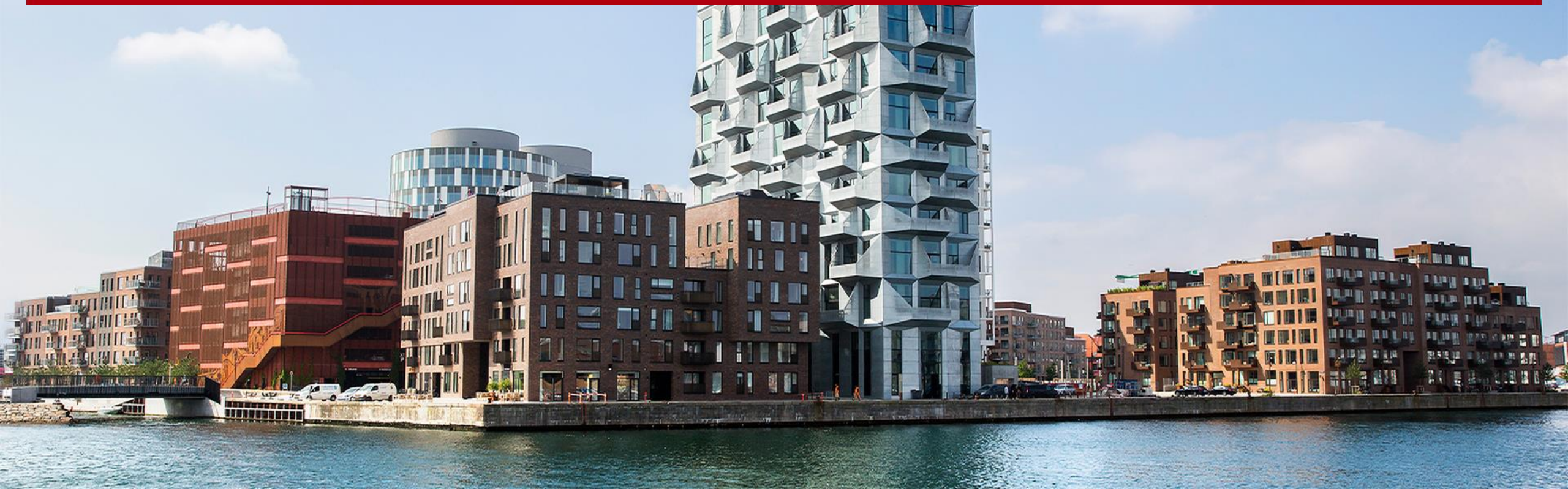


ENGINEERING
TOMORROW

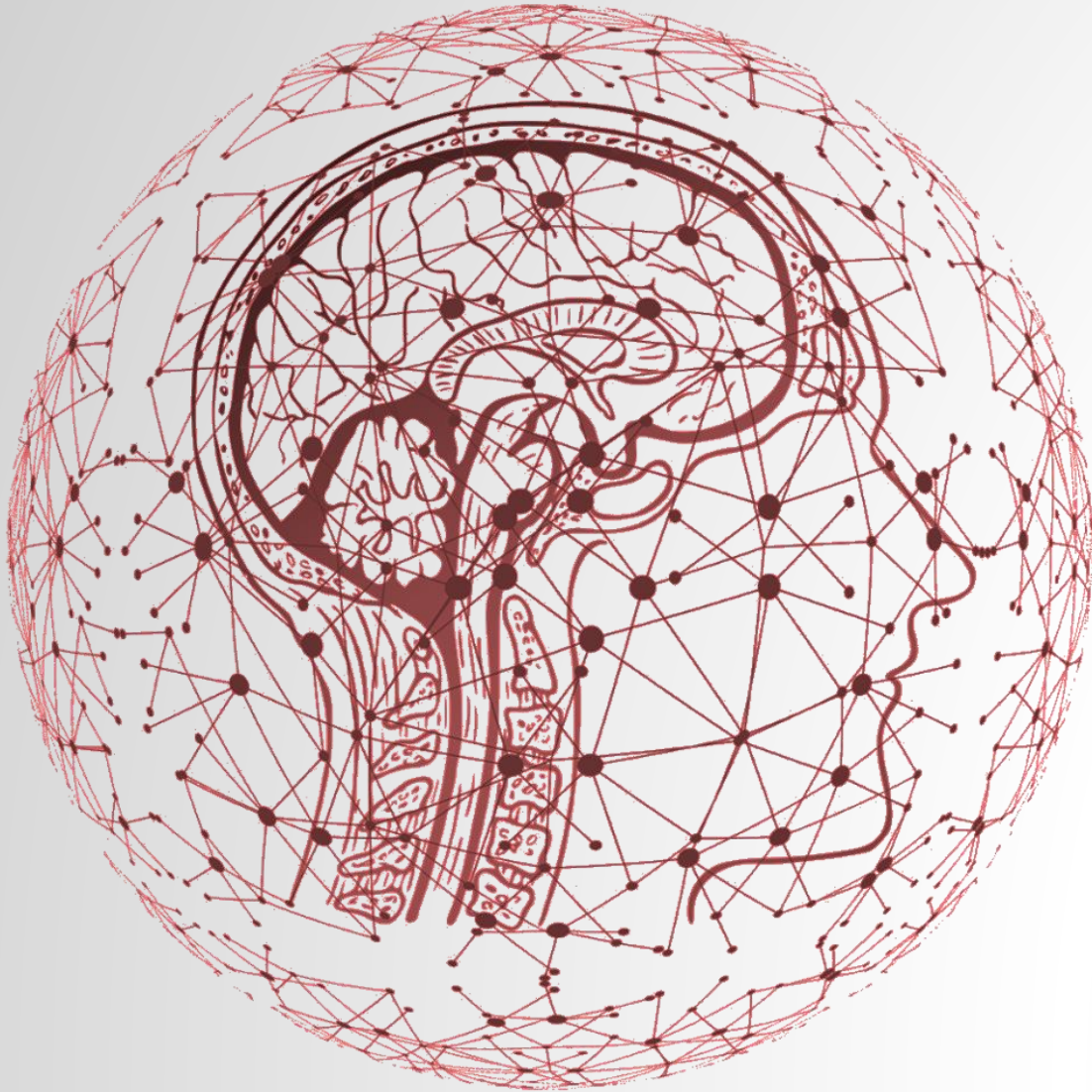
Danfoss

Künstliche Intelligenz zur Dekarbonisierung von Wärmenetzen

Peter Ott, Business Development Manager District Energy



Definition: Künstliche Intelligenz (KI) vs Machine Learning (ML)

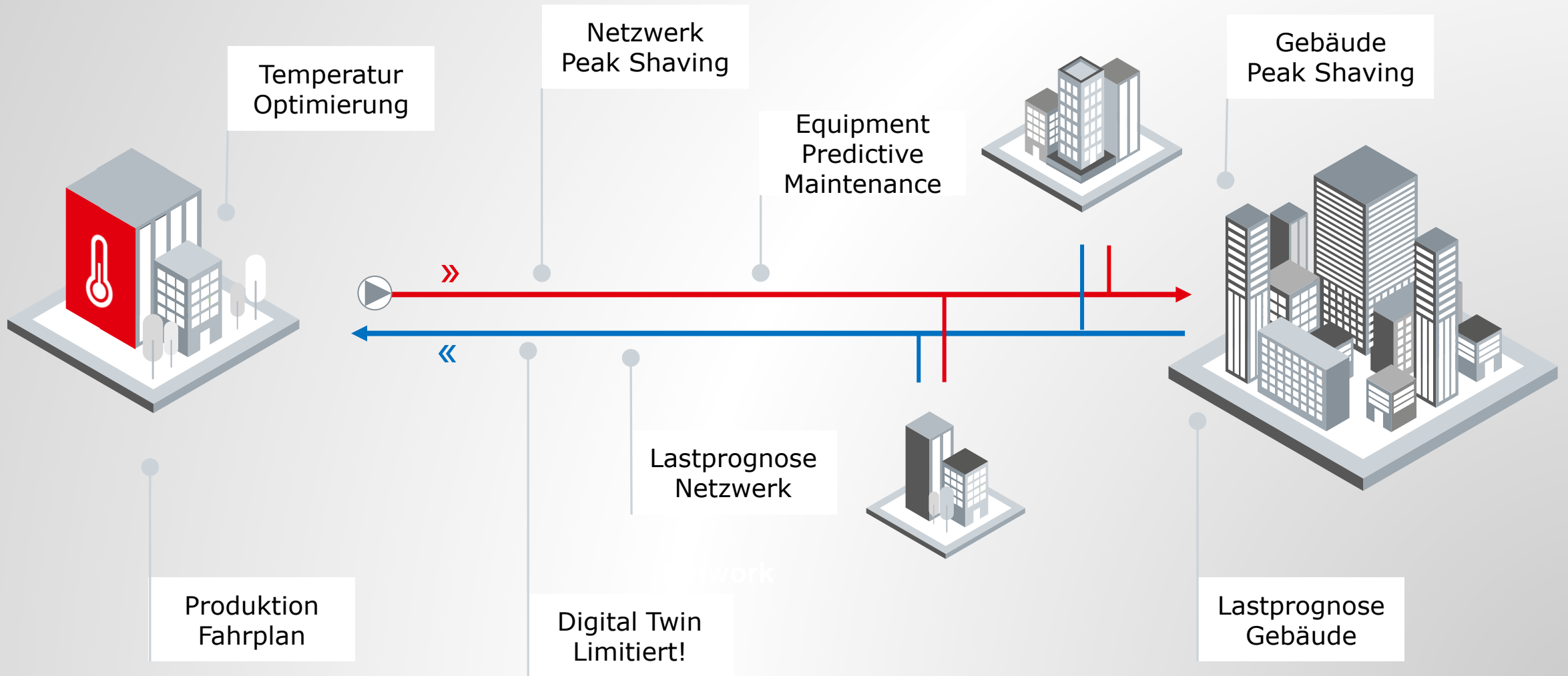


KI imitiert menschliche kognitive Funktionen, wie Lernen oder Lösen von Problemen, indem sie Daten sortiert und Informationen daraus extrahiert.

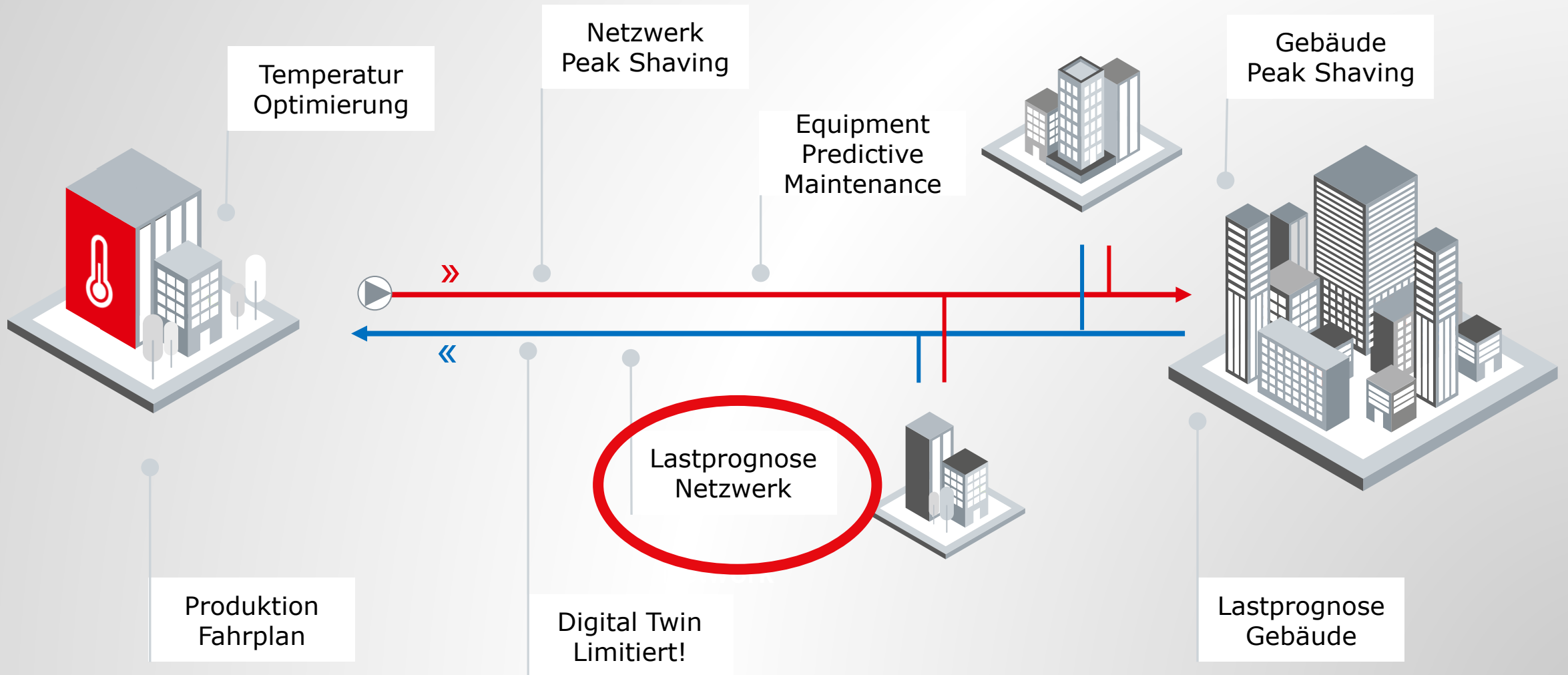
ML ist Teildisziplin der KI. Statistische Algorithmen können aus Dateninterpretation ein Verhalten erlernen und durch weitere Erfahrungswerte selbstständig kontinuierlich adaptieren und verbessern.

Ein intelligentes System nutzt KI, um wie ein Mensch zu denken und eigenständig Probleme zu lösen. ML ist eine Methode, die zur Aneignung der Intelligenz genutzt wird.

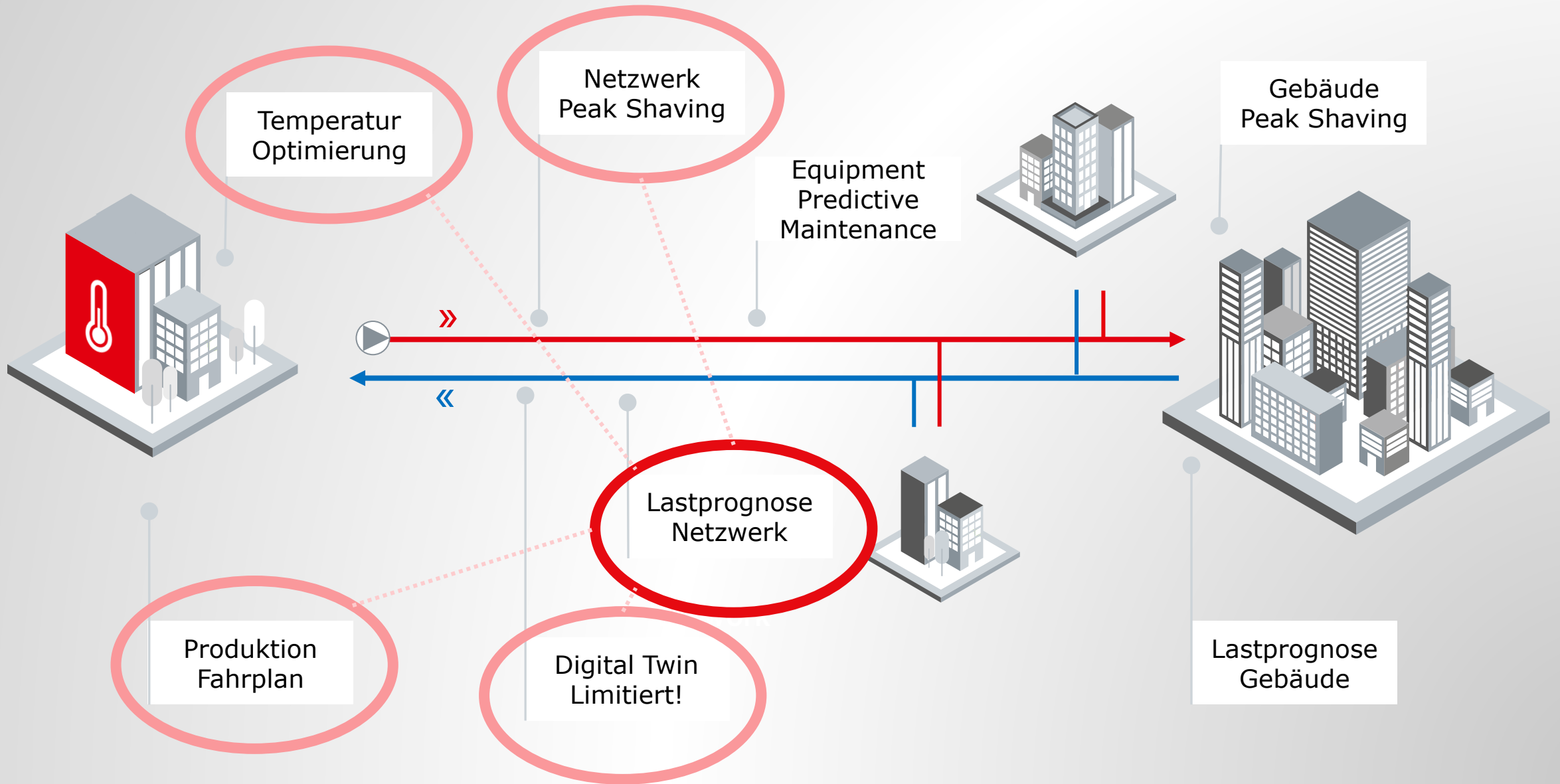
ML in der Fernwärme: Einsatzgebiete aktuell und Limitierung



ML in der Fernwärme: **Basis ist (fast) immer eine Lastprognose**



ML in der Fernwärme: **Basis ist (fast) immer eine Lastprognose**

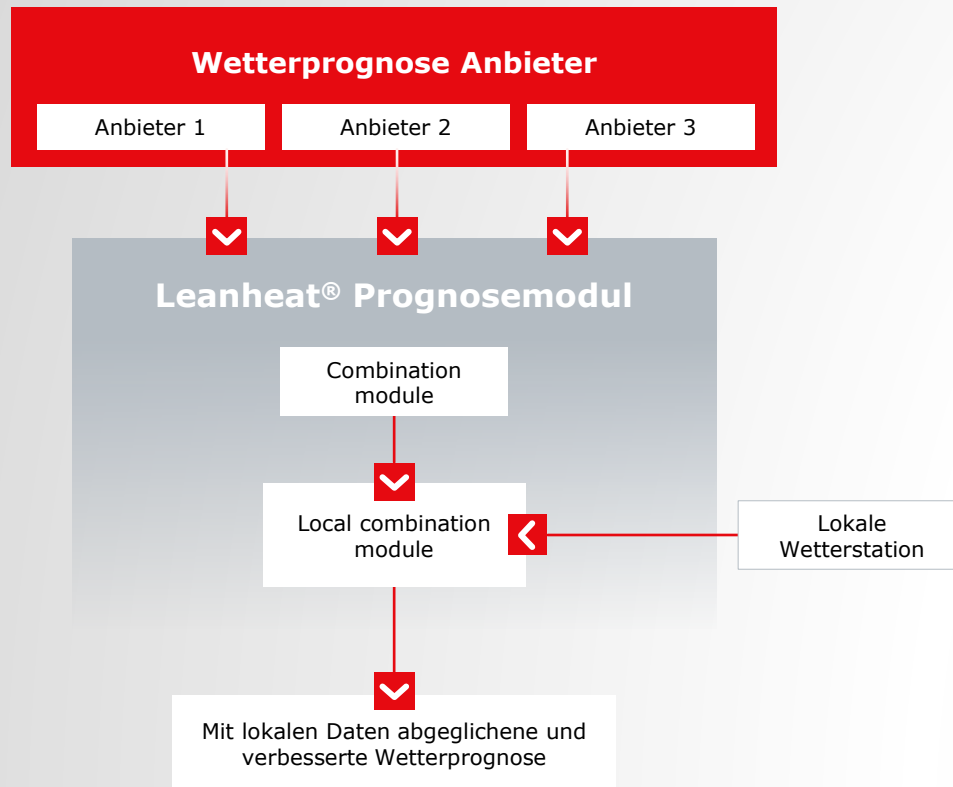


Leanheat® Lastprognose

WETTERPROGNOSE

LASTPROGNOSE

HIGHLIGHTS



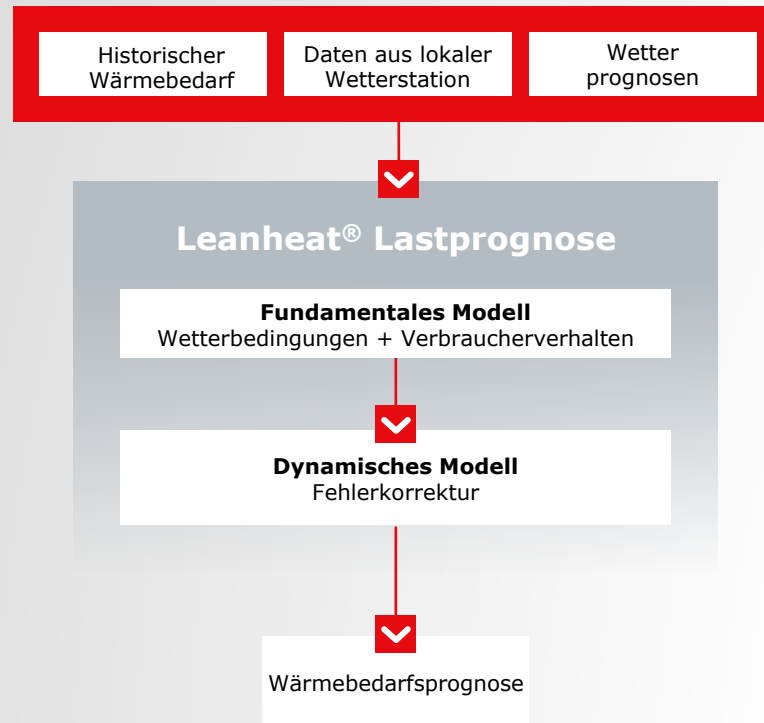
- › Softwarelösung für eine mit lokalen Daten optimierte Wetterprognose
- › Eine akkurate Wettervorhersage ist die Grundlage für eine verbesserte Lastprognose, Temperaturreduktion und Produktionsoptimierung
- › Durch die Zusammenführung und Gewichtung von bis zu 3 verschiedenen Wetterprognosen kann die Exaktheit und Verlässlichkeit erheblich verbessert werden
- › Messdaten einer lokalen Wetterstation werden zur Kalibrierung und laufenden Verbesserung der Prognose verwendet

Leanheat® Lastprognose

WETTERPROGNOSE

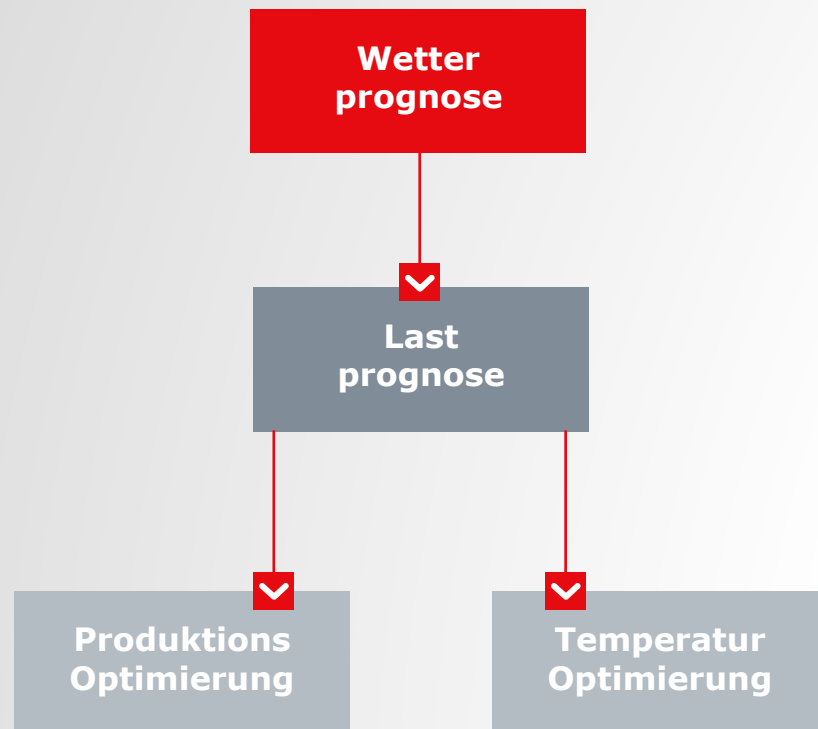
LASTPROGNOSE

HIGHLIGHTS



- > Erstellt eine genaue Prognose des Wärmebedarfs im Netz, der als Fundament für einen optimierten Erzeugungsplan, Speichereinsatz und zur Vorlauftemperatureoptimierung dient
- > Sowie neue Echtzeitdaten verfügbar sind, führt das Machine Learning-Modell eine selbstständige Kalibrierung und einen Abgleich mit diesen Daten durch
- > Erfahrungswerte mit bis zu 95% Exaktheit!





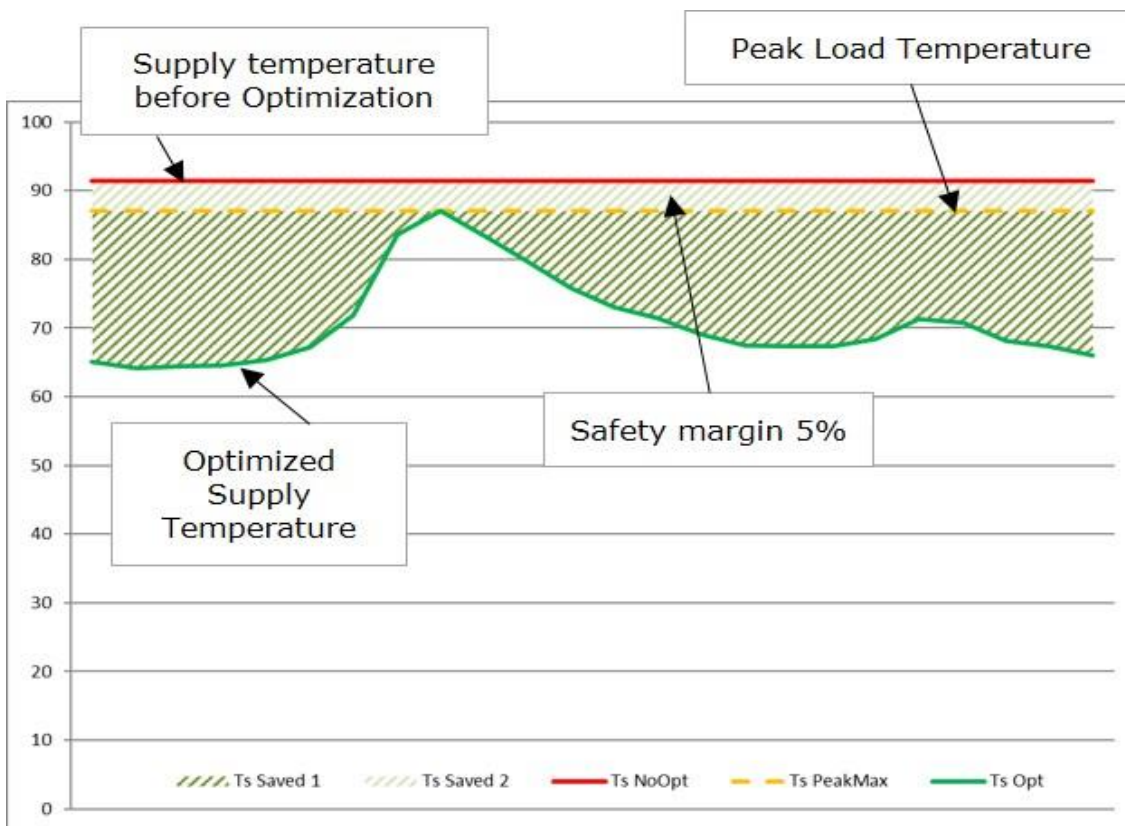
- > Robuste und erprobte Technologie - sowohl für Nahwärme als auch komplexe Fernwärmenetze
- > Vollautomatisiert, geringe Interaktion, niedrige Betriebskosten
- > Basierend auf Machine Learning Algorithmen, die sich automatisch an neue Daten adaptieren
- > Einfache Integration in bestehende Betriebssysteme

Leanheat® **Temperaturoptimierung**

TEMPERATUROPTIMIERUNG

WÄRMEVERLUSTE
REDUZIEREN

HIGHLIGHTS



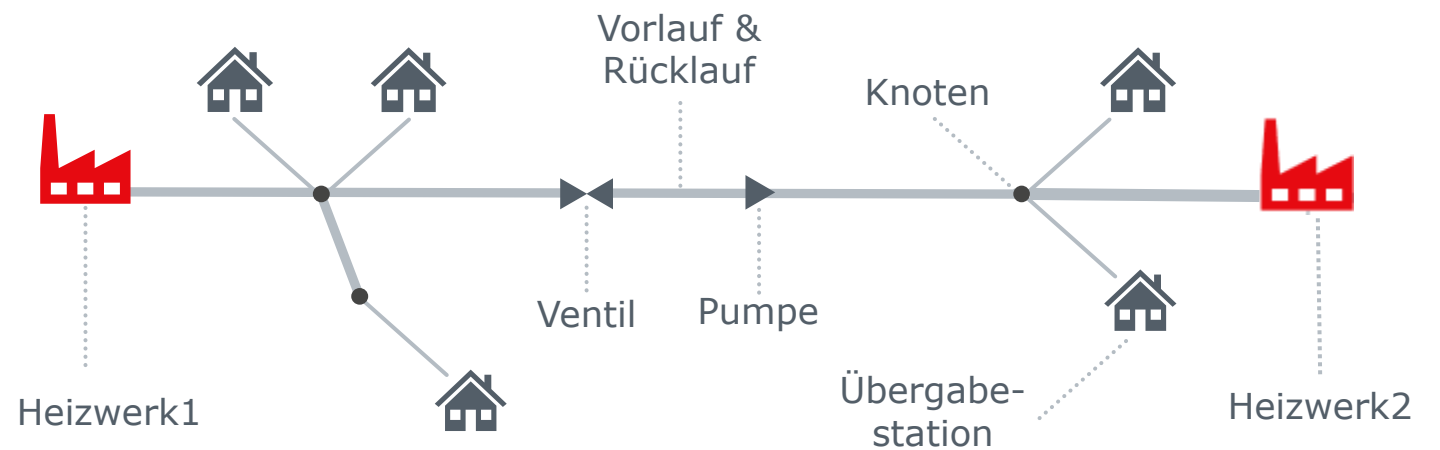
- Reduktion der Vorlauftemperatur um ca. 6 bis 8°C
- Reduktion der Wärmeverluste um ca. 8 bis 10 %
- Reduktion der Produktionskosten um bis zu 2 %
- Minimierung von Druck- und Temperaturschwankungen im Netzwerk
- Erhebliche Energieeinsparungen - Minimierung der Emissionen und Schutz der Umwelt
- Reduzierung der Wartungs- und Supportkosten von Fernwärmenetzen





Digital Twin

Kombination von hydraulischer Simulation mit Machine Learning (Lastprognose)



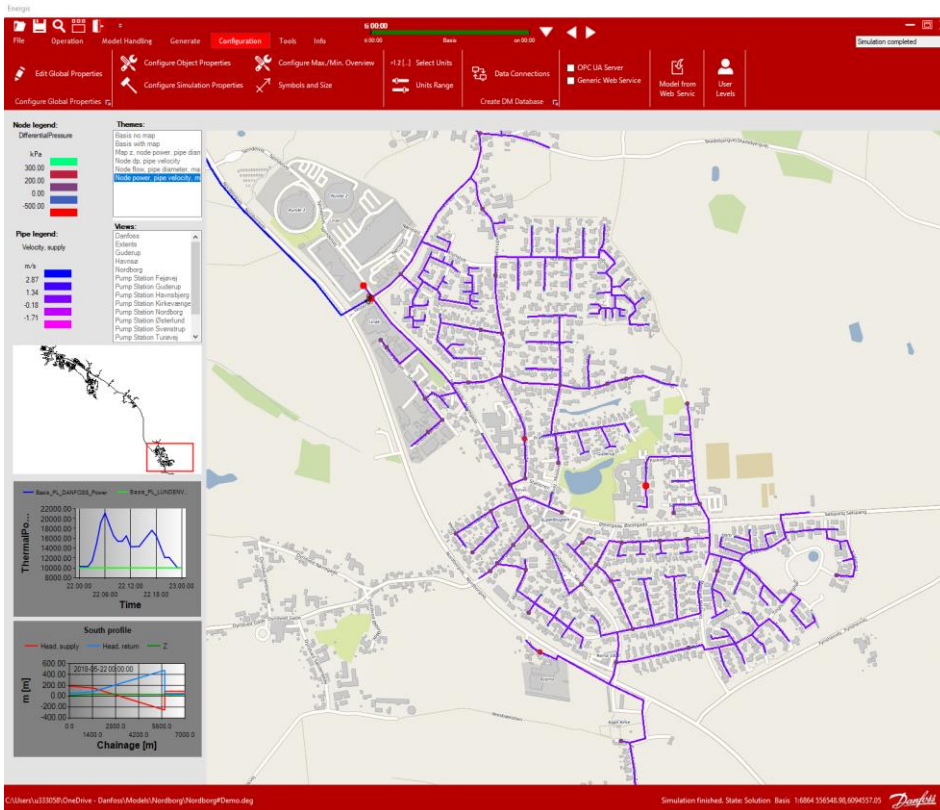
Warum?

- > Reiner KI Ansatz ist limitiert (Änderungen im Netz; mehrere Quellen)
- > Komplexitätsreduktion: ein Tool von der Planung bis zur Optimierung

Digital Twin am Beispiel Leanheat® Network Verbesserte Auslegung & Betrieb der Wärmeverteilung



Digitaler Zwilling: Planung, Machbarkeitsstudien und Betriebsoptimierung durch die Kombination von thermohydraulischer Simulation mit Machine-Learning basierter Lastprognose.



Berechnung und Umsetzung optimaler hydraulischer Betriebsparameter

Überblick über **Temperaturen, Volumenströmen und Drücken** an jedem Punkt im Netz

automatische Dimensionierung Projektierung neue Netze

Jahressimulation und Jahresverlustberechnung

Machbarkeits-Analysen im täglichen Betrieb und bei kritischen Situationen

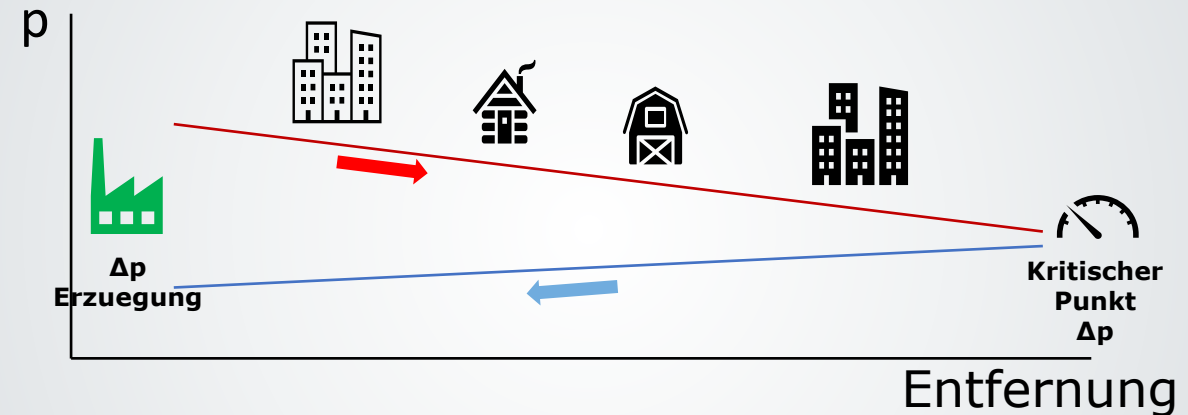
Simulation der Netzbedingungen in Zukunft

Druckoptimierung am Beispiel Leanheat® Network

➤ Reduzierung der Pumpenkosten

- Reduziert die Pumpkosten auf ein Minimum
- Berechnung die optimalen Pumpensollwerte für Hauptpumpen und Druckerhöhungspumpen und Optimierung von Differenzdrücke
- Sicherung des Auslegungsdrucks an ausgewählten Punkten wird nicht verletzt
- Berücksichtigt neue Betriebsbedingungen aus SCADA oder Lastprognose
- Stabilität im Betrieb

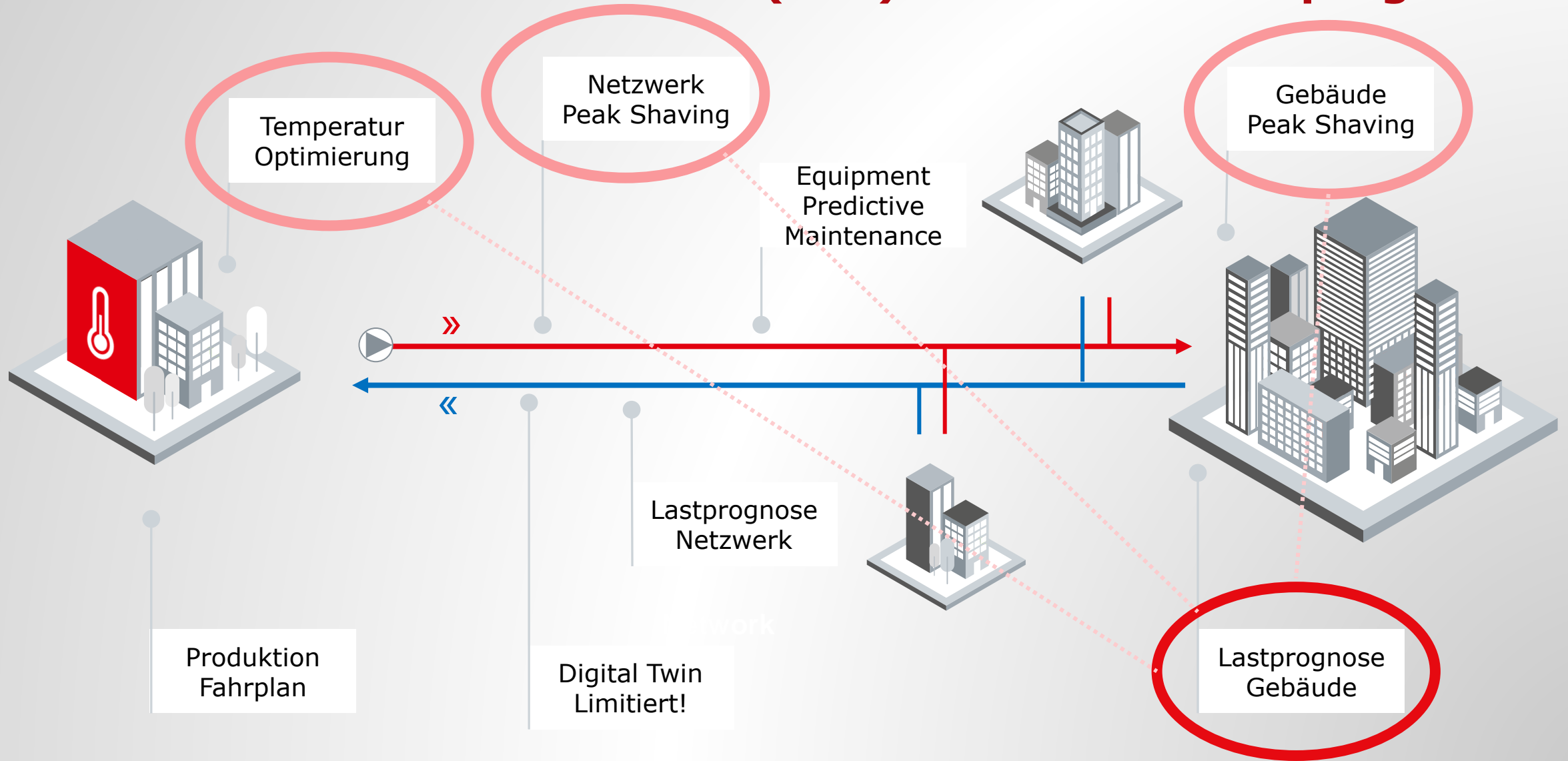
Druckdifferenz* Netzplan



Pumpkosteneinsparungspotenzial durch Anpassung von Δp am tatsächlichen kritischen Punkt in Echtzeit

*Differenzdruck = Versorgungsdruck – Rückdruck

ML in der Fernwärme: **Basis ist (fast) immer eine Lastprognose**



Leanheat® Building

Kundenbedarf (er)kennen und optimieren



Traditionelles Gebäude



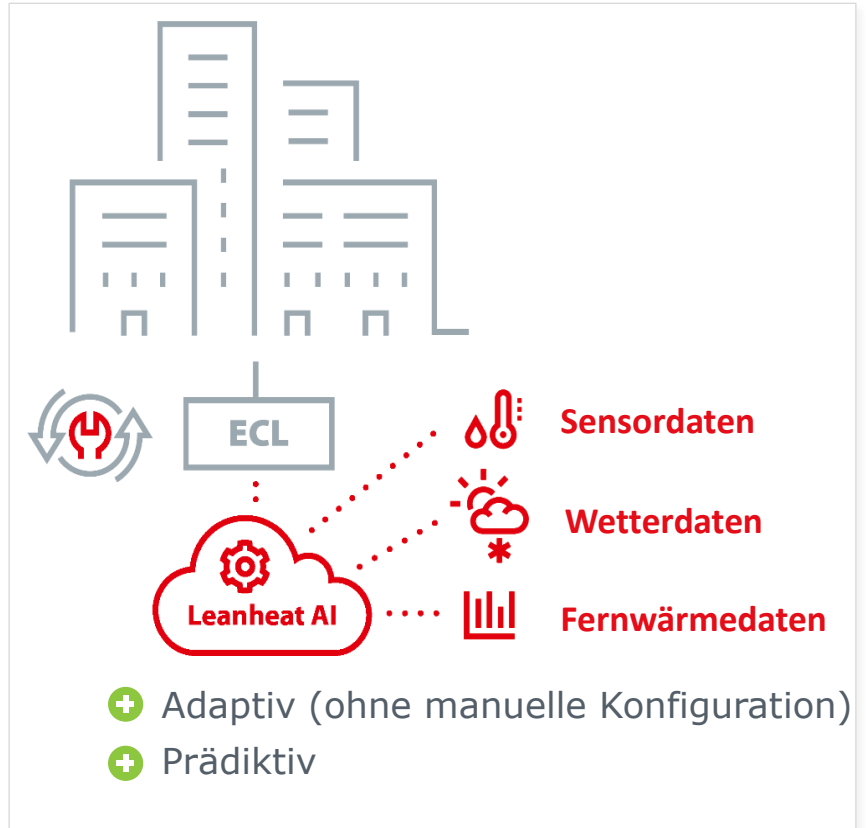
Heizkurve + Einstellungen

$$T.\text{Ref} = T.\text{VK} + (2,5 \times \text{VK} \times (T.\text{rum.set.spare} - 20)) + \text{RI}$$

- Manuelle Konfiguration notwendig
- Nicht vorausschauend

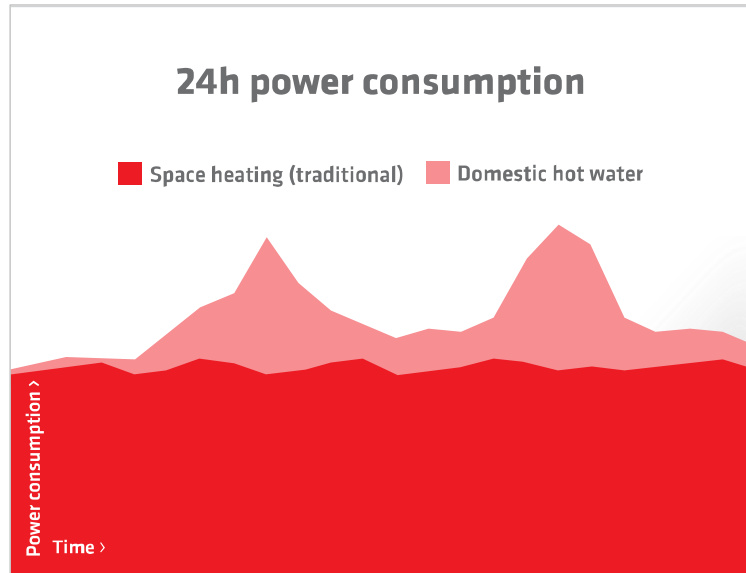


KI-gesteuertes Gebäude

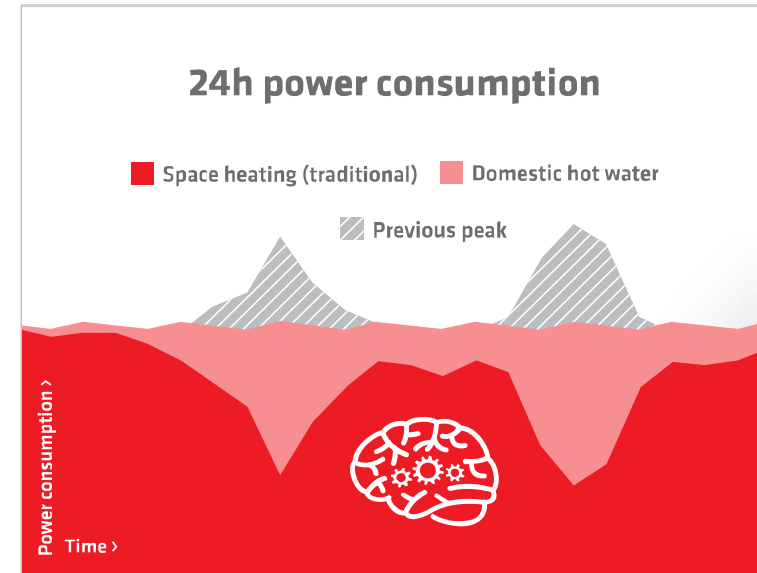




24H Lastprofil herkömmliche Regelung



24H Lastprofil LeanHeat KI Regelung





Ergebnisse

- 9% Energieeinsparung, bis zu 20 % Spitzenlastreduzierung und bis zu 10 K niedrigere Primär-Rücklauftemperatur
- ca. 5 % Energieeinsparung mit sensorloser Lösung
- Virtuelle Wärmespeicherfähigkeiten (40 MWh und 0,86 MW / 100 Stationen)
- Geringere Außeneinsätze
- Stabileres Raumklima und verbesserte Kommunikation mit den Mietern



Übersicht

Fernwärmeversorgte Gebäude durch KI optimiert für Enercity



Ziele

Spitzenlastreduktion
Energieeffizienz erhöhen
Innenraumklima optimieren
DSR Potenzial nutzen



Lösung

Danfoss Leanheat® Building

Virtuelle Wärmespeicher und Lastmanagement (Demand Response)

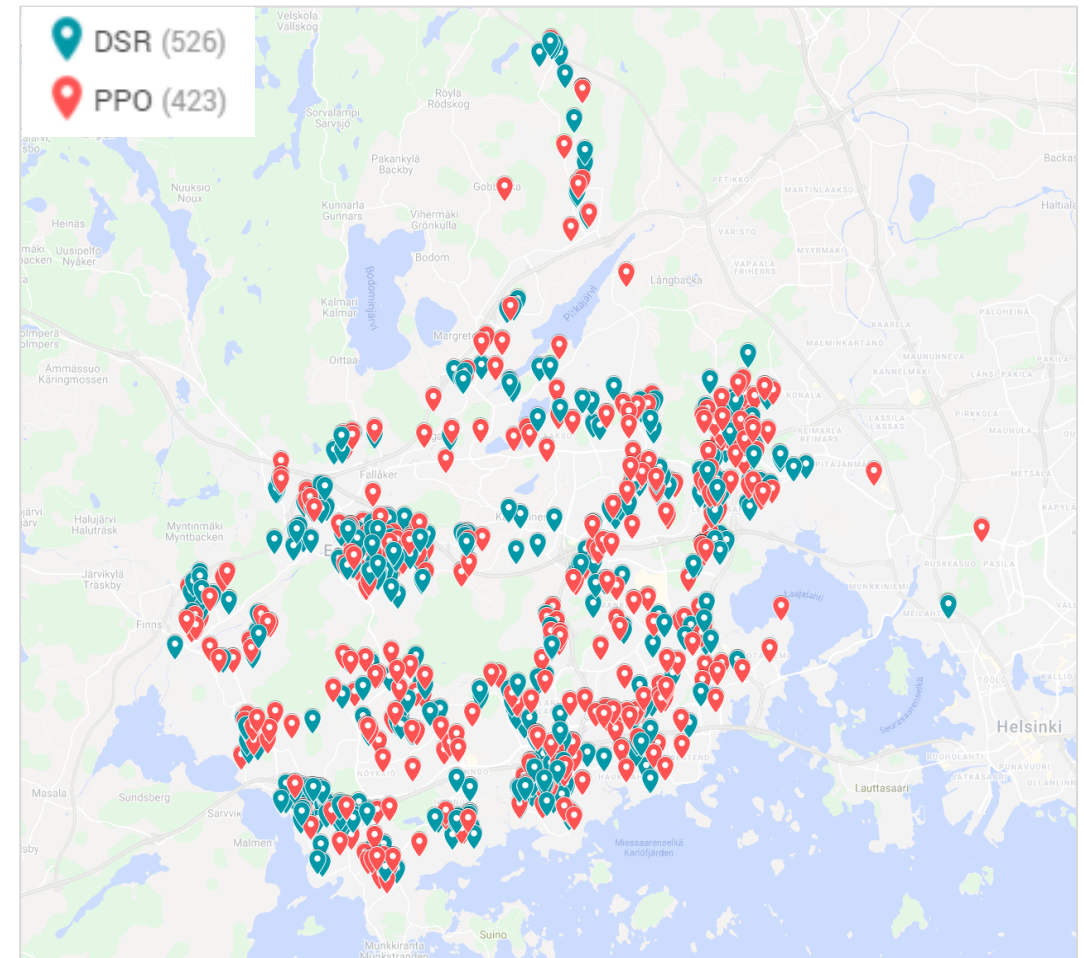
500 GWh (entspricht **26%** des jährlichen Wärmeabsatz
in von Leanheat Building geregelten Liegenschaften)

526 Liegenschaften in Leanheat **Demand Side Response (DSR)**, d.h. folgen Lastverschiebungssignalen von Fortum

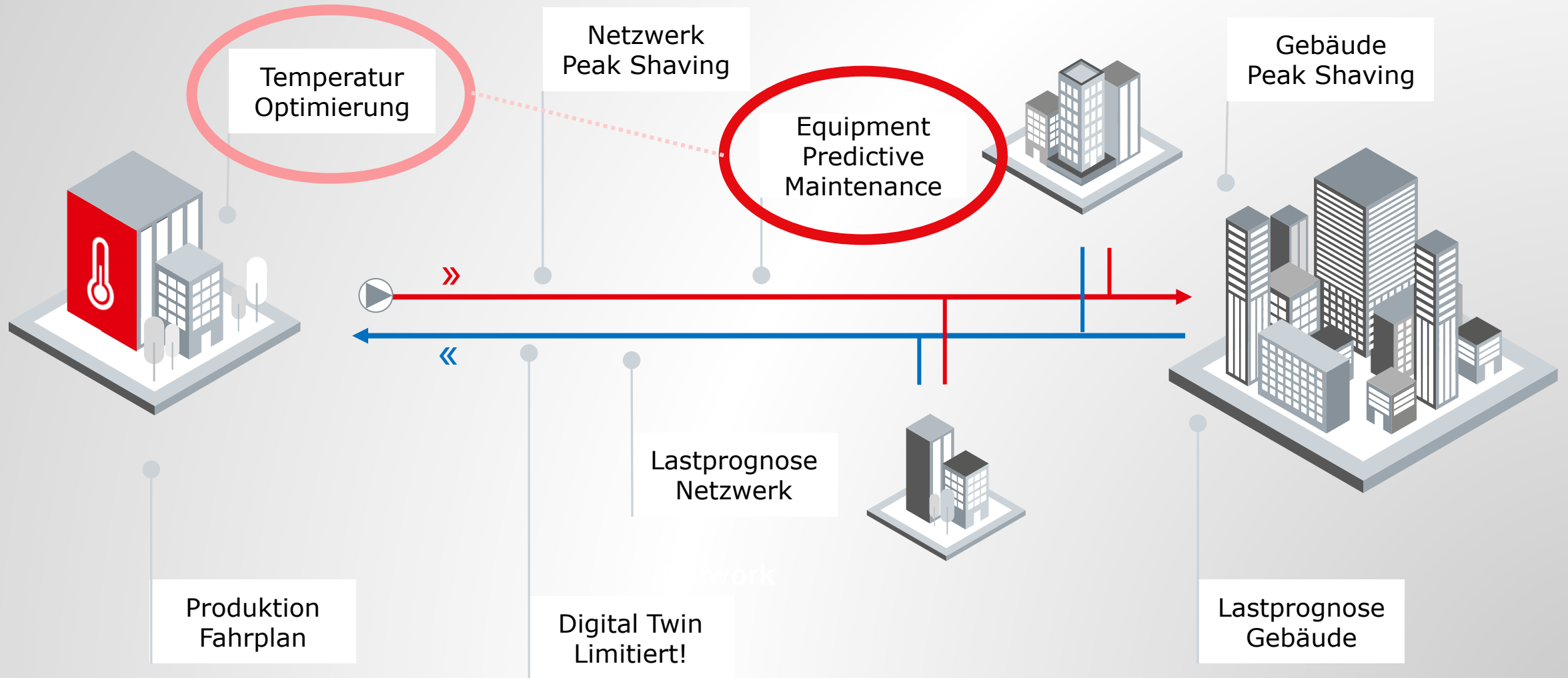
423 in lokaler Leanheat **Spitzenlastoptimierung (PPO)**, d.h. Minimierung der Spitzenlast der einzelnen Liegenschaft

Flexibilität via DSR ± 10 MW

Spitzenlastreduktion via PPO -25 MW



ML in der Fernwärme: **Basis ist (nicht) immer die Lastprognose**



Digitalisierung von Übergabestationen - Danfoss Titan

- **Digitaler Zwilling**
- für die beste Performance
- von Übergabestationen

Ermöglicht:

Automatische Inbetriebnahme

Kontinuierliche Optimierung
Konstanter hydraulischer Abgleich

Predictive maintenance

Identifikation von Fehlern aus der Ferne und optimierte
Wartungsplanung



Vorteile



Installateur

Inbetriebnahme ist reduziert auf
das Drücken eines Knopfes!



Versorgungsunternehmen

Alle Titan Stationen sind
jederzeit perfekt abgeglichen:

ΔT Optimierung – niedrigere
Rücklauftemperaturen

Niedrigere CO2 Emissionen



Verbraucher

Höchster Komfort bei niedriger
Abrechnung!



Peter Ott

Business Development Management
District Energy

++43 (0) 676 462 1755

peter.ott@danfoss.com

ENGINEERING
TOMORROW

