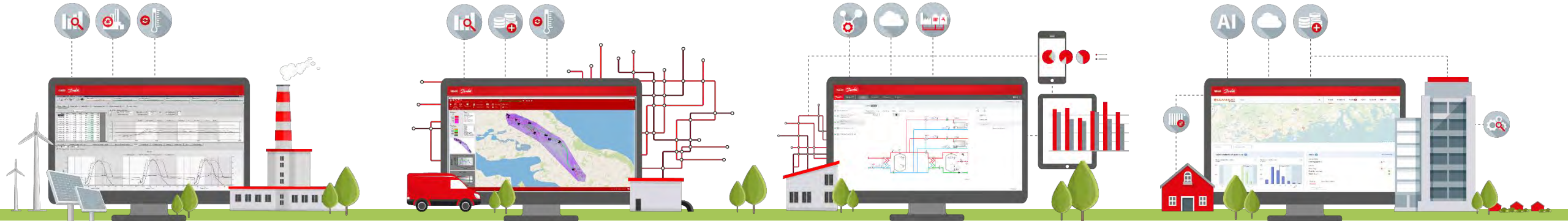
Attraktive Geschäftsfelder für die Zukunft

## Resilienz & Flexibilität

Betriebseffizienz unter neuen Bedingungen


Classified as Business

# End-to-End-Fernwärmelösung von Danfoss
## Von Komponenten bis hin zu Optimierungstools und Service




Production (LHP) | Network (LHN) | Monitor (LHM) | Building (LHB)

# Leanheat® Suite

| Leanheat® Production (LHP) | Leanheat® Network (LHN) | Leanheat® Monitor (LHM) | Leanheat® Building (LHB) | |
|---|---|---|---|---|
| Lastprognose<br>Statistische Optimierung der Vorlauftemperatur<br>Produktionsoptimierung<br>Produktionsplanung | Digital Twin des Netzwerks<br>Online-Visualisierung des Netzwerkbetriebs<br>Hydraulische Vorlauftemperaturoptimierung<br>Druckoptimierung | Fernzugriff und Kontrolle<br>Digital Twin der Übergabestation<br>Einfache Datenintegration, -extraktion und -interpretation | Spitzenlast Optimierung<br>Energie Optimierung | Kundenbindung<br>Rücklauftemperatur Optimierung |

Daten API HUB

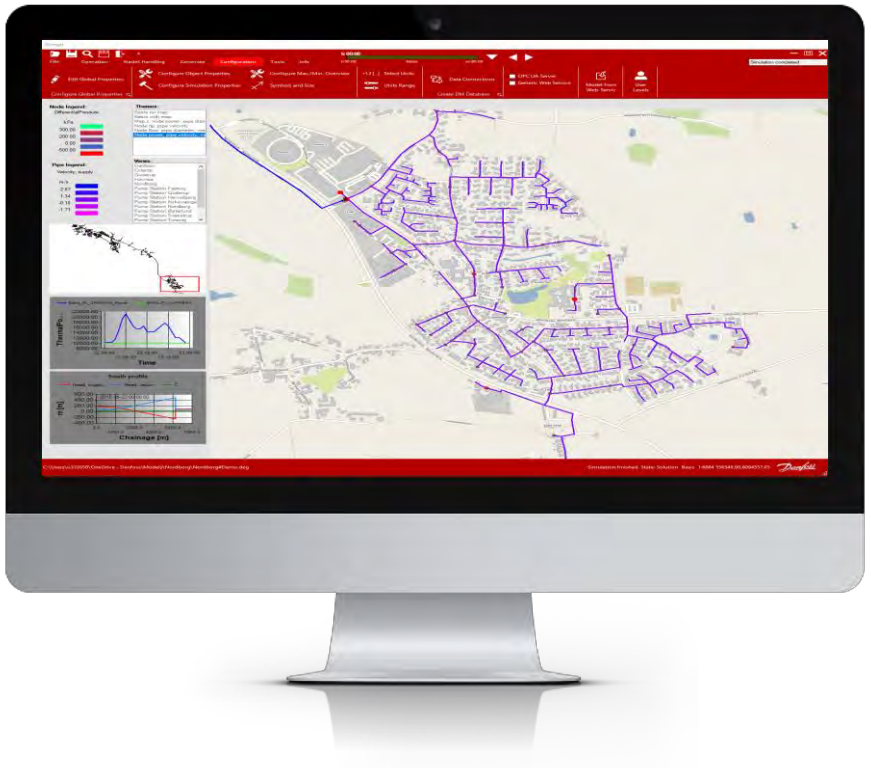
AI Engine

| Primärseite (Planung, Netzbetrieb, Produktion) | Sekundärseite (Gebäude) |
|---|---|



Classified as Business

# Leanheat® Network
## Online – der Digital Twin



**Berechnung** und **Umsetzung** optimaler hydraulischer Betriebsparameter

Übersicht zu **Temperaturen, Volumenströmen und Drücken**

Transparenz über die **Erzeugungs und Verteilungs-Konstellation** an jedem Punkt im Netz

**Simulation der zukünftigen Netzbedingungen** basierend auf Wetterdaten und Wärmelastprognosen

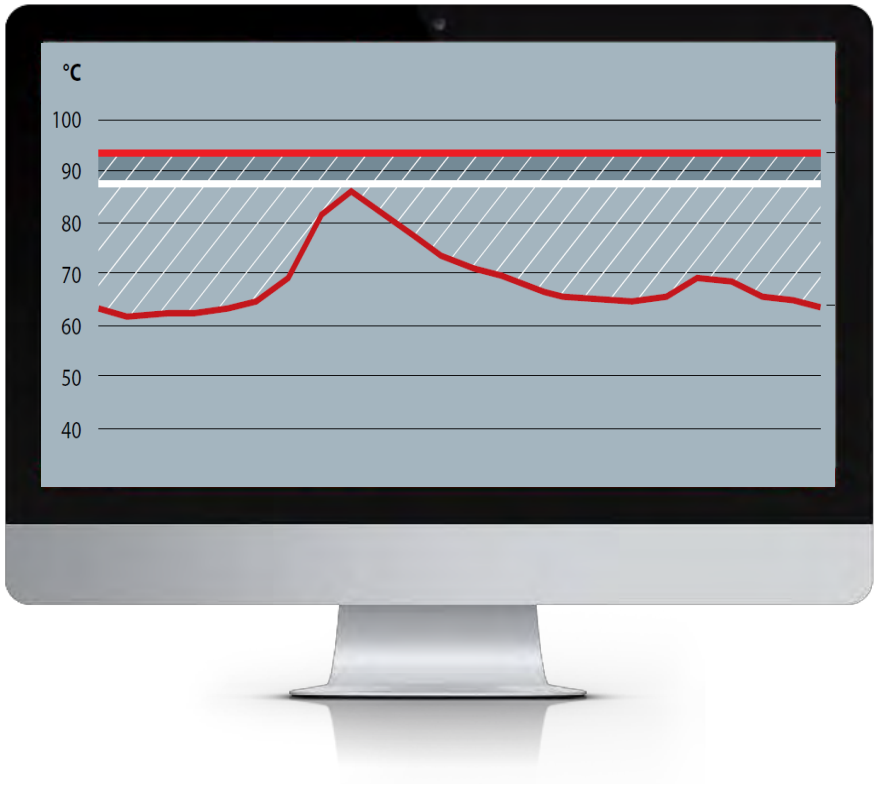
Einfache Verbindung zu **Scada-Systemen** durch Data Services

Mehr Transparenz bei Planung von Netzeingriffen, **effektive Ausführung** und **gesteigerter Service**



Classified as Business

# Leanheat® Network
## Optimierungsmodule




**Spitzen- und Vorlauftemperatur** senken

**Pumpkosten Reduzierung**

**Erhöhte Netzstabilität**

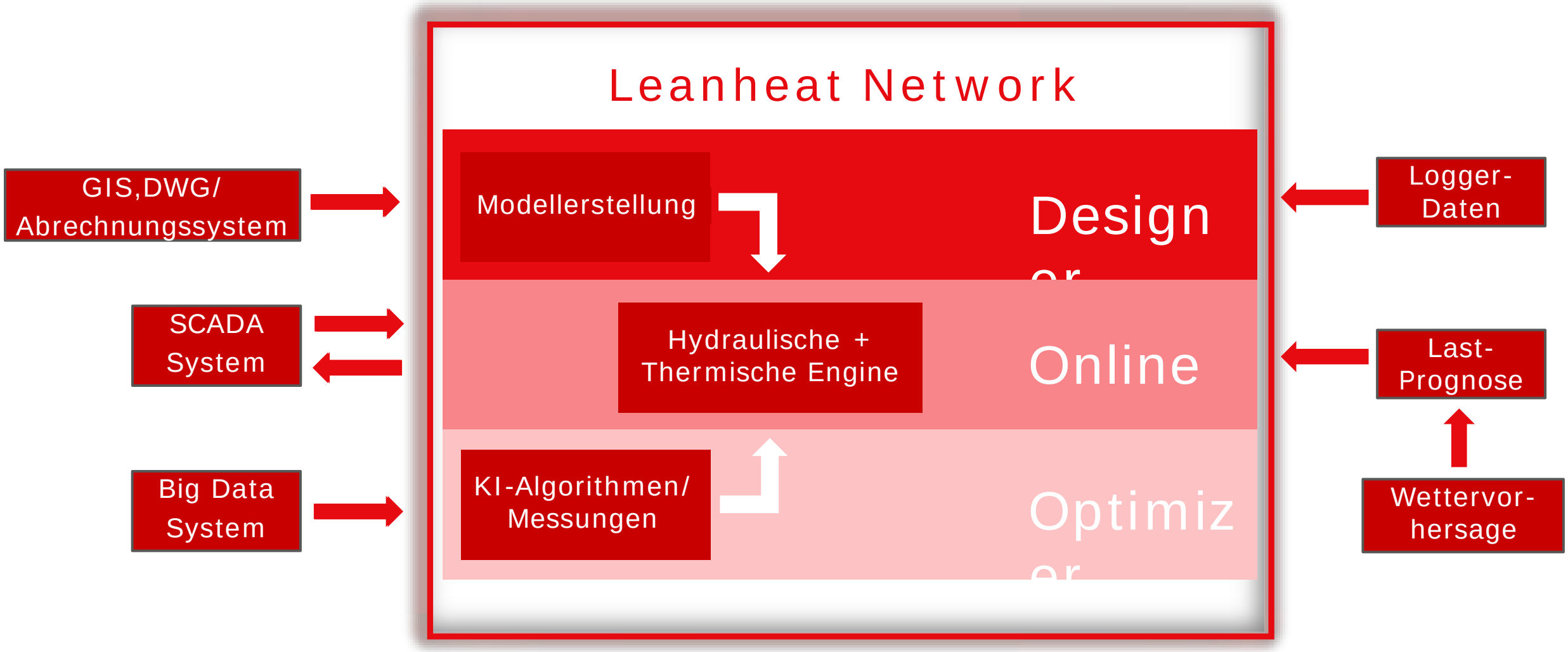
**Dynamische** Anpassung der Netzgegebenheiten und **Wetterbedingungen** an den Optimierungsalgorithmus (KI)

Minimierung von **Druck- und Temperatur-schwankungen**

**Bereitstellen** der Optimierten **Sollwert** an Scada-Systeme


Classified as Business

# Leanheat® Network
## Modellaufbau

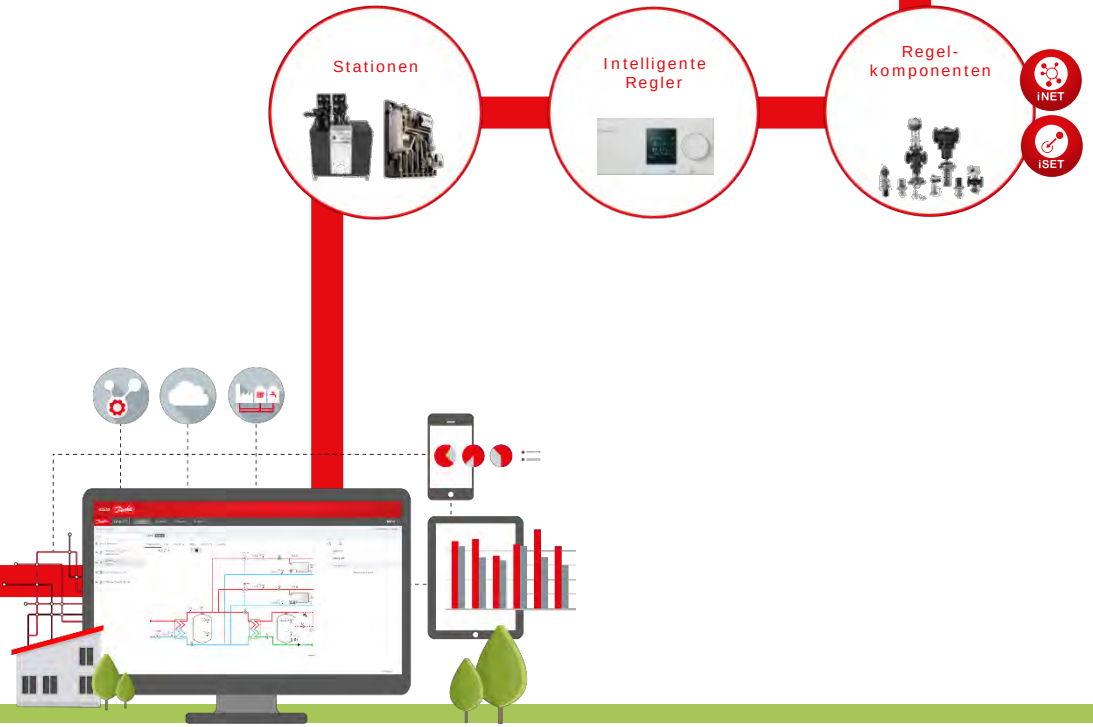




Classified as Business
ENGINEERING TOMORROW

# End-to-End-Fernwärmelösung von Danfoss
# Von Komponenten bis hin zu Optimierungstools und Service

## Titan™ von Danfoss




Monitor (LHM)

# Inbetriebnahme:
# Die Herausforderung für Übergabestationen



Classified as Business

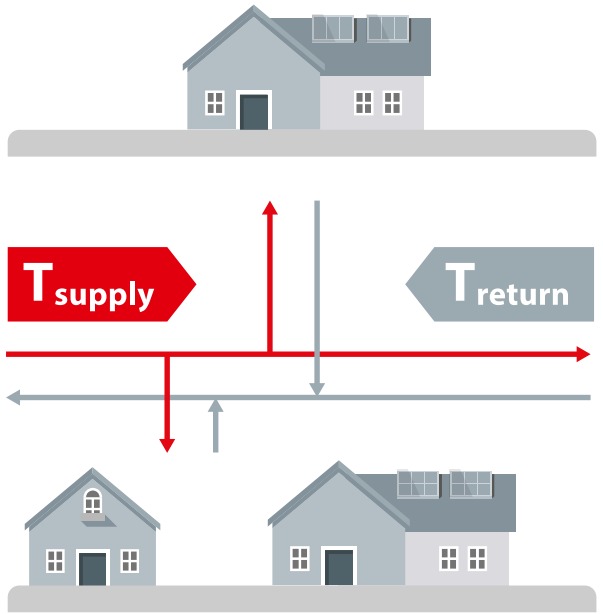
# **ΔT** Optimierung in der Fernwärme: Wie sie erreicht wird und warum es so wichtig ist

Bei Fernwärme wird die ΔT Optimierung durch Absenken der Rücklauftemperatur – möglichst nahe zur Umgebungstemperatur – erreicht.

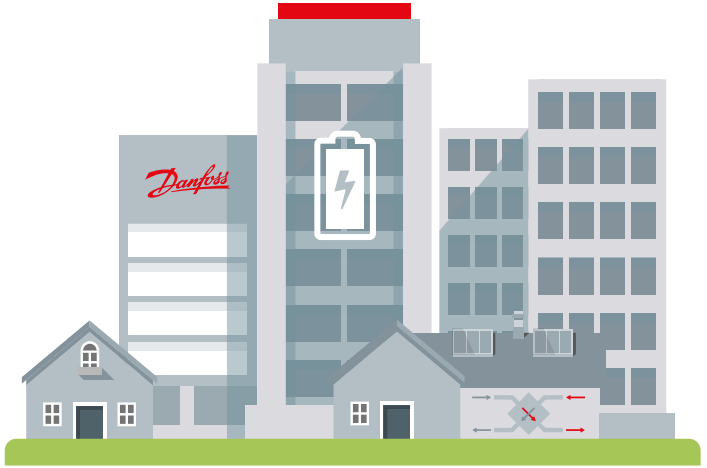
$$\Delta T = T_{supply} - T_{return}$$

**Energy sources**

**Distribution network**




**Buildings**






Classified as Business

# Warum **die ΔT** Optimierung in der Fernwärme so wichtig ist

**ΔT**
Optimiert

**Netzwerk**

- Reduziert den Wärmeverlust in den Rohren
- Reduktion der Pumpenkosten
- Erhöht Potenzial zur Nutzung von Abwärme

**Erzeugung**

- Erhöhte Effizienz der Rauchgas-kondensatoren
- Erhöhter COP bei Wärmepumpen



Classified as Business

# Ursache hoher Rücklauftemperaturen: Zu hoher Durchfluss

Zu hoher Durchfluss beginnt mit einer schlechten Inbetriebnahme — aufgrund mangelnder Installationskompetenz und Komplexität.

Bei falscher Programmierung öffnet das primärseitige Ventil der Station bei Teil- und Niedriglast mehr als nötig.

Dadurch wird mehr Volumenstrom durch den Wärmetauscher geleitet und gleichzeitig ein Energietransfer auf die Sekundärseite verhindert – was zu hohen Rücklauftemperaturen führt.

Neben einer schlechten Inbetriebnahme können auch saisonale Veränderungen den zu hohen Durchfluss beeinflussen.

**70 %**

Aller Übergabestationen sind nicht fachgerecht in Betrieb genommen

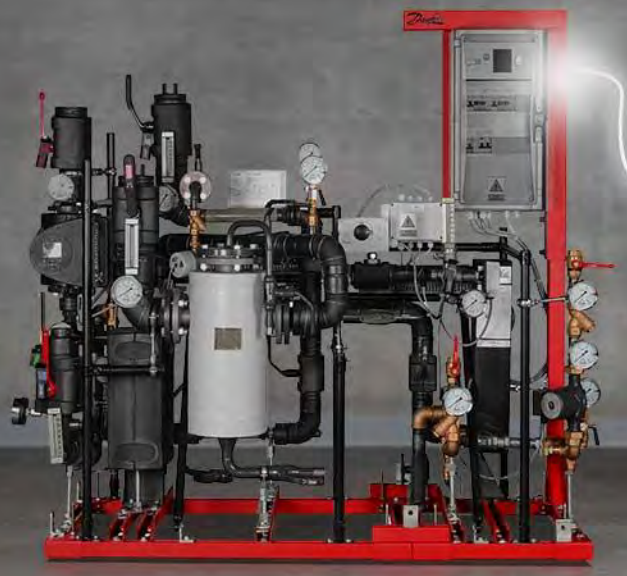


Classified as Business

# Erleben Sie eine neue Dimension der Fernwärme mit Titan™ von Danfoss

Danfoss Titan™ kombiniert erstklassige Übergabestationen mit der Technologie des digitalen Zwillings

- Intuitive, zuverlässige und kontinuierliche Cloud-Inbetriebnahme und -Abgleich
- Perfekte Settings —Gewährleistung einer langen Lebensdauer der Station
- ΔT Optimierung: Erschließung datengesteuerter Energieeffizienz
- Der Einsatz von 100% Danfoss Komponenten in der Station gewährleistet höchste Qualität und Zuverlässigkeit



Classified as Business

# Konventionelle Übergabestation —Von der Aufgabe zur Lösung

## Fernwärmeversorger

**Niedriges ΔT**

- Hohe Wärmeverluste in Rücklaufleitungen
- Höhere Pumpkosten

## Installateur

**Komplexe und unzuverlässige Inbetriebnahme**

- Viele ungeplante Anfahrten
- Beschwerde des Bauherrn über Komfort und rT.
- Die Inbetriebnahme dauert viele Stunden

## Ursache

- Schlecht eingestellter Regler
- Schlecht eingestellter Differenzdruck- oder Durchflussregler

## Titan™ by Danfoss

Titan™ Cloud

- Intuitive Einstellungen der elektronischen Steuerung
- Automatische Differenzdruck- oder Durchflusseinstellungen
- Kontinuierliche Optimierung
- HEX-Skalierung erkennen

## Kürzeste Inbetriebnahmezeit auf dem Markt

- Die Inbetriebnahme immer zuverlässig
- Verkürzte Inbetriebnahme-Zeit
- Keine Reklamationen oder Rückrufe

Smart station

## Optimales **ΔT** (höchstmöglich)

- Absenkung der Rücklauftemperatur um 1–3°C (bei Oszillationen)
- Höhere Energieeffizienz und Kosteneinsparungen



Classified as Business

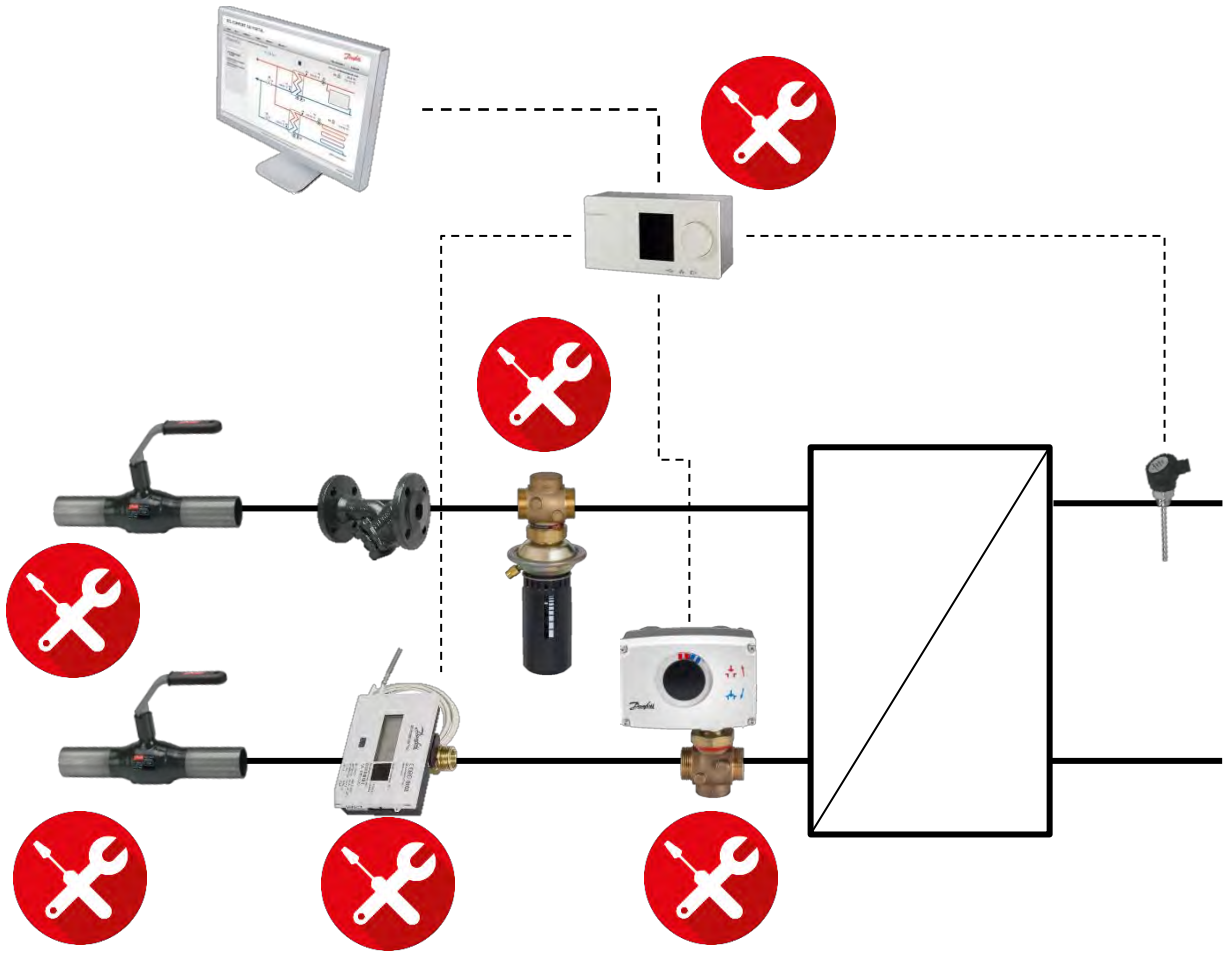
# Danfoss Titan™:
# Die Technologie des Digitalen Zwillings im Einsatz

Die automatische, cloud-basierte Inbetriebnahme reduziert die Komplexität und erhöht gleichzeitig die Zuverlässigkeit und Belastbarkeit im gesamten Netzwerk

## Heute

Installation ist zeitaufwendig und komplex...

1. Sekundärseite befüllen und Pumpe starten
2. Absperrventile öffnen
3. Motorregelventil zu 100% öffnen
4. Differenzdruckregler und Durchflusssensor auf Durchfluss einstellen
5. PI-Regelparameter im Regler einstellen
6. Neutralzone im Regler einstellen
7. Laufzeit des Motorregelventils im Regler einstellen





Classified as Business

# Danfoss Titan™: Digitale Zwillingstechnologie im Einsatz

Die automatische, cloud-basierte Inbetriebnahme reduziert die Komplexität und erhöht gleichzeitig die Zuverlässigkeit und Belastbarkeit im gesamten Netzwerk

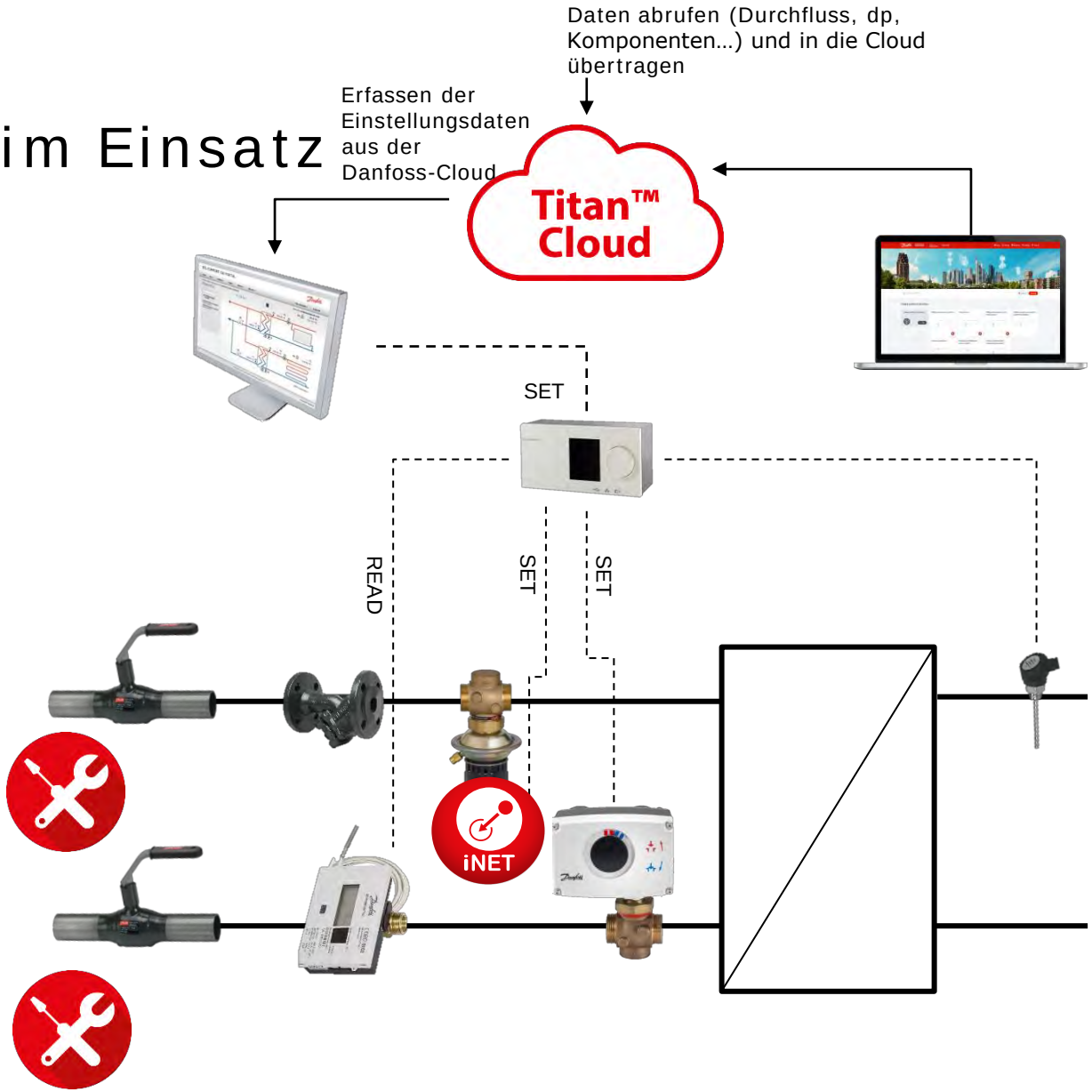
## Titan™ von Danfoss

Alles was der Installateur tun muss, ist...

1. Absperrventile öffnen und die Station mit Strom versorgen
2. Den Regler mit dem Internet verbinden

Danfoss Titan™ wird...

- Die Einstellungsdaten aus der Cloud holen und implementieren
- Den Differenzdruckregler einstellen, indem es den Durchfluss abliest und den iNet-Stellantrieb steuert
- Zugriff auf die Daten des Motorregelventils, um die Laufzeit einzustellen
- Initiiert die Cloud-PI-Einstellungen
- Automatische Einstellung der Neutralzone



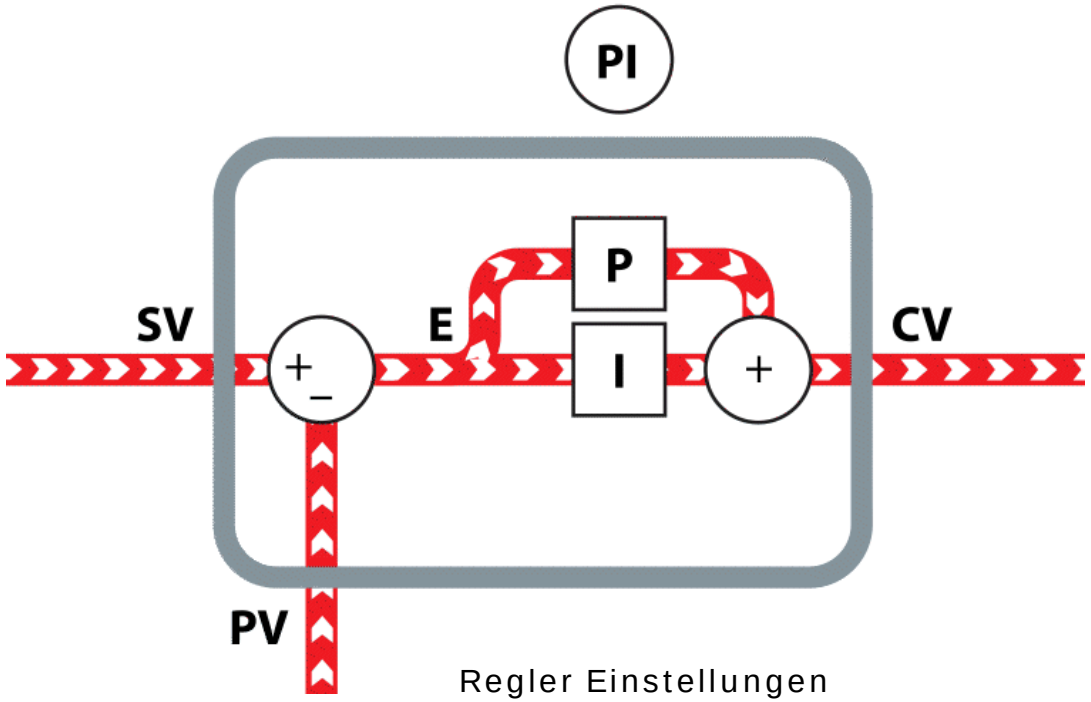


Classified as Business

# Danfoss Titan™:
# Die Technologie des Digitalen Zwillings im Einsatz

Die autonome Titan™ Übergabestation gewährleistet eine verbesserte Leistung und liefert gleichzeitig die niedrigstmöglichen Rücklauftemperaturen

- Herkömmliche Stationsregelungen erfordern eine manuelle Inbetriebnahme, um die proportionalen und integralen Parameter einzustellen
- Dies erfordert ein zeitintensives und komplexes Ausprobieren
- Titan verwendet mathematische Modellierung und die Technologie des digitalen Zwillings, um diese Parameter auf Knopfdruck zu berechnen




Regler Einstellungen

Proportional

Wie schnell das System reagiert

Integral

Wie schnell die Regelabweichung entfernt wird



Classified as Business

# Möglichkeit:
# Gehen Sie mit uns in ein Danfoss Titan Pilotprojekt

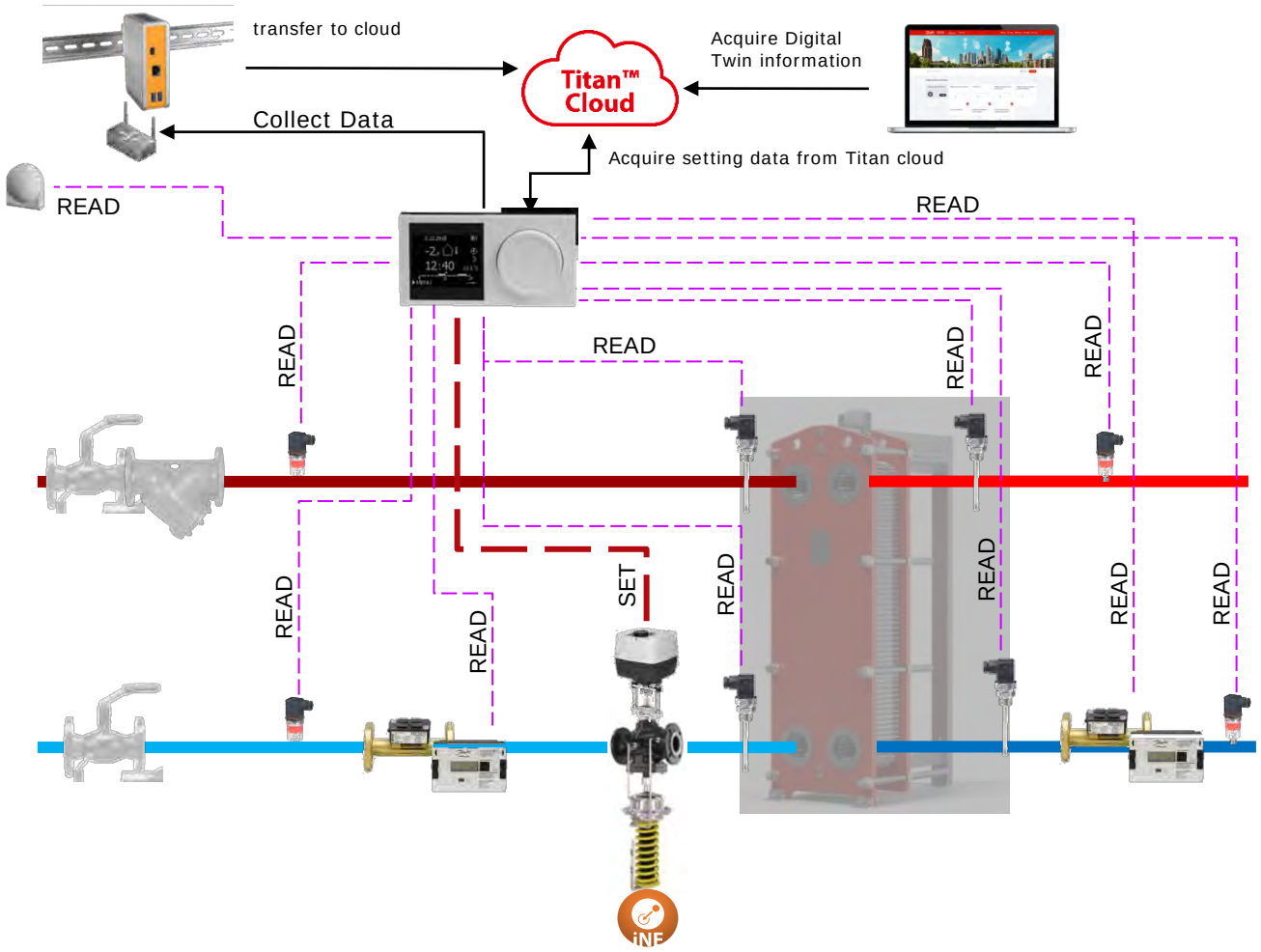
Classified as Business

# Verwendung Ihrer Daten zur Optimierung des Danfoss Titan™-Algorithmus

## Seien Sie Teil eines Pilotprojektes, um Danfoss Titan™ noch intelligenter zu machen.

Danfoss Titan™ ist bereits mit ausgeklügelter digitaler Zwillingstechnologie ausgestattet – aber wir würden gerne weitere Messpunkte hinzufügen, um hochauflösende Daten zu sammeln.

Basierend auf den gesammelten Daten schlagen unsere Ingenieure zusätzliche Optimierungsfunktionen vor – für eine noch zukunftssicherere Leistung von Übergabestationen.



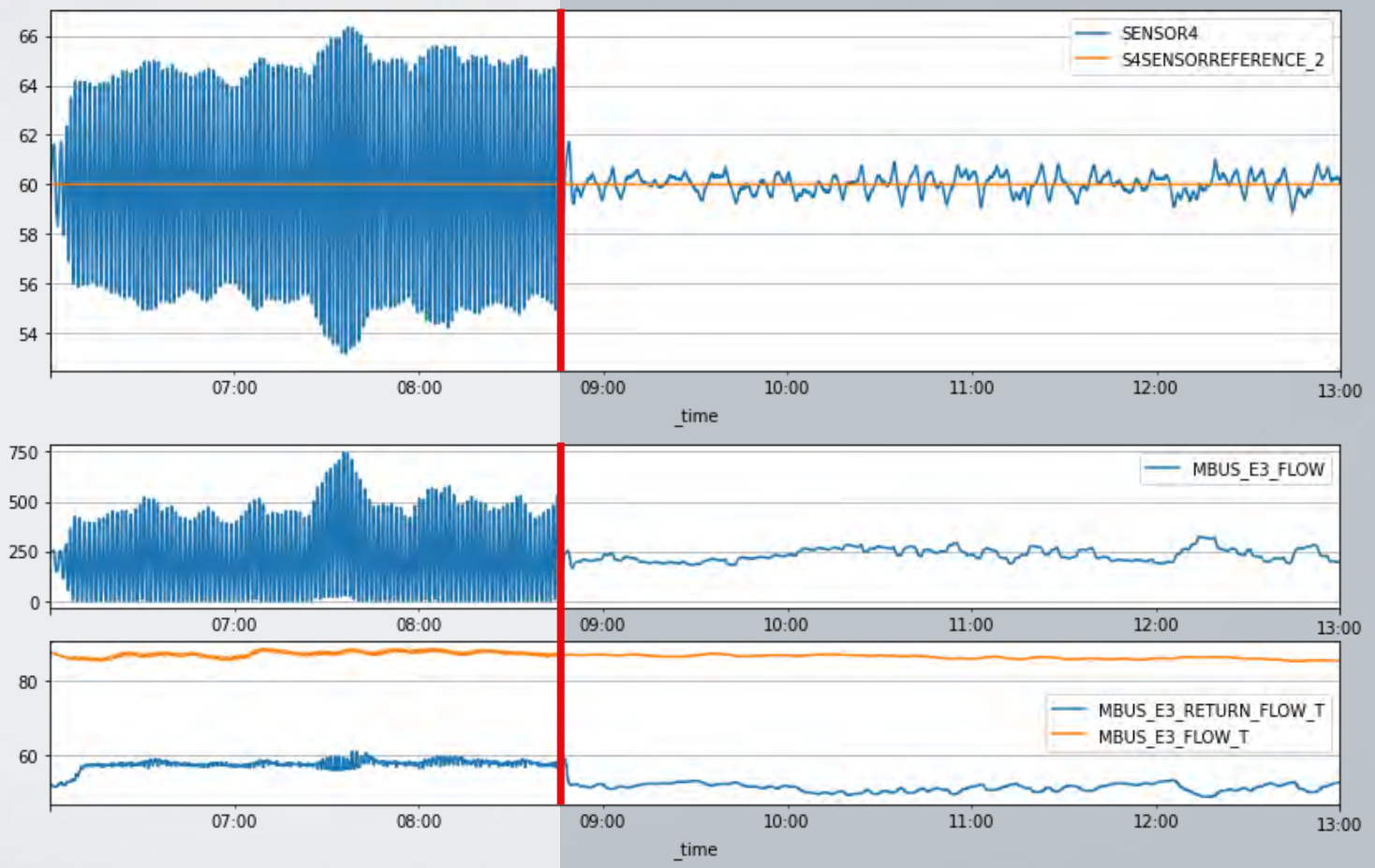



Classified as Business

# Daten – PI tuning

- Aus Auslegungsdaten errechneter Arbeitspunkt
- PI-Parameter, die mit dem Stationsmodell berechnet wurden

Vor dem Tuning | Nach dem Tuning

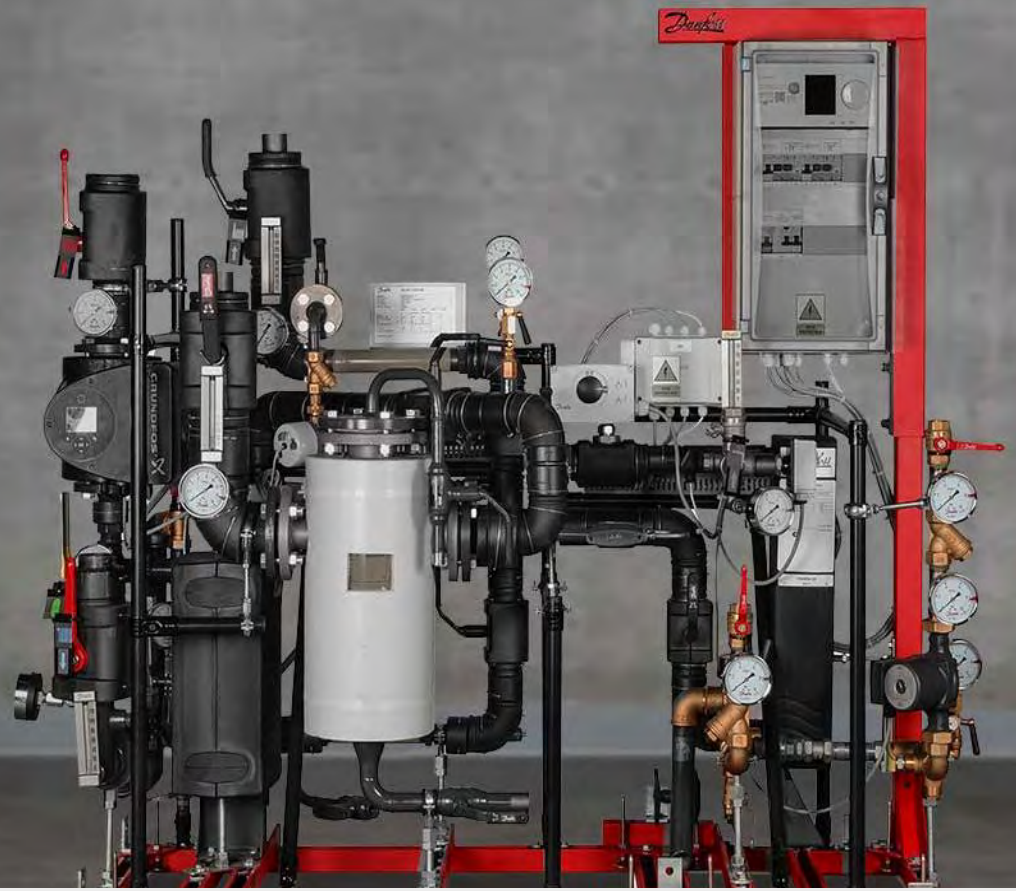




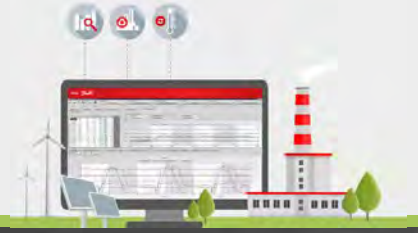

Classified as Business

# Danfoss District Energy Portfolio

## Von Komponenten bis Optimierungstools & Dienstleistungen



### Leanheat® Production
Optimierter Produktionsfahrplan



### Leanheat® Network
Digital Twin mit Druck- und Temperaturoptimierung

### Leanheat® Monitor
Fernzugriff, Digital Twin mit TITAN-Optimierung

### Leanheat® Building
Reduktion von Spitzenlasten

Classified as Business

- *Herausforderungen und Lösungen im Betrieb: optimierungsbasierte vorausschauende Einsatzsteuerung von Erzeugungseinheiten und steuerbaren Verbrauchern* (Markus Gölles, BEST)

# Herausforderungen und Lösungen im Betrieb:

# Optimierungsbasierte vorausschauende Einsatzsteuerung von Erzeugungseinheiten und steuerbaren Verbrauchern

*Digitalisierung der Fernwärme*

Nationaler IEA DHC Annex TS4 Abschluss-WS, 13.12.2023

**Markus Gölles**, Astrid Leitner, Christine Mair, Andreas Moser, Daniel Muschick, Valentin Kaisermayer, Mathias Schwendt und Daria Shabatska

# Herausforderungen im Betrieb zukünftiger Energiesysteme

- **Nachhaltige Energie- und Ressourcenversorgung** erfordert
  - flexibles, sektorübergreifendes Energie- und Ressourcensystem
  - das spezifische Vorteile der verschiedenen Technologien und Ressourcen nutzt

- **Erforderliche Maßnahmen & resultierende Herausforderungen**
  - Integration von erneuerbaren (meist volatilen) Energiequellen
  - Verstärkte Sektorkopplung
    - meist relevanter Anteil an Wärme, z.B. KWK oder Elektrolyseure
  - Neue Preismodelle für Flexibilität (zeitvariable Tarife) in div. Sektoren
  - Integration von (Langzeit)Speichern

Zunehmende Komplexität und Variationsbreite erfordern

**flexible und effiziente Einsatzsteuerung aller Komponenten**

# Anforderungen an Einsatzsteuerungen

**Optimaler Betrieb**
(Effizienz, $CO_2$ Emissionen, …)

→ **Optimierungsbasiert**
Gewährleistet optimalen Betrieb des Systems durch gezielte Nutzung aller Technologien

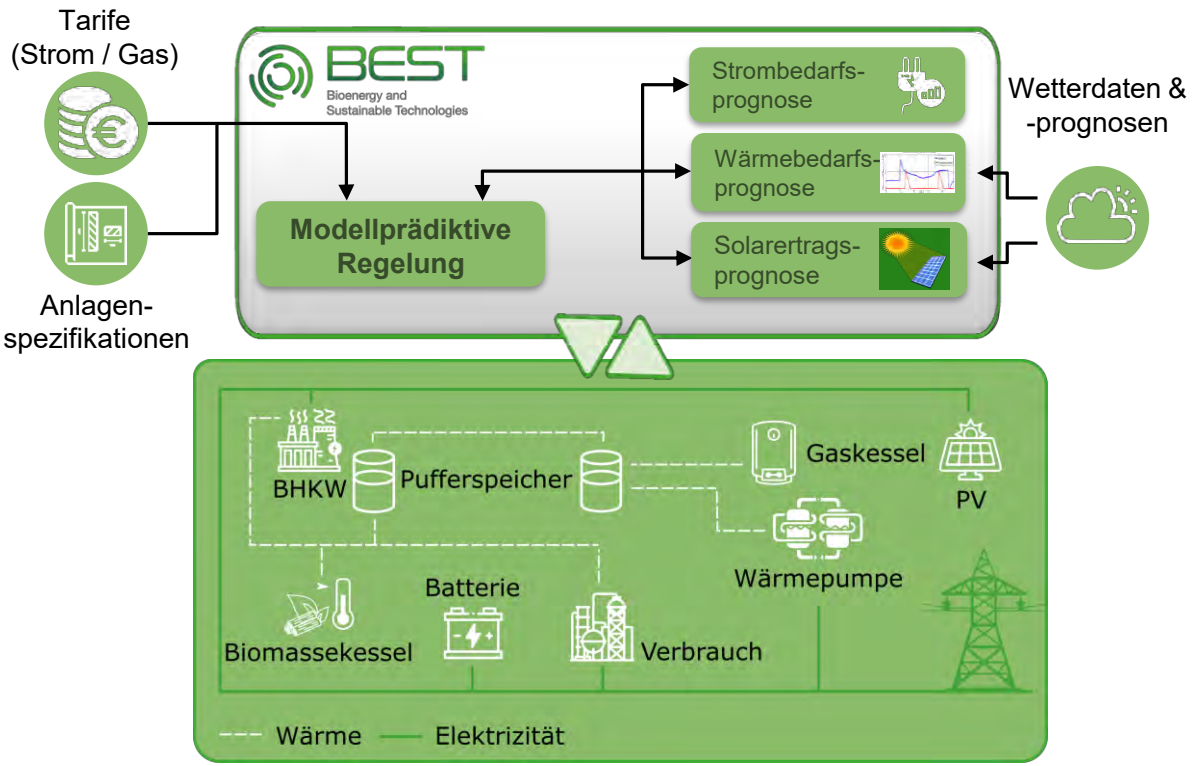
**Volatilität**
von Erzeugung und Verbrauch

→ **Prädiktiv**
Integration von Wetter- und Marktpreisprognosen
Berechnung von Verbrauchs- und Ertragsprognosen

**Variationsbreite**
der Konfigurationen

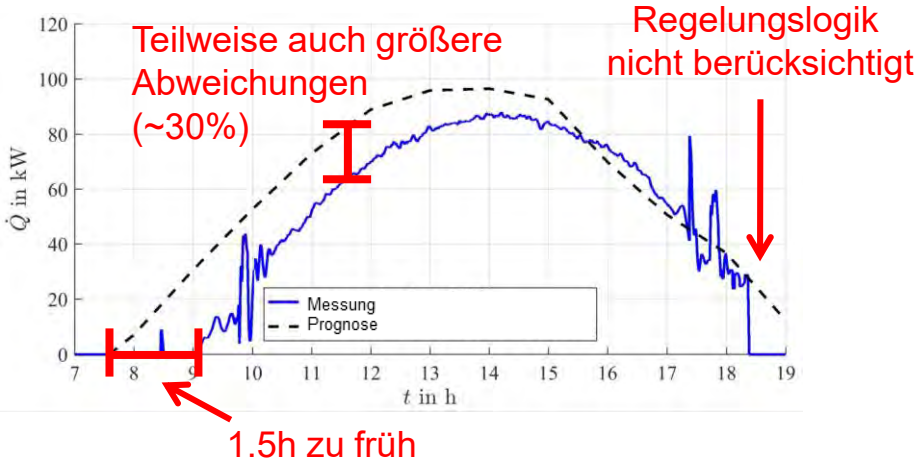
→ **Modular**
Automatische (Re-)Formulierung des Optimierungsproblems basierend auf Spezifikationen der Komponenten

# Modulares, prädiktives, optimierungsbasiertes Energie- und Ressourcenmanagementsystem

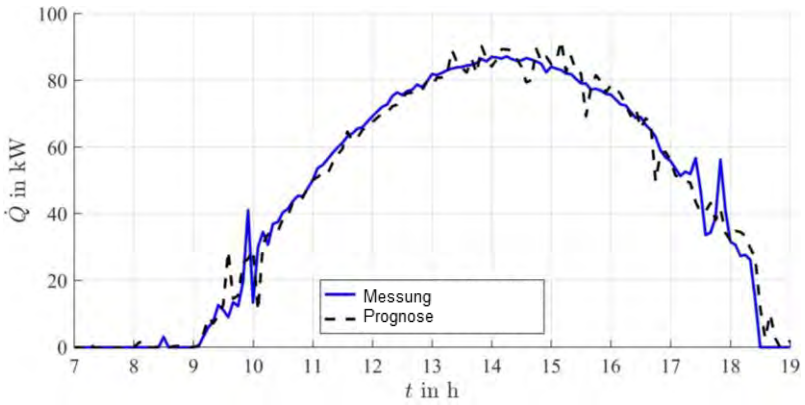


# Beispiel für Prognosemethoden
# Solarertragsprognose

## Wetterprognosen & Datenblatt

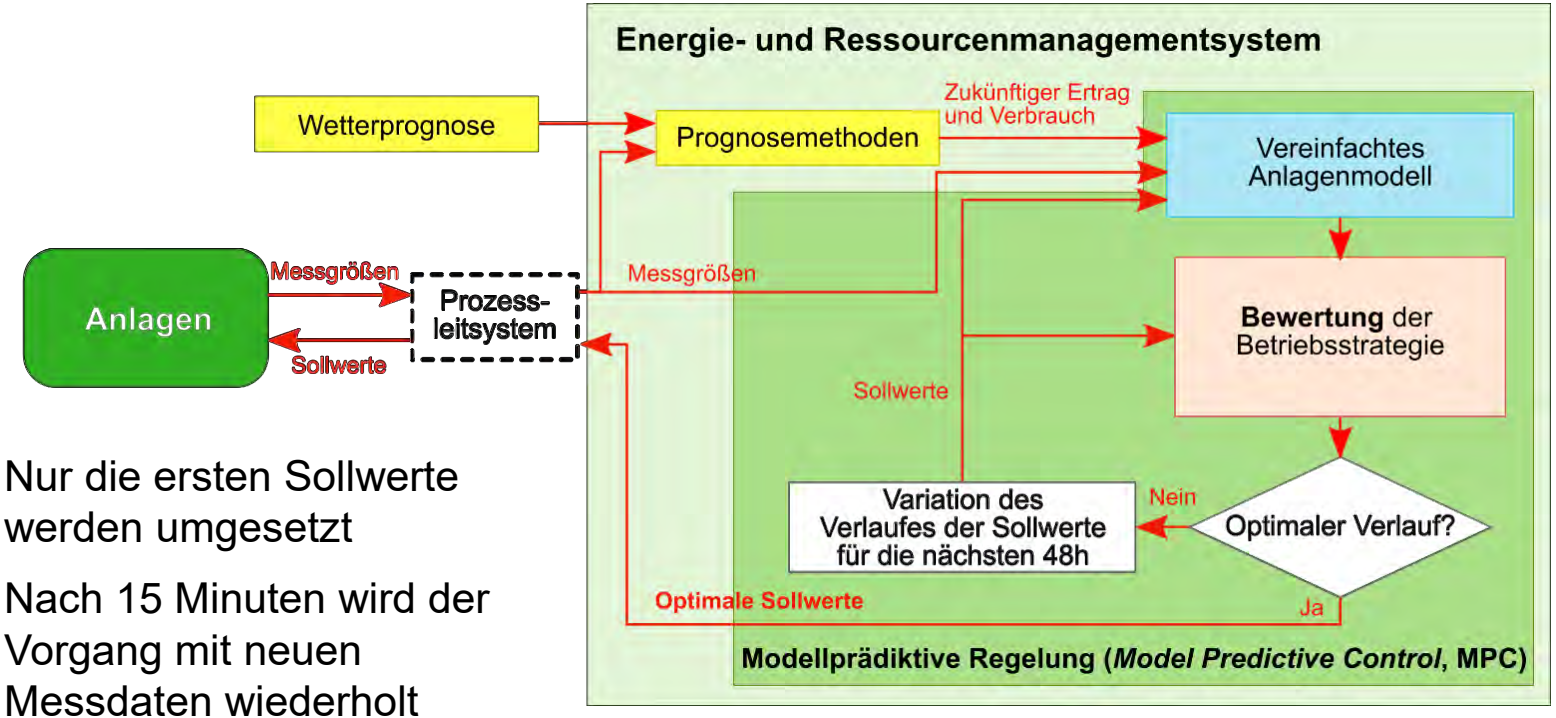



## Adaptive Prognosemethode




**Prognosemethoden** müssen **universell einsetzbar**, **einfach** und **adaptiv** sein

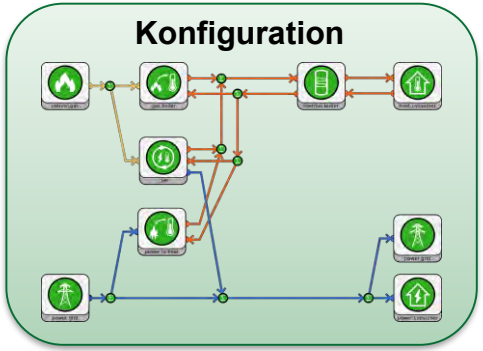
# Modellprädiktive Regelung

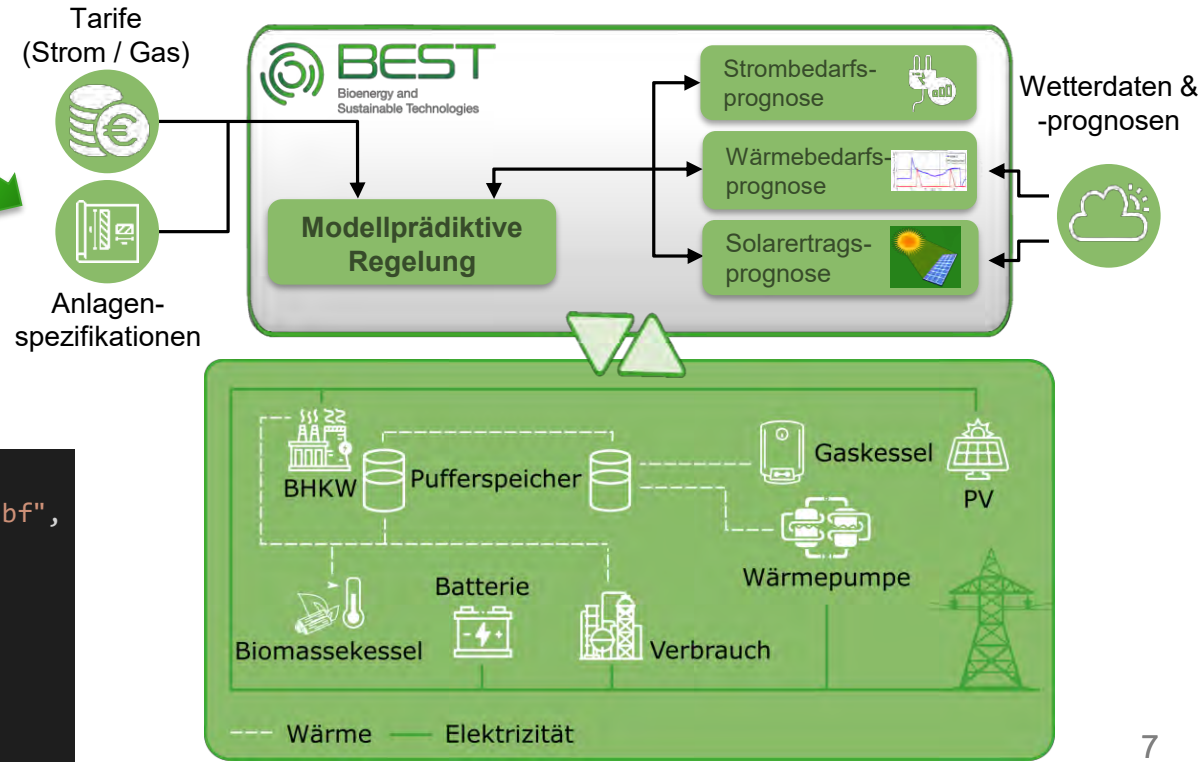



- Nur die ersten Sollwerte werden umgesetzt
- Nach 15 Minuten wird der Vorgang mit neuen Messdaten wiederholt

→ „Gleitender Horizont“ Optimierung → Regelung

# Konfiguration

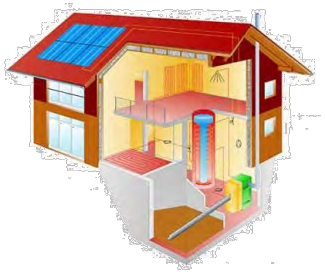


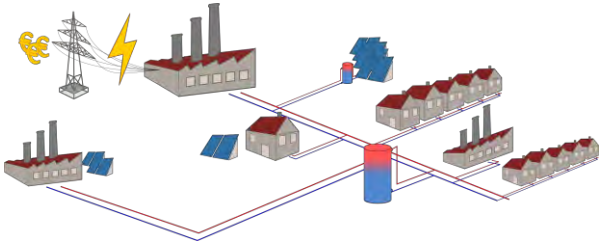



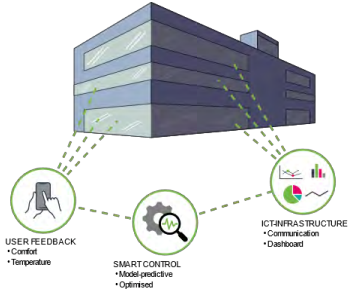

```
"type": "EmSimpleHeatProducer",
"name": "c64a8fd5-ec0e-4a5c-abb1-39e90d8e8cbf",
"properties": {
  "Minimal Output Percent": "40",
  "Nominal Output Power": "8",
  "Boiler Status": "simplified",
  "Nominal Return Temperature": "30",
  "Nominal Feed Temperature": "60",
```

# Mehrere erfolgreiche Umsetzungen & Erste kommerzielle Produkte

- **Ein Software-Framework für verschiedene Anwendungen**
  - Einfamilienhäuser
  - Kommerzielle Gebäude (Quartiere)
  - Wärmenetze
  - Industrie








**Erzielbare Verbesserungen** (Effizienz, CO2-Einsparung, …): **~ 5-10%**

# Herausforderungen im Wärmesektor

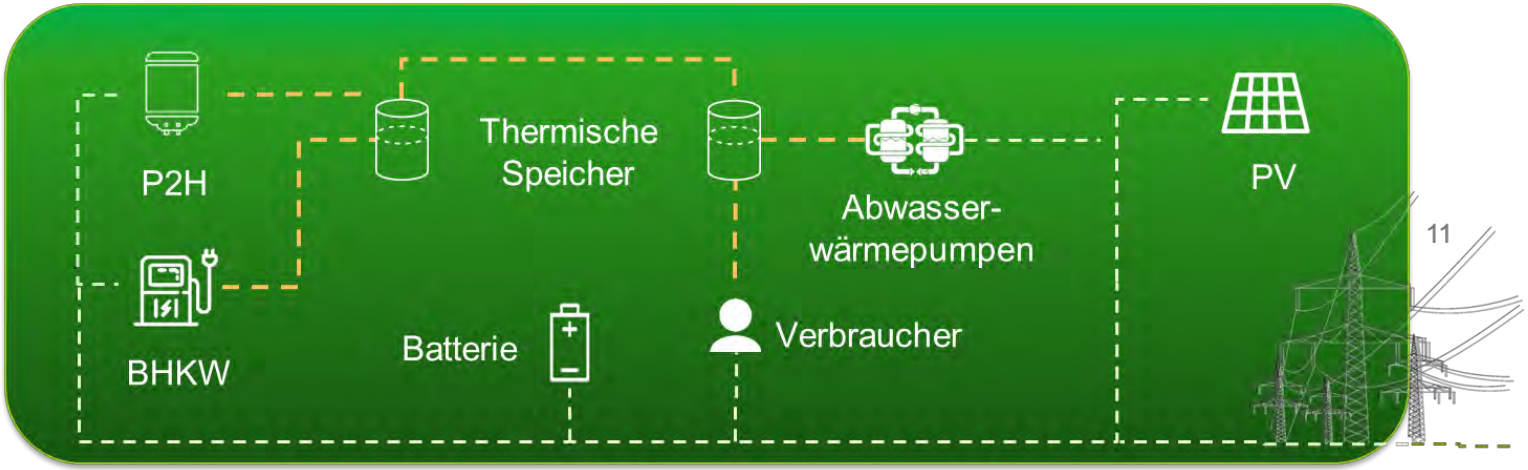
- **Optimierungsbasierte Einsatzsteuerung in Stromsektor weit verbreitet**
  - Konstante Spannung erlaubt einfache Addition von Leistungen
  - Optimierungsprobleme üblicherweise als gemischt-ganzzahlige lineare Programme (engl. Mixed-Integer Linear Program – MILP) formuliert

- **Wärmesektor erfordert gezielte Berücksichtigung**
  - der **Temperaturniveaus**
  - der **Strömungsverhältnisse** (Druck- und Massenstromverhältnisse)

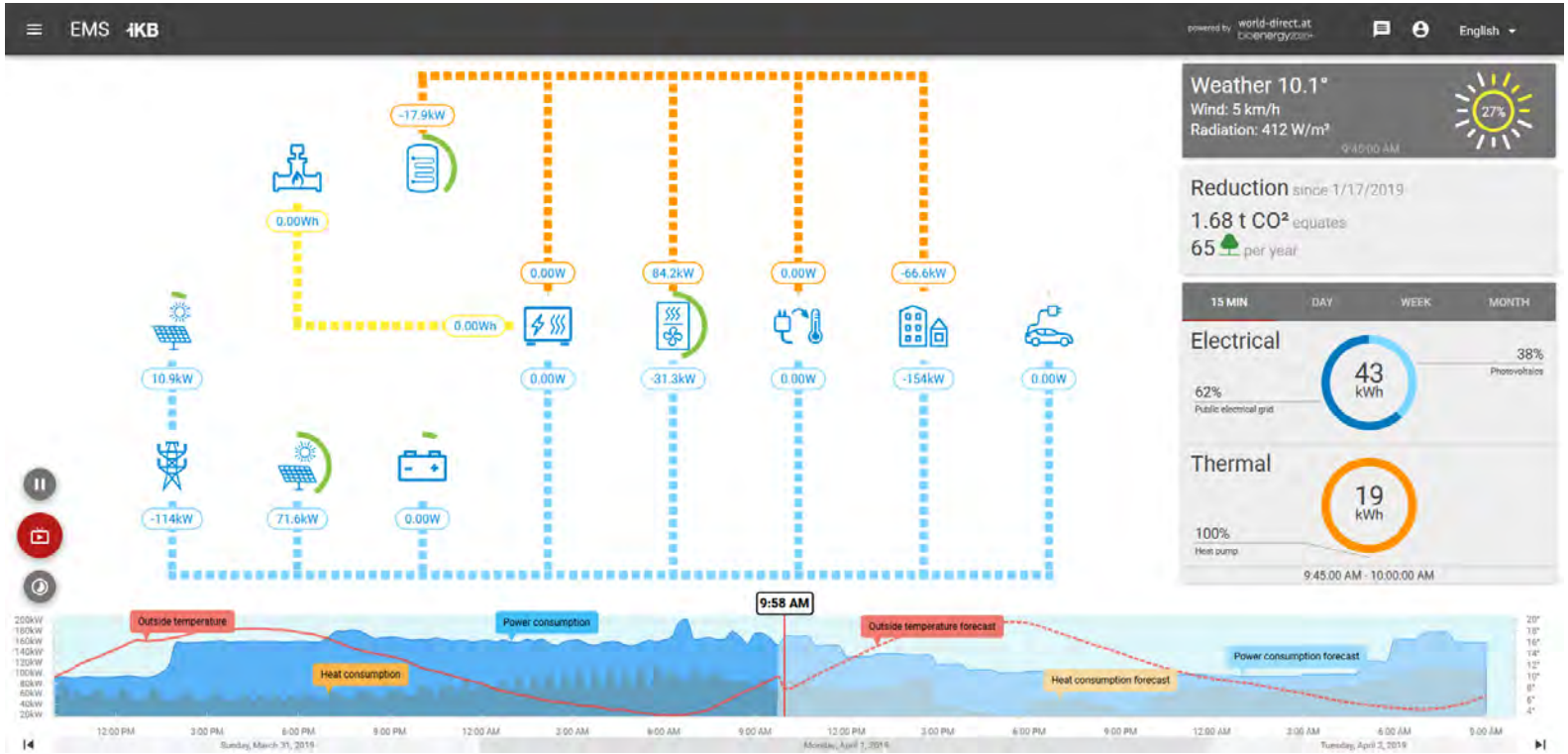
- **Komplexität soll so gering wie möglich gehalten werden**
  - (Nach Möglichkeit) Vermeidung nichtlinearer Optimierung
  - Limitierung des Rechenaufwandes (Echtzeitfähigkeit)
  - (Nach Möglichkeit) Verwendung von Open Source Solvern

# Umsetzungsbeispiel 1
# iKB – Smart City Lab

- Demonstrator der Innsbrucker Kommunalbetriebe
- Zentrale Regelung mehrerer, auf mehrere Standorte verteilter, Wärmeerzeuger (BHKW, Wärmepumpe, P2H) und Speicher



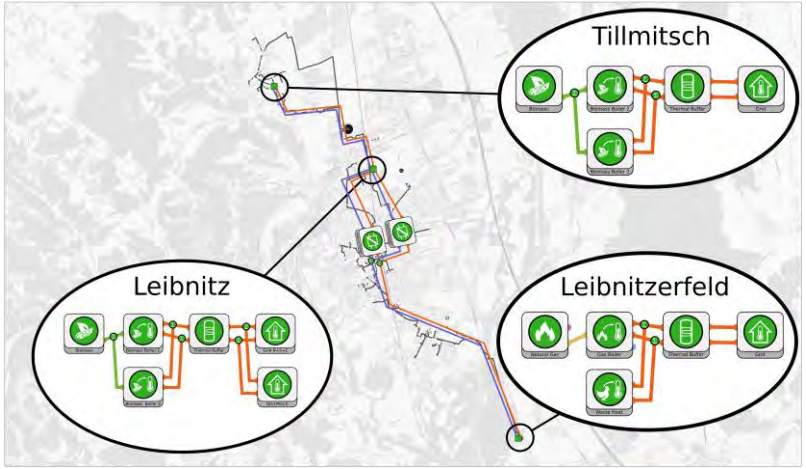
# Umsetzungsbeispiel 1
# iKB – Smart City Lab



# Umsetzungsbeispiel 2
# Zusammenschluss von 2 Nahwärmenetzen

| Nahwärmenetze | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Netz** | **Kapazität Produktion** | **Jährlicher Wärmebedarf** | **Kapazität Speicher** | **Potential Abwärme** |
| Tillmitsch* | 2 x 800 kW Biomassekessel | ~ 4 GWh | 25 m³ | |
| Leibnitz* | 3,2 & 2,4 MW Biomassekessel | ~ 12 GWh | 75 m³ | |
| Leibnitzerfeld | 6 MW Gaskessel | ~ 15 GWh | 2 x 223 m³ | ~ 4.5 MW |

| Wärmeübertrager | |
|---|---|
| **Netze** | **Kapazität** |
| Leibnitz ↔ Leibnitzerfeld | 4 MW |

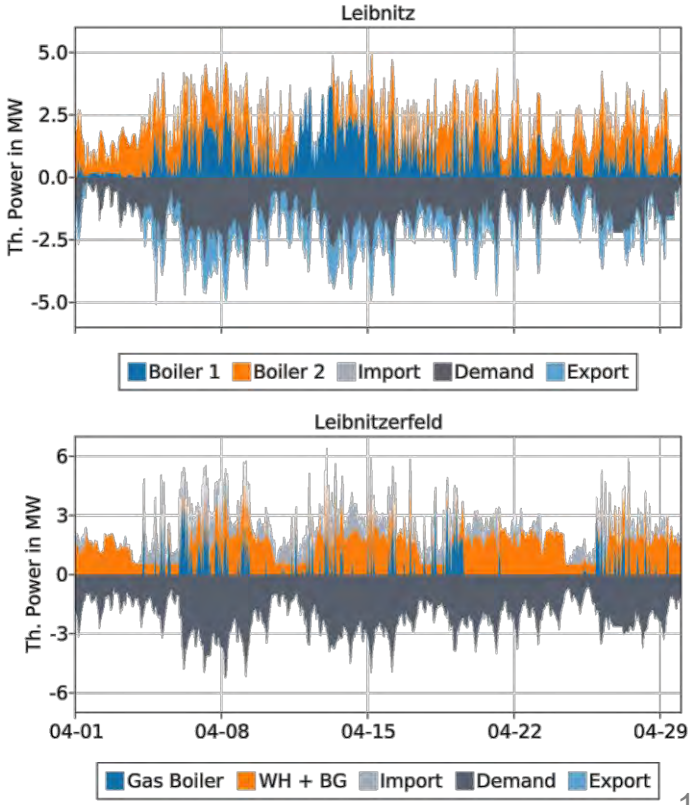



* Netze in Tillmitsch und Leibnitz haben gleichen Eigentümer → Betrachtung als 1 Netz mit 2 Einspeisepunkten

# Umsetzungsbeispiel 2
# Zusammenschluss von 2 Nahwärmenetzen

- **Langzeitvalidierung nur mit eingeschränkten Entscheidungsrechten**
  - o Beschränkung auf Entscheidung des zu übertragenden Wärmestromes
  - → Substitution von Wärme aus Gas durch Biomasse
    - 6,65 GWh (in 13 Monaten)
    - 31% des Gesamtverbrauchs (Leibnitzerfeld)

- **Kurzzeitige Validierung der vollständig optimierungsbasierten Einsatzsteuerung**
  - o alle Erzeuger und Wärmeübertrager
  - → Erhöhte Nutzung der Übergabestation bis zu 60%



# Zusammenfassung und Ausblick

- **Zunehmende Komplexität und Variationsbreite erfordern flexible und effiziente Einsatzsteuerung aller Komponenten**

- **Modulares, prädiktives, optimierungsbasiertes Energie- und Ressourcenmanagement**

- **Breiter Einsatzbereich durch modularen Ansatz**
  - Einfamilienhäuser (erstes kommerzielles Produkt), Stadtquartiere, Wärmenetze, Industriebetriebe, …

- **Weiterentwicklung**
  - Einbindung von Strommärkten
  - Aktive Lastverschiebung auf der Abnehmerseite
  - Langfristige Einsatzsteuerung (Langzeitspeicher, Limits für Emissionen, …)
  - Weite praktische Nutzung (Vertrauensbildung, einfache Konfigurierbarkeit, …)

# Herausforderungen und Lösungen im Betrieb:

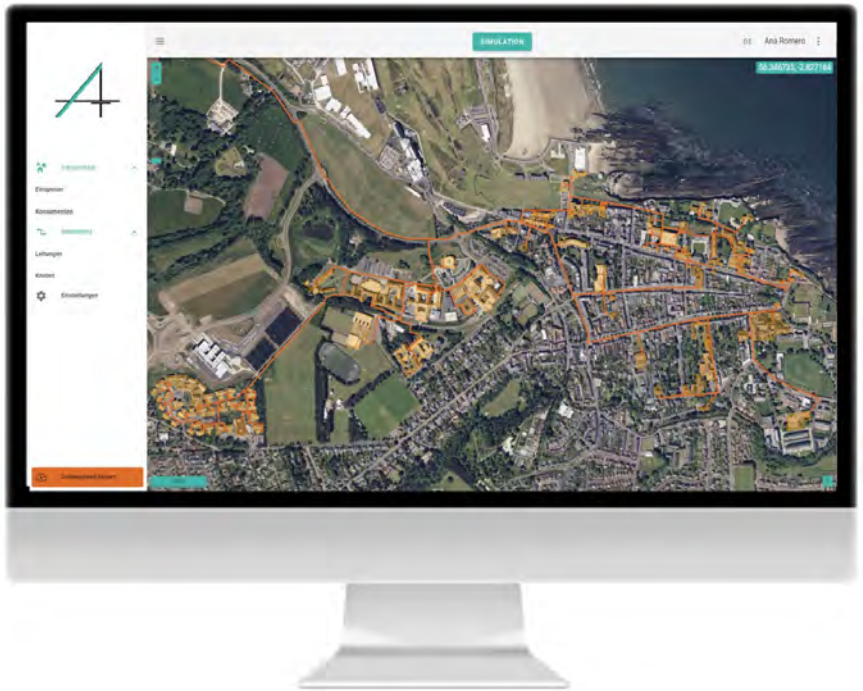
# Optimierungsbasierte vorausschauende Einsatzsteuerung von Erzeugungseinheiten und steuerbaren Verbrauchern

*Digitalisierung der Fernwärme*

Nationaler IEA DHC Annex TS4 Abschluss-WS, 13.12.2023

**Markus Gölles**, Astrid Leitner, Christine Mair, Andreas Moser, Daniel Muschick, Valentin Kaisermayer, Mathias Schwendt und Daria Shabatska

- *Planung und Betrieb von Fernwärmenetzen mit der Arteria Platform* (Stefano Coss, Arteria Technologies GmbH)



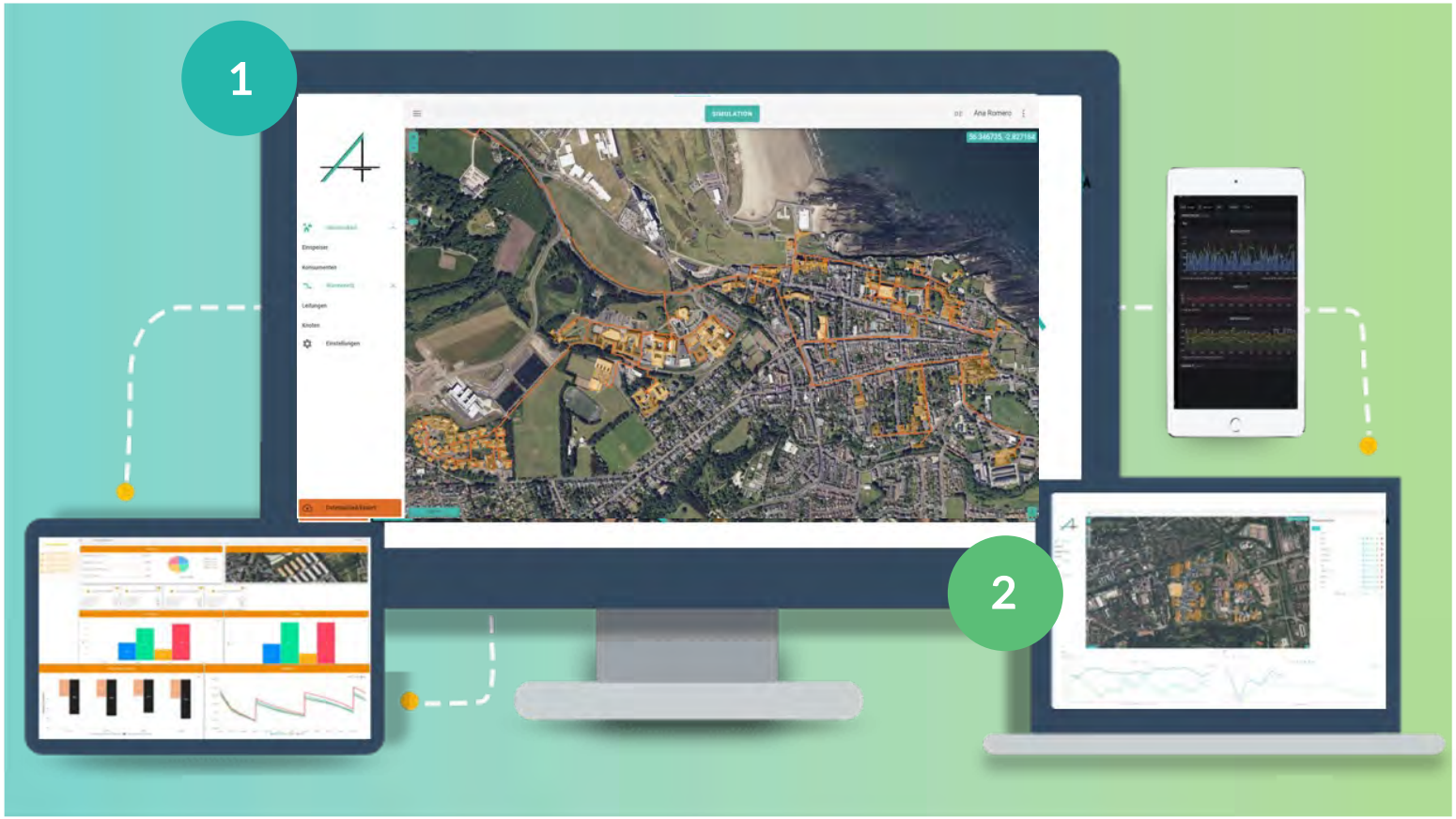

# Arteria Plattform

## Planung und Betrieb von Fernwärmenetzen mit der Arteria Plattform

DI Dr. Sebastian Haid
CTO, Arteria Technologies GmbH

# Arteria Plattform

Die all-in-one Lösung zur Planung und Optimierung von Fern- und Nahwärmenetzen




1

**Arteria Planning Suite:**

- ➔ Netzverdichtung und Erweiterung
- ➔ Einbindung Abwärme & Speicher
- ➔ Digitale Netz und Quartierplanung

2

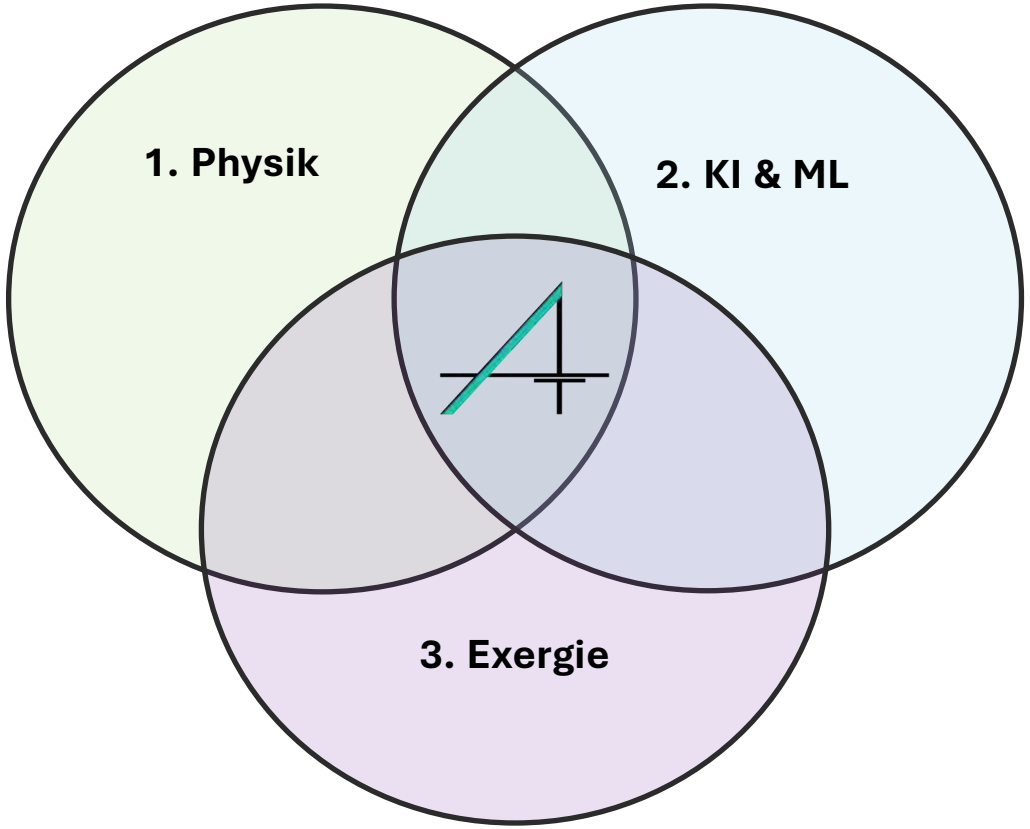
**Arteria OS:**

- ➔ Live Monitoring des Netzes
- ➔ Adaptiver Kraftwerkseinsatz
- ➔ bis 5-10% Verlustreduktion

# Technologie

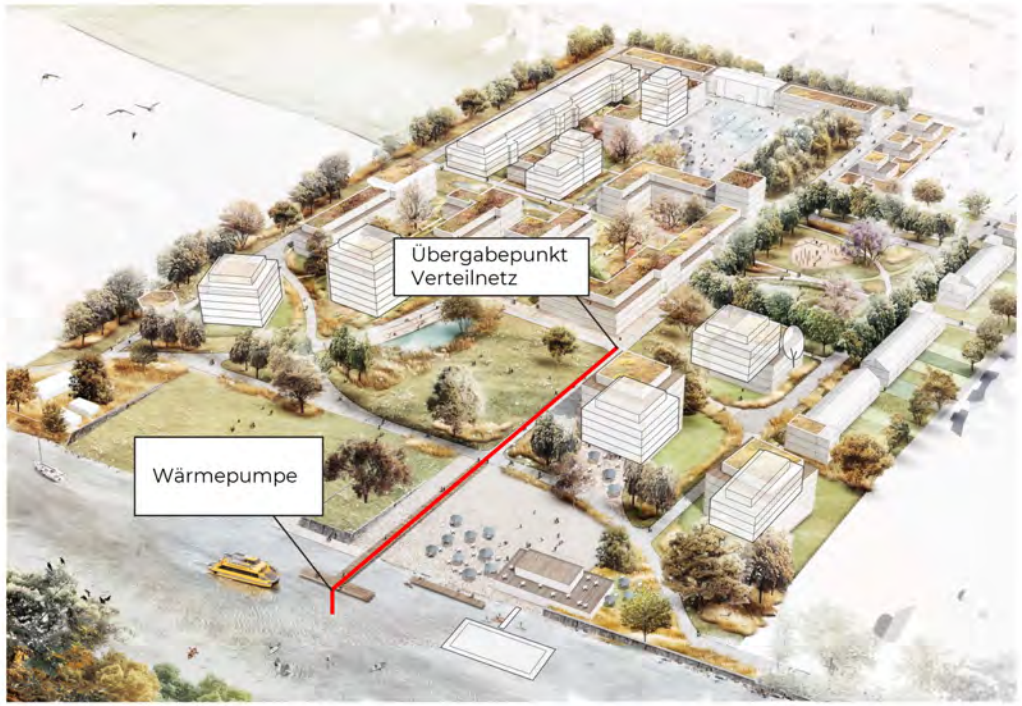
Arteria kombiniert Physik, KI und Exergie, um dezentrale Optimierungsalgorithmen zu erstellen.

**Grundlagen dezentraler Optimierung**




1. Physik: Arteria modelliert die komplette Thermohydraulik des Systems und ermittelt ein **Digitales Netzmodell** (Temperatur, Druck etc.) in Echtzeit.
2. KI & ML wird verwendet, um z.B. indiv. Gebäudemodelle zu erstellen bzw. deren Wärmebedarf zu prognostizieren.
3. Die Exergieanalyse entdeckt und hebt **Effizienzpotenziale**, wo klassische Ansätze (z. B. einfache Temperaturabsenkung) blind bleiben.

# Quartier 1: Neuplanung im Jambes, Belgien




Lokales Wärmenetz versorgt über zentrale Wasser-Wärmepumpe

Planansicht des neuen Quartiers

# Quartier 1: Neuplanung im Jambes, Belgien

Auslegung der Flusswärmepumpe auf Basis des digitale Quartiermodells

# Referenz 1: Netzverdichtung Caslano, Schweiz

Energieversorgungsunternehmen Lugano, Schweiz. 4 Städte mit Wärme versorgt.

**Projekt:** Netzverdichtung ohne Ausbau Heizwerk

**Dauer:** Laufend

**Einsatz:** Arteria Planning Suite

**Problem:**

- Heizwerk am Leistungslimit
- Großes Verdichtungspotential & hoher Nachfrage
- Klassische Berechnungen ergaben aber Notwendigkeit zur Leistungssteigerung im Heizwerk

**Unser Ansatz:**

- Analyse Erweiterung/Verdichtungsszenarien
- Berechnung des dynamischen Betriebsverhaltens

# Referenz 1: Netzverdichtung Caslano, Schweiz

- ✓ **Schnelle und flexible** Analyse diverser Anschlussszenarien
- ✓ Planungszeit um **min. 50% reduziert**
- ✓ Zusätzliches **Ausbaupotential von 350 kWth** identifiziert

# Referenz 2: Netzerweiterung St. Andrews, UK

Universität St. Andrews, St. Andrews Schottland

**Projekt:** Netzausbau zur Versorgung des Stadtzentrums

**Dauer: 3** Monate

**Einsatz:** Arteria Planning Suite

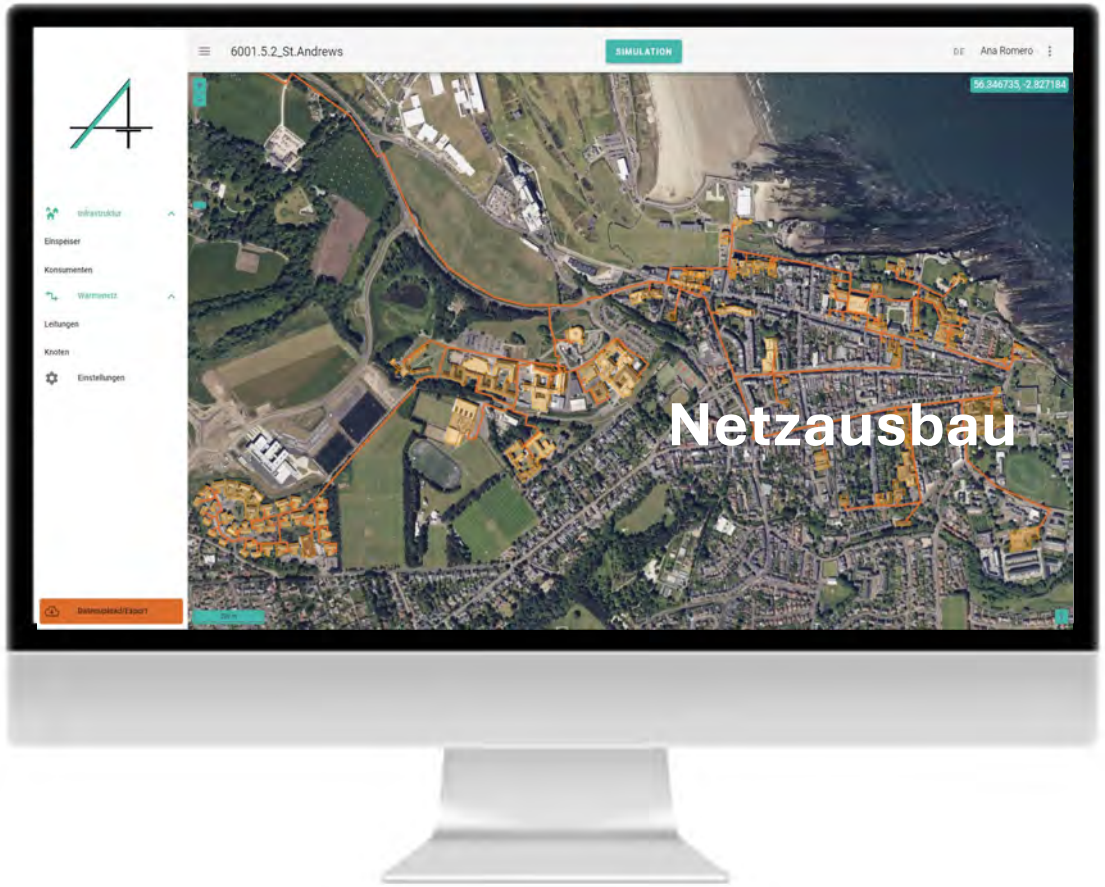
**Problem:**

- Aktuell werden nur Campusgebäude versorgt
- Großes Erweiterungspotentials aufgrund hoher Nachfrage der Stadt
- Priorisierung komplex, da viele unterschiedliche Szenarien des Ausbaus möglich

**Unser Ansatz:**

- Modellierung von verschiedenen Szenarien auf Basis der Stakeholderanalyse
- Berechnung des dynamischen Betriebsverhaltens
- Gegenüberstellung der Szenarien auf Basis von CAPEX/OPEX sowie Priorisierung

# Referenz 2: Netzerweiterung St. Andrews, UK




- ✓ **3 monatliche Modellierung** von 11 Szenarien zum Netzausausbau
- ✓ Auflösen komplexer technischer Aspekte durch **einfache Usability**
- ✓ Machbarkeitsstudie mit CAPEX/OPEX

# Referenz 3: Netzneuplanung und ROI Analyse

- ✓ **Einfache und schnelle** Erstellung eines Netzmodells im Browser
- ✓ Optimierter **Durchmesser**
- ✓ **Integrierte** ROI-Analyse (CAPEX & OPEX)

# Referenz 4: Live Monitoring Rohrbach/Stmk

Live Betriebsdaten Heizwerk*

Live Daten

Arteria OS

Live Daten

Übergabestation/Hausstation**

API Schneid

1. Betriebsüberwachung
2. Optimierter Kraftwerkseinsatz
3. Demand Response

*https://www.riebenbauer.at/projekte/wlg-pinggau
**https://www.pewo.com/produkte/uebergabestationen

# Referenz 4: Beispielrechnung

- 400 Wärmeübergabestationen
- 100 GWh Wärmeabsatz im Jahr
- 10% Netzverluste

ca. **1.4 Mio € an Kosten** durch Netzverluste!

Einsatz **Arteria OS**

5-10% Verlustreduktion
> 50% schnelleres Arbeiten
15-20% $CO_2$ Einsparung durch operative Optimierung

➔ **Einsparungen** von **jährlich 70.000 – 140.000€**
➔ **Einsparungen** von **jährlich 0.5 – 0.7 t $CO_2$/Übergabestation**

Arteria OS

# Wärme- und Trafopläne einfach umsetzen

ARTERIA TECHNOLOGIES

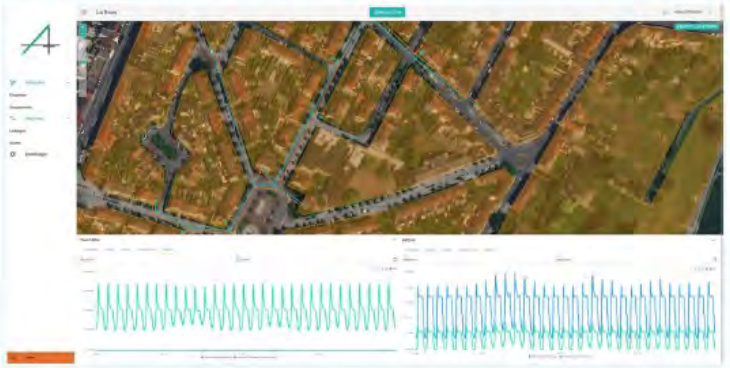
Beispiel Use Case:

## Integrierte Wärmeplanung mit der Arteria Platform

**Hintergrund und Problemstellung**

Wärmepläne sind ein zentrales Instrument zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung. Sie stehen am Beginn und dienen als Basis für folgende Machbarkeitsstudien in der BEW. Speziell die Kartierung von Wärmebedarfen sowie möglicher Versorgungspotentiale ist zentral für die weiterführende Netzplanung. Rein visuelle Karten ohne Datenmodell erlauben aber keine friktionsfreie Weiterverarbeitung.

**Lösung:** Einsatz von Arteria Planning ™



Mit Arteria Planning können Wärmebedarfe und Wärmepotentiale räumlich (gebäudescharf oder quartierscharf) und zeitlich hochaufgelöst dargestellt werden. Ein Datenupload erlaubt die automatisierte Integration großer Datenmengen sowie die Berechnung relevanter KPIs wie z.B. Wärmedichten. Ein weiterer Vorteil liegt weiters in der integrierten Nutzung der Daten für Machbarkeitsstudien (BEW) z.B. für Neuplanung von Wärmenetzen.

**Vorteile**

1. **Automatisierter** Datenupload mit GIS Schnittstelle
2. **Einfache** und **schnelle** Berechnung von KPIs
3. **Integrierte Nutzung** für Wärmenetzplanung des EVU

**Kontakt**

Dr. Stefano Coss
Geschäftsführer
Arteria Technologies GmbH
stefano.coss@arteria.at
+43/69910509386

**Unverbindlich testen auf**

www.arteria-tech.com

## Transformationsplan nach BEW einfach gemacht!

Sie möchten eine Transformationsplan nach BEW machen, und benötigen noch Projektpartner und Expertise zur Abwicklung?

**Unsere Angebot:** Transformationsplan inkl. Daten und Wärmenetzplanung, abgewickelt aus einer Hand.

Umfangreiche Datengrundlage | Tool zur Wärmenetzplanung und Betriebsdatenanalyse | Transformationsplan nach BEW

**Projektpartner:**

**Fraunhofer IEE**

Das Fraunhofer Tool EnergyAnts bietet zeitlich und örtlich hochaufgelöste Energiedaten, die automatisiert genutzt werden können. Dabei werden Lod2-Gebäudedaten mit verhaltens-ökonomischen Daten in einem Agenten-modell verarbeitet und erlauben eine detaillierte Abbildung des Status Quo sowie evidenzbasierte Szenarien.

**Vorteile:**

- Reduktion des Aufwands für Datenaquise und Aufbereitung
- Präzise Datenquellen für Status Quo und langfristiger Entwicklung
- Expertise aus >15 Jahren Forschung in einem Datensatz verfügbar

**Kontakt:**
Dr. Carsten Pape
Fraunhofer IEE
https://www.iee.fraunhofer.de/
carsten.pape@iee.fraunhofer.de
+49 561 7294-265

ARTERIA TECHNOLOGIES

Arteria Technologies bietet eine Plattform zur Planung und Analyse von Wärmenetzen und nutzt die Daten von EnergyAnts für diverse Use Cases wie Netzneuplanung, Ausbauplanung oder Betriebsdatenanalyse. Im Web Browser können einfach und schnell verschiedenen Szenarien probiert und analysiert werden.

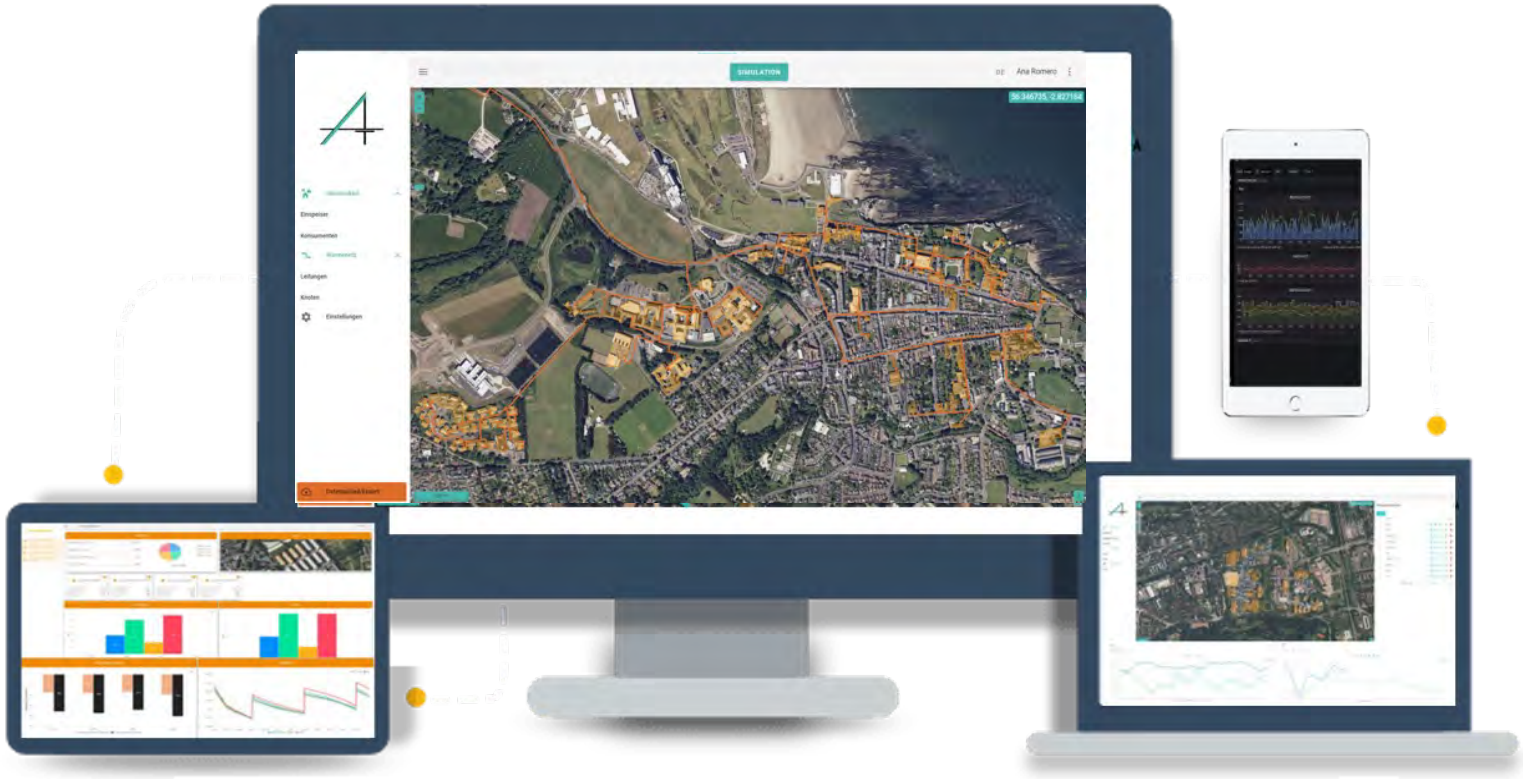
**Vorteile:**

- Integration von bestehenden Betriebsdaten und Fraunhofer in einem Tool
- Friktionsfreie Nutzung der Daten für Neuplanung, Erweiterung oder Dekarbonisierung

**Kontakt:**
DDI Dr. Stefano Coss
Arteria Technologies GmbH
www.arteria-tech.com
stefano.coss@arteria.at
+43 699 10509386

# Arteria Plattform

Die all-in-one Lösung zur Planung und Optimierung moderner Wärmenetze und Quartiere



www.arteria-tech.com

Erstellt von Arteria Technologies GmbH
© 2023 All rights reserved.

- ***Workshop / Gruppendiskussion:***
  *Geschäftsmodelle für digitale Technologien in Fernwärmenetzen in Österreich sowie rechtliche/ regulative Randbedingungen*

# Impulsvortrag: Digitale Geschäfts-modelle und rechtlicher Rahmen

Online-Workshop am 13.12. 2023

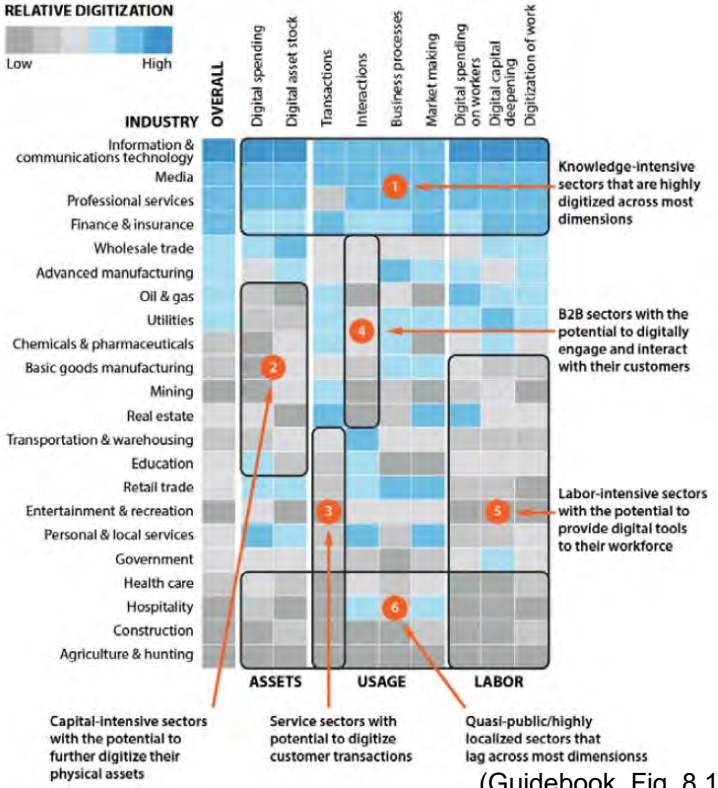
C. Deutsch, M. Gölles, I. Leusbrock,
K. Lichtenegger, R.-R. Schmidt, E. Widl

# Digitalisierung von Geschäftsprozessen allgemein

- Digitalisierung hat in verschiedensten Geschäftsbereichen Einzug gehalten:
  - Vorreiter (Unterhaltung, Medien)
  - Mittelfeld (Finanzbranche, Gesundheit)
  - Nachzügler (viele in Energiebranche)
- Wichtig: Grenzen abstecken

| Supply \ Demand | Consumer | Business | Administration |
|---|---|---|---|
| Consumer | Consumer-to-Consumer | Consumer-to-Business | Consumer-to-Administration |
| Business | Business-to-Consumer | Business-to-Business | Business-to-Administration |
| Administration | Administration-to-Consumer | Administration-to-Business | Administration-to-Administration |

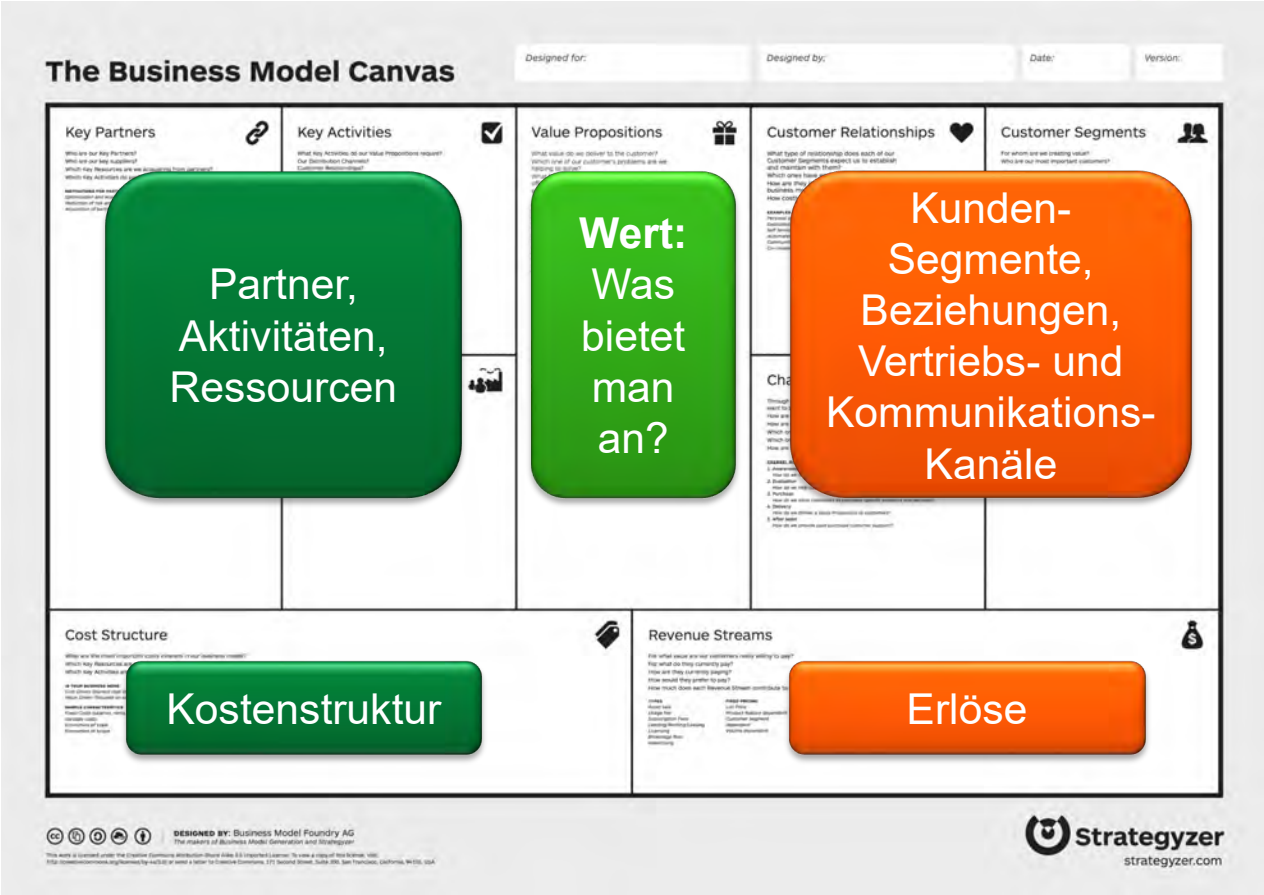
(Guidebook, Fig. 8.2)




(Guidebook, Fig. 8.1)

# Geschäftsmodelle

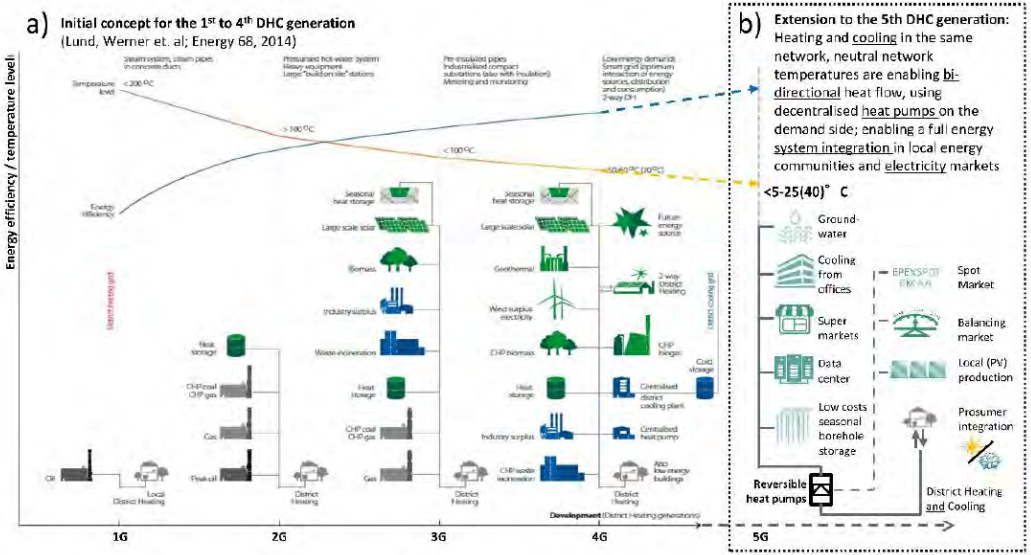
- Etabliertes Werkzeug: Business Model Canvas
- Geschäftsmodell für klassische Fernwärme meistens sehr klar
- Bereits höhere Komplexität durch Einbindung mehrerer Wärmequellen
- Vermutung (siehe *Guidebook* und z.B. Lygnerud et al., 2023): Geschäftsmodell für Fernwärme & -kälte wird sich bis 2050 gravierend wandeln




K. Lygnerud, T. Popovic, S. Schultze, H. Kortegaard Støchkel, Energy 278 (2023) 127714, *District heating in the future – thoughts on the business model,* https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.127714

# Thermische Netze: Entwicklung im Lauf der Zeit

- Weiterentwicklung der Wärmenetztechnologie mit grober Einteilung in Generationen:
  - Aktuell dominieren Netze der 3. Generation
  - Übergang zur 4. und 5. Generation bringt i.A. niedrigere Temperatur-Niveaus und höhere Komplexität mit sich




(Abb. aus Lund et at., 2014, mit Erweiterungen durch das AIT)

H. Lund, S. Werner, R. Wiltshire et al.: Energy 68 (2014) p.1-11, 4th Generation District Heating (4GDH): Integrating smart thermal grids into future sustainable energy systems
https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.02.089

# Thermische Netze: Kundenprofile

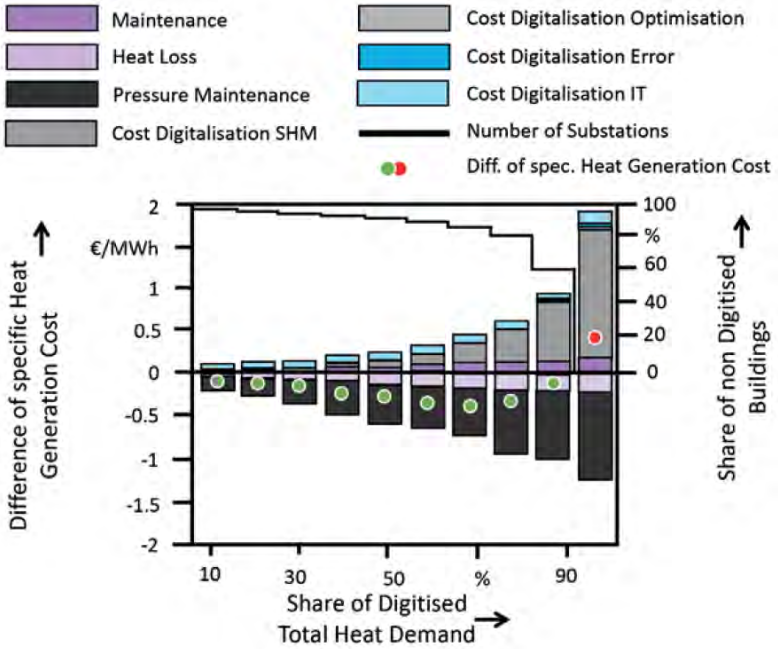
- Grenze zwischen Konsumenten und Produzenten verschwimmt etwas („Prosumer“) – aber deutlich weniger als im elektrischen Sektor
- Identifikation von zwei charakteristischen Kundenprofilen bei Endnutzern (nach Lygnerud et al., 2023):
  - diejenigen, die möglichst wenig tun und möglichst wenig mit technischen Fragen behelligt werden wollen: „Das System soll einfach gut laufen“
  - diejenigen, die ihr eigenes System optimieren wollen, sich auch für die Auswirkungen ihrer eigenen Einstellungen auf das Netz interessieren, sich nach Möglichkeit auch selbst einbringen wollen

vermutlich große Mehrheit

bieten ggf. viel Potenzial

# Digitale Geschäftsmodelle für Wärmenetze: Kernfragen

- Welche Art von Produkt anbieten (Abrechnung von kWh vs. Wärme-Service)?
- Welches Ausmaß an Digitalisierung ist überhaupt sinnvoll?
- An welchen Stellen bringt Digitalisierung tatsächlich konkreten Nutzen?
  - optimierter Betrieb (Energiemanagement)
  - Fehlererkennung, *predictive maintenance*
  - Besser Datengrundlage für Aus- und Umbauplanung in den Netzen
  - Unterstützung bei Temperaturreduktion und Integration dezentraler Wärmequellen
  - engere Kundenbindung durch mehr Transparenz, mehr Involvierung
  - …
- Wie kann man Datenschutz und Datensicherheit gewährleisten?
- Andere regulatorische Aspekte?




(Guidebook, Fig. 8.9 – Studie für eine Region in Süddeutschland)

## Interaktive Teile des Workshops

- Erinnerung an vorab ausgesandte Umfrage: https://de.surveymonkey.com/r/R83TZXL
- Mentimeter: https://www.menti.com/alqoisyfy3h1 oder www.menti.com/ mit Code 6842 4486
- Breakout-Sessions, unterstützt durch Miro-Board: https://miro.com/app/board/uXjVNDod0S4=/
  1. technische Aspekte (anknüpfend auch an Subtask C),
  2. neue Geschäftsmodelle,
  3. regulatorische Aspekte und Rahmenbedingungen

## Chancen und Potenziale für digitale DHC-Geschäftsmodelle

27 responses

12

# Probleme und Hemmnisse für digitale DHC-Geschäftsmodelle

29 responses

## Digitalisierung von Wärmenetzen: Regulatorische Aspekte und Rahmenbedingungen

*Chancen und Möglichkeiten*

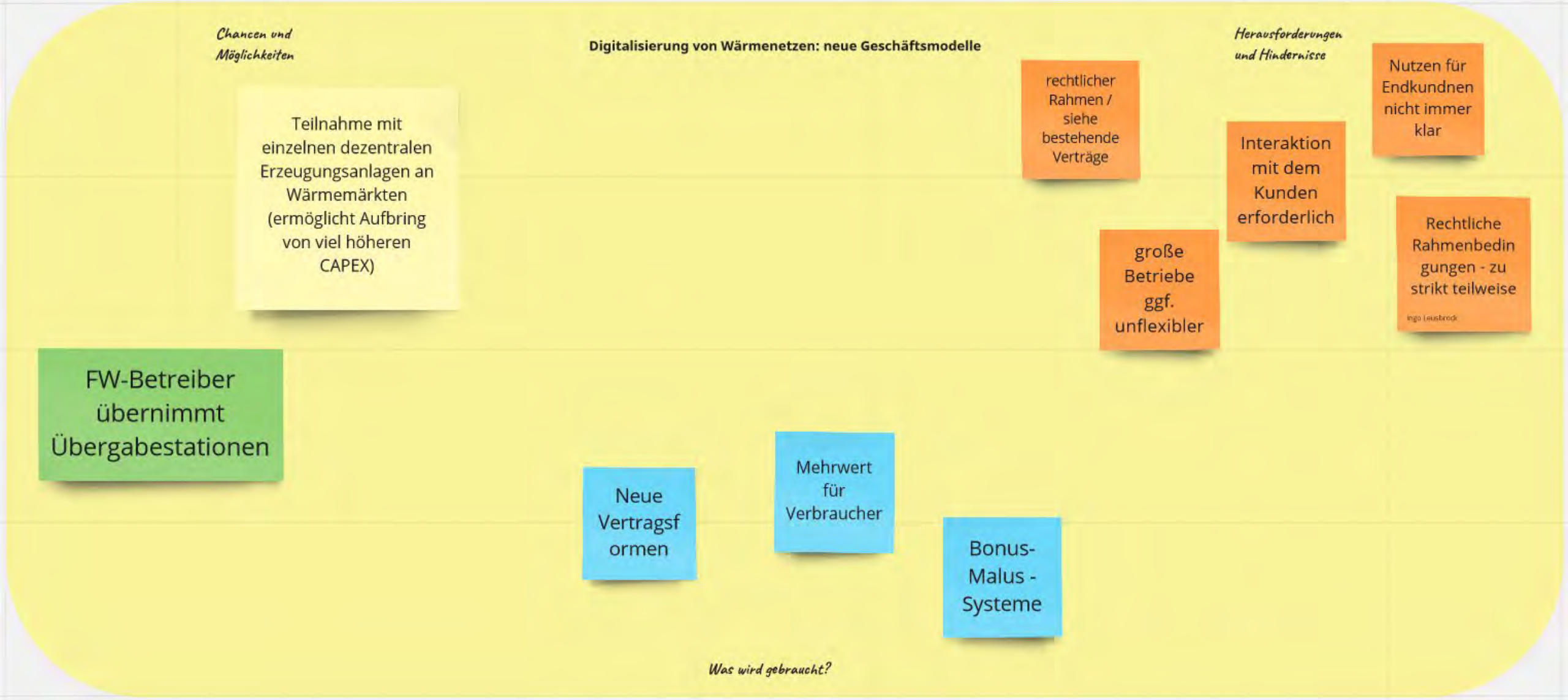
- Ausschöpfen aller Wärmepotenziale (temporär und lokal

*Herausforderungen und Hindernisse*

- DSGVO
- Daten-fragmentierung
- Eigentums-verhältnisse, wen gehört die Übergabestation?
- Dritte haben (in DE) keinen Anspruch auf Einspeisung
- Regeln für KI (AI Act)
- Transparenz, Erklärbarkeit
- sehr uneinheitliche Vertragstrukturen (wer ist für was verantwortlich)

*Was wird gebraucht?*

- die Leute persönlich ansprechen
- Rechtlicher Rahmen für Wärmemärkte um Einspeiser in verschiedenen Eigentumsverhältnis sen zu erlauben
- Ein klare Regelung die es erlaubt in den technischen Services technische Daten von einzelnen Abnehmern zu verwenden; aktuell wird hier zu vorsichtig vorgegangen, und vieles nicht gemacht, was die DSVGO problemlos erlauben würde.
- Z.B. Wärmenetz EEG


Chancen und Möglichkeiten
Digitalisierung von Wärmenetzen: neue Geschäftsmodelle
Herausforderungen und Hindernisse
Teilnahme mit einzelnen dezentralen Erzeugungsanlagen an Wärmemärkten (ermöglicht Aufbring von viel höheren CAPEX)
rechtlicher Rahmen / siehe bestehende Verträge
Nutzen für Endkundnen nicht immer klar
Interaktion mit dem Kunden erforderlich
große Betriebe ggf. unflexibler
Rechtliche Rahmenbedin gungen - zu strikt teilweise
Ingo Leusbrock
FW-Betreiber übernimmt Übergabestationen
Neue Vertragsf ormen
Mehrwert für Verbraucher
Bonus-Malus - Systeme
Was wird gebraucht?

## Digitalisierung von Wärmenetzen: technische Aspekte

*Chancen und Möglichkeiten*

- Dimensionierung von HASTs überprüfen
- Identifikation von auffälligen HASTs
- Zielnetz-planung
- Wenn ich einmal eine gute Infrstruktur aufgebaut habe, kann ich div. Services einfach umsetzen (siehe Vortrag der Wien Energie).

*Herausforderungen und Hindernisse*

- Datenauf bereitung, GIS-Daten
- Bei vielen bestehenden Netzen ist die Datenlage sehr schlecht
- teilweise hohe Datenausfa llraten
- manchmal schlechte Datenqualität

*Was wird gebraucht?*

- Schnittstellen müssen geschaffen werden
- Daten-infrastruktur wesentlich

# Danke für die Aufmerksamkeit!

- **Die Folien des Vortrages und die Ergebnisse der Gruppendiskussionen werden nach der Veranstaltung zur Verfügung gestellt.**
- **Kontakt: Ralf-Roman Schmidt (AIT); ralf-roman.schmidt@ait.ac.at**