



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

WissenskapitalEnergie
Vormals: NODA Deutschland GmbH



NODA HeatNetwork: Systemoffene Lösung für die Optimierung von Wärmenetzen

Schaffung ökonomischer, technischer und ökologischer Werte

AGFW – Fachtag Fernwärme 2022 in Kassel:

Digitalisierung in der Fernwärme

Ralph Prudent
31. März 2022

Nachhaltigkeit und Digitale Transformation Chance und Verwerfung zugleich

Treiber

Nachhaltigkeit



Digitale
Transformation



Neue
Technologien



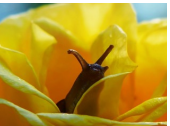
Veränderung der
Arbeitswelt



Urbanisierung



Das
Unerwartete



Herausforderungen

Verpflichtung zur
Energieeinsparung

Ausbau von
Wärmespeichern

Ausbau und Verdichtung
der Netze

Dekarbonisierung
der Fernwärme

Kompensation von
Kohle-KWK-Anteilen

Ausbau Erneuerbarer
Energien & Abwärme

Folgen

Investitions- und Kostendruck
nimmt zu

Neue Geschäftsmodelle
entwickeln sich

Neue Wachstumspfade
tun sich auf

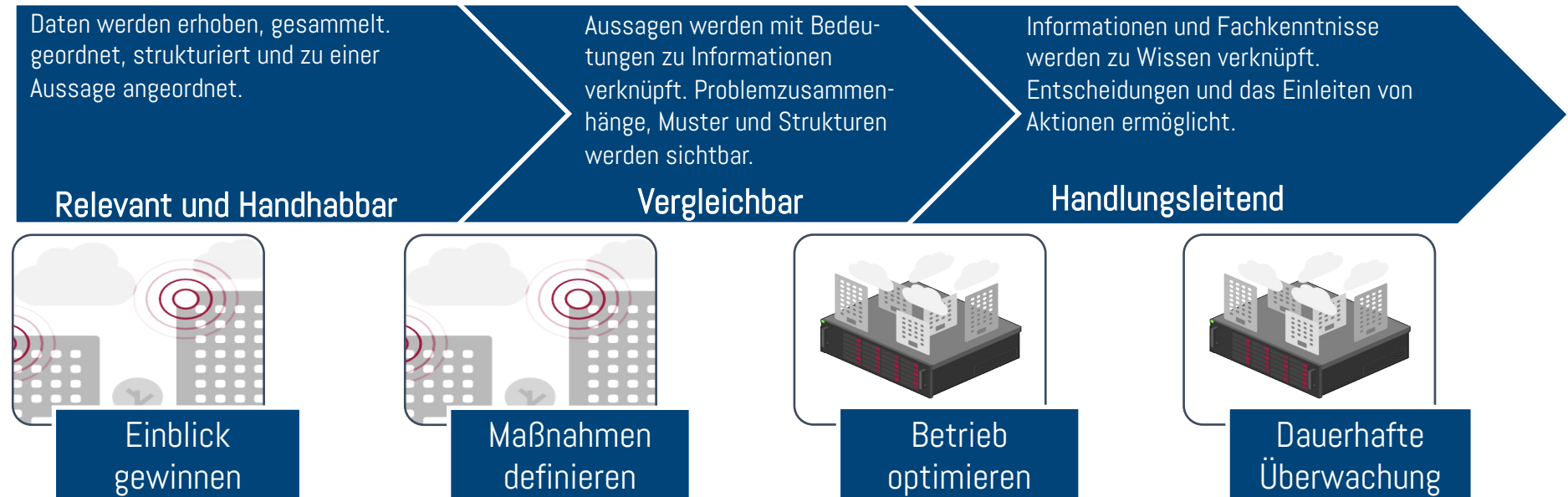
Notwendigkeit zur Dekarbonisierung der Fernwärme

- Auf Heizung und Kühlung entfallen 50 % des Energieverbrauchs innerhalb der EU (59 % des Gasverbrauchs und 15 % des Ölverbrauchs innerhalb der EU), Gebäude emittieren 1/3 des entstehenden CO₂ in Europa
- Digitalisierung und Künstliche Intelligenz können Fernwärmenetzbetreiber beim Erreichen ihrer Klimaziele unterstützen.
- Können Wärmenachfrage und das Verhalten der Wärmenetze exakter vorhergesagt oder kontrolliert werden, kann der Betrieb auf den künftigen Bedarf hin optimiert werden.

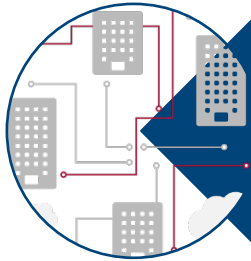


Verbesserte Wertschöpfung durch angewandte KI

- Ein intelligentes Netz (Smart-Grid) setzt IKT ein, um Betriebsdaten des Netzes zu sammeln, zu sortieren und darauf zu reagieren, um es effizienter zu steuern.
- Selbstlernende Algorithmen (KI) sortieren unstrukturierte große Datenmengen, leiten Muster und Strukturen ab und bieten Menschen und Organisationen Handlungsempfehlungen an.
- Angewandte KI steigert schrittweise Verständnis, Effizienz und Qualität der Wärmeversorgung.

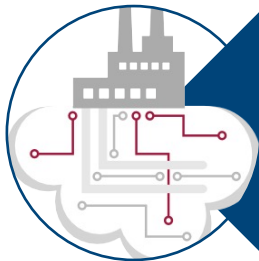


NODA HeatNetwork: Systemoffene Lösung für die Optimierung von Wärmenetzen



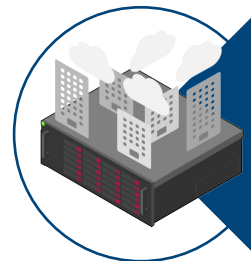
NODA Data Driven Analytics

KI-basierte Überprüfung der wichtigsten Netzparameter auf Plausibilität, Optimierungspotentiale und Probleme.



NODA Supply Side Management

KI-basierte Optimierung durch dynamische Anpassung der Vorlauftemperatur an das Betriebsverhalten des Netzes und die erwartete Nachfrage.



NODA Demand Side Management

KI-basierte Optimierung des Wärmenetzes durch aktive Steuerung der Nachfrage unter Ausnutzung der thermischen Trägheit von Gebäuden.

- Nahezu nahtlose Integrierbarkeit in bestehende IT- und Datenbanksysteme
- Kompatibilität mit den meisten Steuerungen (z.B. Samson, Siemens, Honeywell, Danfoss, Schneider etc.)
- Modulare Einsetzbarkeit.
- Nach Bedarf konfigurier- und skalierbar: Passt sich spezifischen Anforderungen des Netzes an.
- Keine Lock-In Technologie: Jederzeit ohne erneuten Anpassungs- oder Rückbauaufwand beendbar.

NODA HeatNetwork: Systemoffene Lösung für die Optimierung von Wärmenetzen

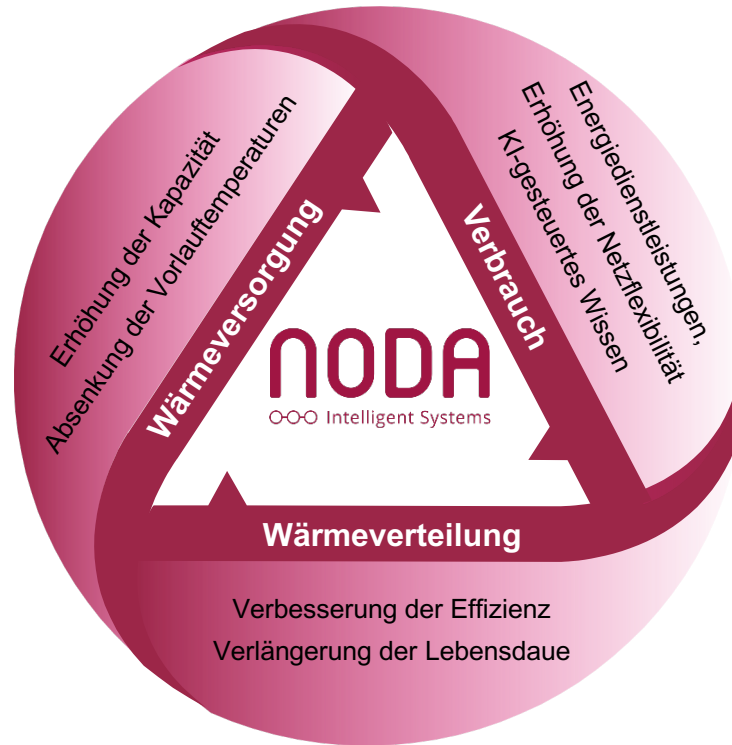


NODA Supply Side Management

Erstellung von Wärmeverteilmodellen durch KI unter Berücksichtigung der thermischen Echtzeitdynamik des Netzes unter Einbeziehung von Prognosedaten (Wetter etc.) und Betriebsvorgaben (Pumpendruck etc.) des Betreibers.



Ermittlung der an die aktuellen Betriebsnotwendigkeiten angepassten Vorlauftemperatur
 Erhöhte Primärbrennstoffeffizienz



NODA Demand Side Management

Ermittlung des tatsächlichen aktuellen Wärmebedarfs eines Gebäudes durch KI und Anpassung der Wärmeversorgung an den tatsächlichen Bedarf.



Kappung von Lastspitzen
 Vermeidung fossiler Spitzenlasten
 Verbesserte KWK-Nutzung
 Reduzierte Rücklauftemperatur
 Schwarm Speicher



NODA Data Driven Analytics

Kontinuierliche Identifizierung und Kontrolle von Abweichungen und Fehlfunktionen im Netz durch KI



Verringerung von Verteilverlusten
 Absenkung der Rücklauftemperatur
 Verbesserter KWK-Einsatz
 Vorausschauende Instandhaltung

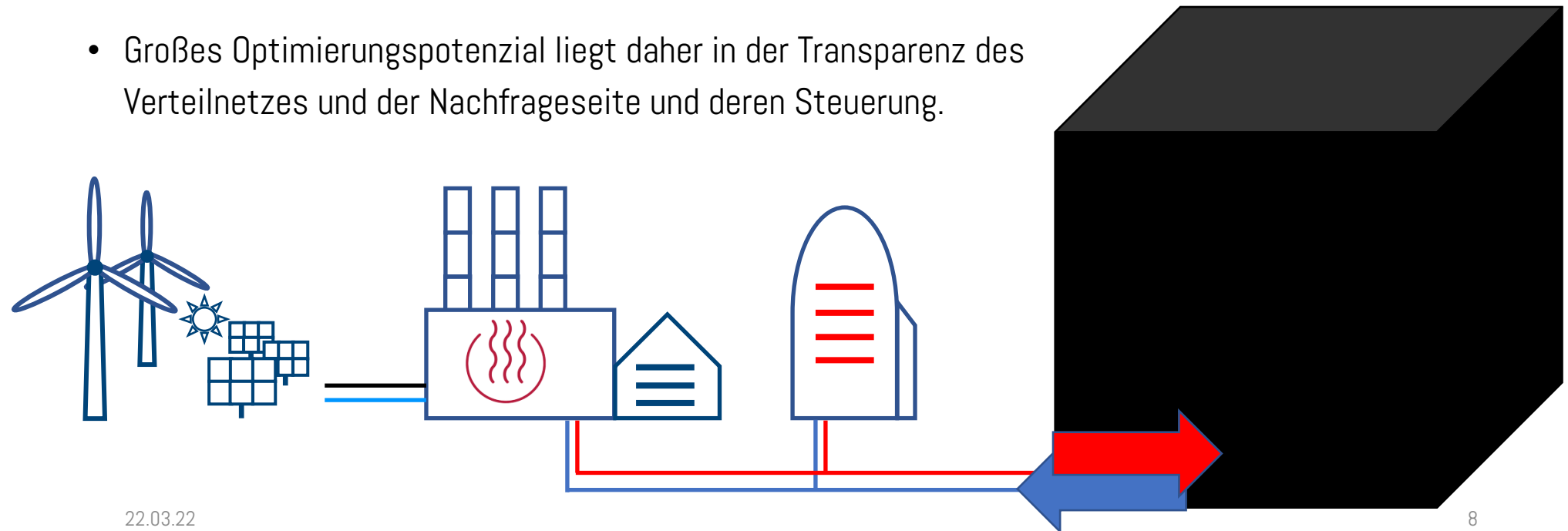
NODA HeatNetwork Optimierung der Rücklauftemperatur

- Für ein Fernwärmenetz ist die Rücklauftemperatur eine der wichtigsten Messgrößen für den Betrieb und hat klare finanzielle, ökologische und technische Auswirkungen.
- Fernwärmenetze streben eine möglichst hohe Spreizung der Systemtemperatur bei niedriger Rücklauftemperatur an. Übertragungskapazität, Pumpenaufwand, Wärmeverluste und der Wirkungsgrad der Kraft-Wärme-Kopplung hängen von diesem Parameter ab.
- Exaktere Prognosen von Wärmenachfrage und Betriebsverhalten des Wärmenetzes ermöglichen die Optimierung des des Wärmenetzes auf den tatsächlichen künftigen Bedarf.



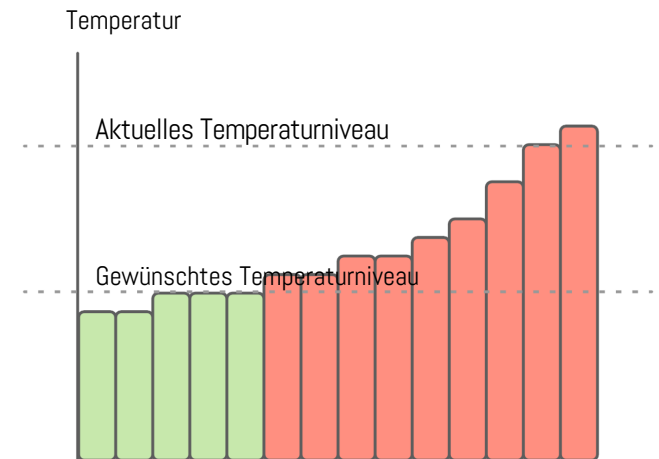
NODA HeatNetwork Optimierung der Rücklauftemperatur

- Ein Fernwärmesystem ist von Natur aus bedarfsgesteuert. Optimierung eines bedarfsgesteuerten Systems erfordert Transparenz und Kontrolle des aktuellen Bedarfs.
- Die Einspeisung in das Leitungsnetz erfolgt im Regelbetrieb oft noch mit konstanten Temperaturen und/oder Drücken.
- Anpassungen erfolgen in der vornehmlich regelbasiert oder langjährigen Erfahrungswerten.
- Großes Optimierungspotenzial liegt daher in der Transparenz des Verteilnetzes und der Nachfrageseite und deren Steuerung.



NODA HeatNetwork Optimierung der Rücklauftemperatur

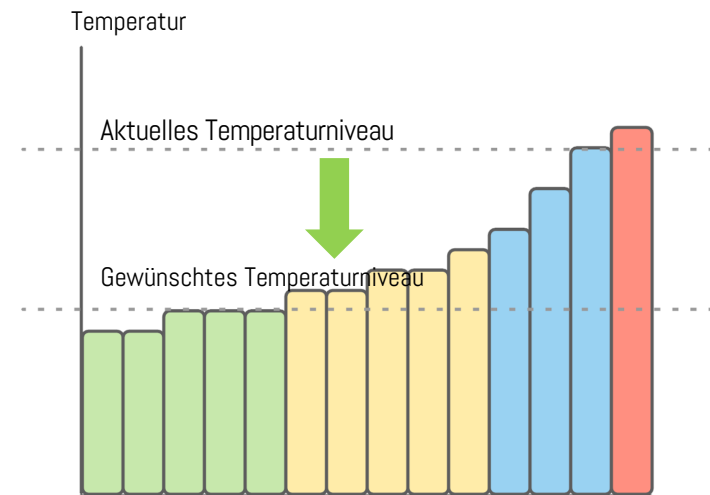
- Die aktuellen Systemtemperaturen eines Fernwärmenetzes sind im Regelfall auf den Bedarf der „kritischsten“ Gebäude angepasst und damit zu hoch.
- Kritische Gebäude sind oft Verbraucher an den Endsträngen, haben oft suboptimale Übergabestationen o.ä. und erreichen nicht das gewünschte / vereinbarte Rücklauftemperaturniveau
- Gebäudeanpassungen sind oft umfangreich und kostspielig und liegen selten im Interesse der Eigentümer.
- NODA HeatNetwork bietet systematische Verfahren, die mit Hilfe von selbstlernenden Algorithmen aus den im Netz vorhandenen Daten Muster erkennt um durch an die jeweils aktuellen Betriebserfordernisse angepasste Wärmeeinspeisung und aktive Kontrolle der Nachfrage systematisch die Rücklauftemperaturen im Netz abzusenken.



NODA HeatNetwork

Optimierung der Rücklauftemperatur

1. Identifikation und kontinuierliche Überwachung der „effizienten“ Gebäude (grün), die das gewünschte Temperaturniveau erreichen und halten können durch selbstlernende Algorithmen auf Basis von Wärmemengenzählerdaten.
2. Identifikation der Gebäude im Grenzbereich des gewünschten Temperaturniveaus (gelb), die oft nur einen kleinen Schupps in die „richtige Richtung“ benötigen (Reglereinstellung, Reinigung der Übergabestation, hydraulischer Abgleich etc).
3. Identifikation der Gebäude, die von konventioneller Optimierung profitieren, aber zusätzlich aktiver Steuerung des Verbrauchs bedürfen. Damit erreicht man die meisten Gebäude und erzeugt zusätzlich virtuellen Speicher von dem Kraft-Wärme-Kopplung, Rauchgaskondensation u.a. profitieren.
4. Identifikation von Gebäuden, die eine grundsätzliche Sanierung (Warmwasserbereitung, Wärmetauscher) und aktive Steuerung benötigen (rot). Regelmäßig nur eine geringe Anzahl von Gebäuden mit einer hohen Kosten-Nutzen-Relation.

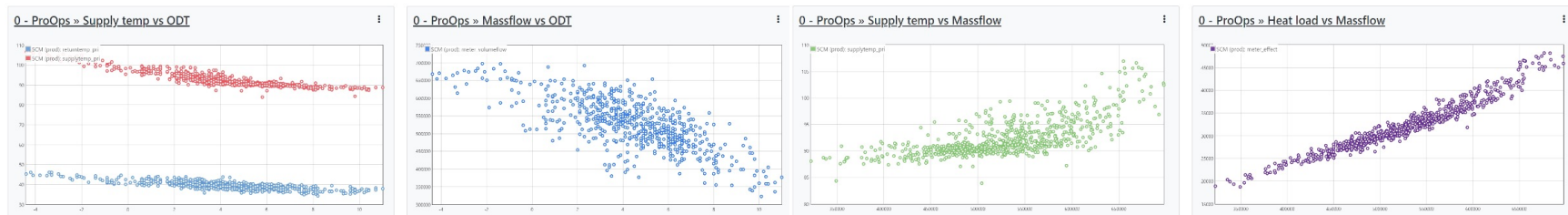


NODA HeatNetwork

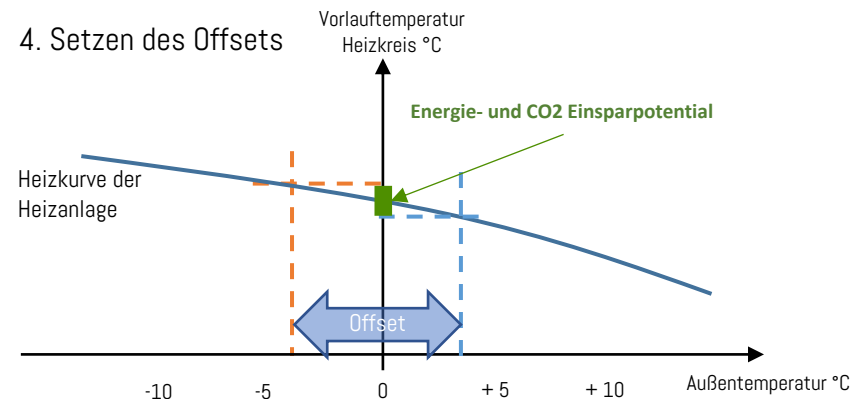
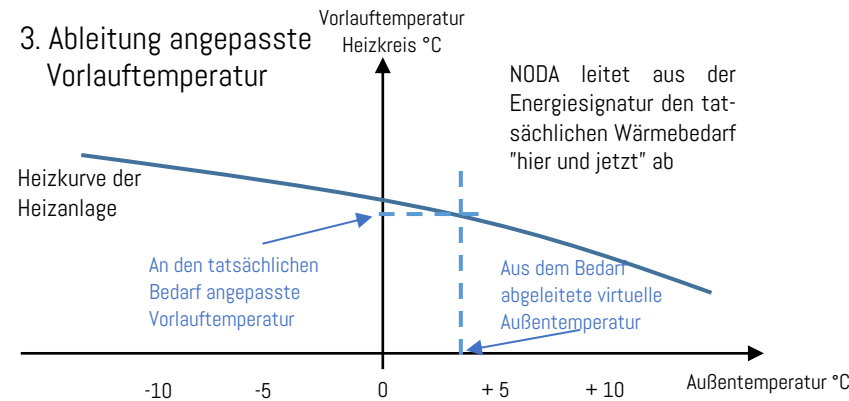
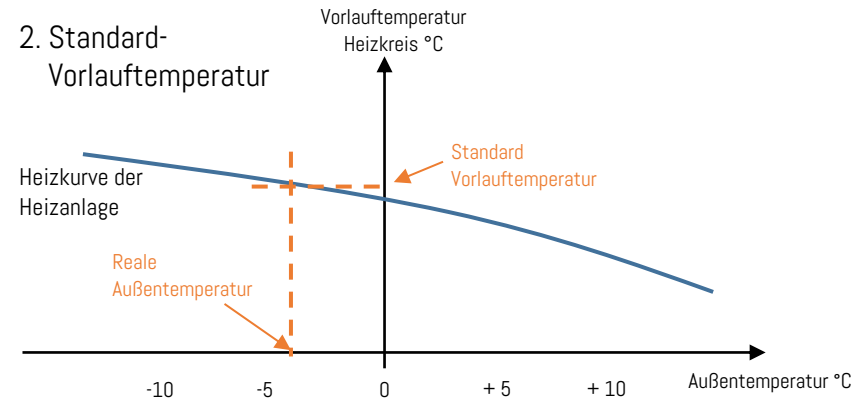
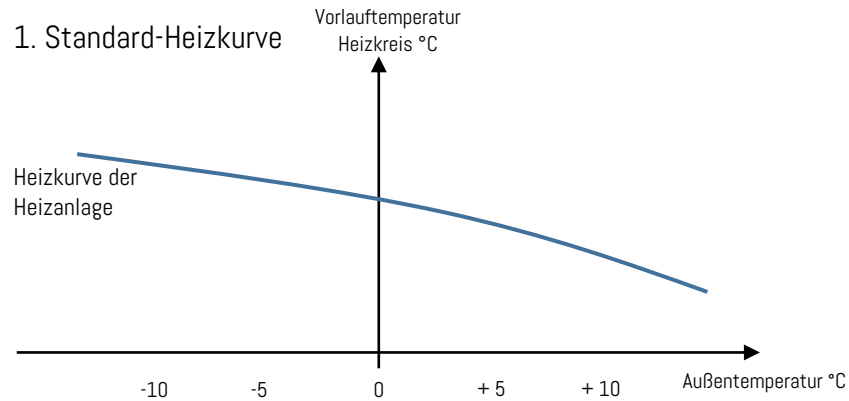
Optimierung der Rücklauftemperatur

Präzisere Abstimmung von Produktion und Verbrauch durch permanente Berücksichtigung der Echtzeitdynamik des Betriebsverhaltens des Wärmenetzes und der zu erwartenden Wärmenachfrage.

- Erstellung von Wärmeverteilmodellen und -prognosen auf Basis von Messdaten ausgewählter Kundenstationen durch selbstlernende KI-Algorithmen mit Erfassung und Berücksichtigung der thermischen Echtzeitverzögerung (Umlaufgeschwindigkeit) und der Verteilverluste innerhalb des Wärmenetzes.
- Integration externer Informationen (Wetter, Differenzdruck, Pumpenauslastung etc.) in die Wärmeverteilmodelle.
- Verringerung von Rechenzeiten in der Produktionssteuerung.
- Verringerung von Verteilverlusten, reduzierte RL-T, verbesserte Dampfturbinenprozesse.



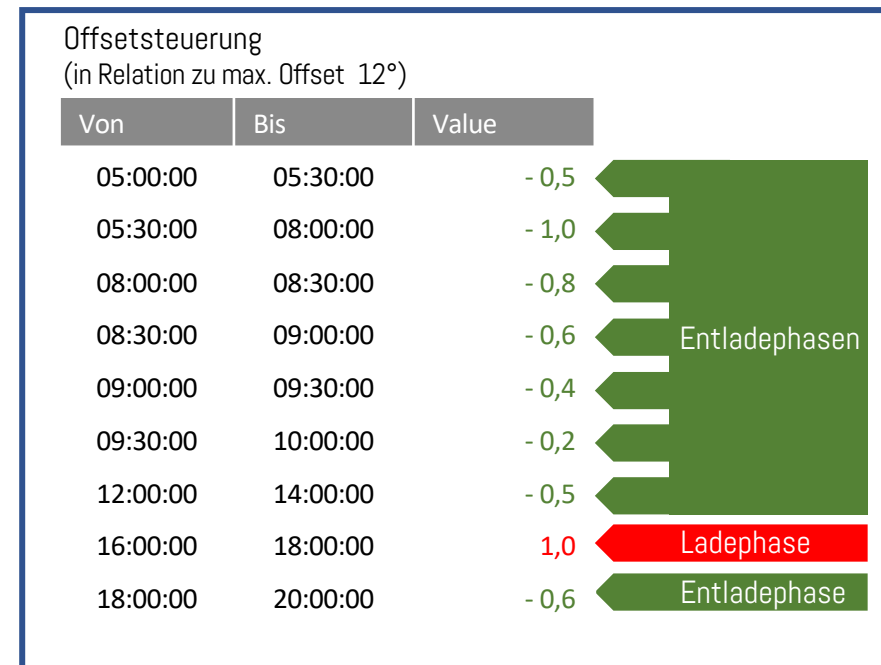
Demand Side Management (DSM): Ermittlung der "Gebäudepersönlichkeit"





Demand Side Management (DSM): Mehrwert Beispielprojekt Westdeutsche Großstadt (Teilergebniss Feb. 2019 – März 2020)

- **Beginn mit Passivbetrieb ohne Schaltung**
 - Sammlung von Gebäudedaten und Ermittlung der Wärmesignatur des Gebäudes mit mathematische Algorithmen (thermische Masse des Gebäudes, bzw. Verhältnis Wärmespeicher / Wärmeverlust)
 - Ableitung: „Wie lange kann ein Gebäude bei welcher Außentemperatur mit Wärme unterversorgt bleiben, ohne dass ein Komfortverlust eintritt)
- **Aktivbetrieb**
 - Schaltung von 9 Gebäuden mit max. Offset von + 12° K
 - Schaltbetrieb täglich von Donnerstag bis Dienstag (Mittwoch ohne Schaltung zu Kontrollzwecken)
 - 1 Gebäude inklusive aktiver Beladung als Test separat geschaltet.
- **Ergebnisse**
 - Lastreduktion ungefähr proportional zur künstlichen Veränderung der Heizgrade
 - Kein Einfluss auf Komfort im Wohnbereich (22° Innenraumtemperatur) / Warmwasserbereitung
 - Aus der Last abgeleitete Speichergröße 2.872 kWh - 4.022 kWh.
 - Energieeinsparung im Durchschnitt: 8,34 % zuzüglich vermiedener Produktions- und Verteilverluste



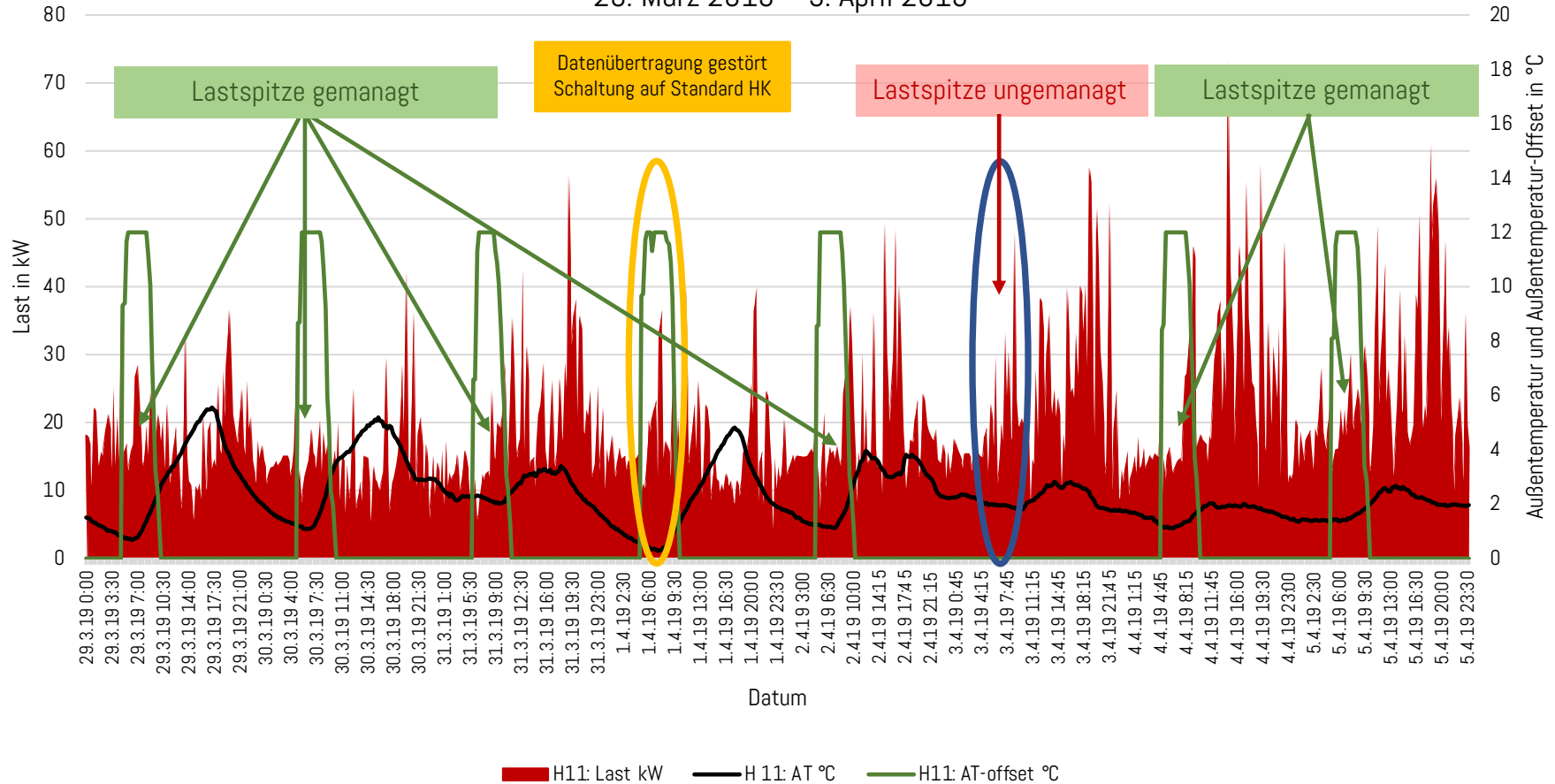
Demand Side Management (DSM): Absenkung Spitzenlast von 5:00 h – 10.00 h



Gefördert durch:

 Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
 aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

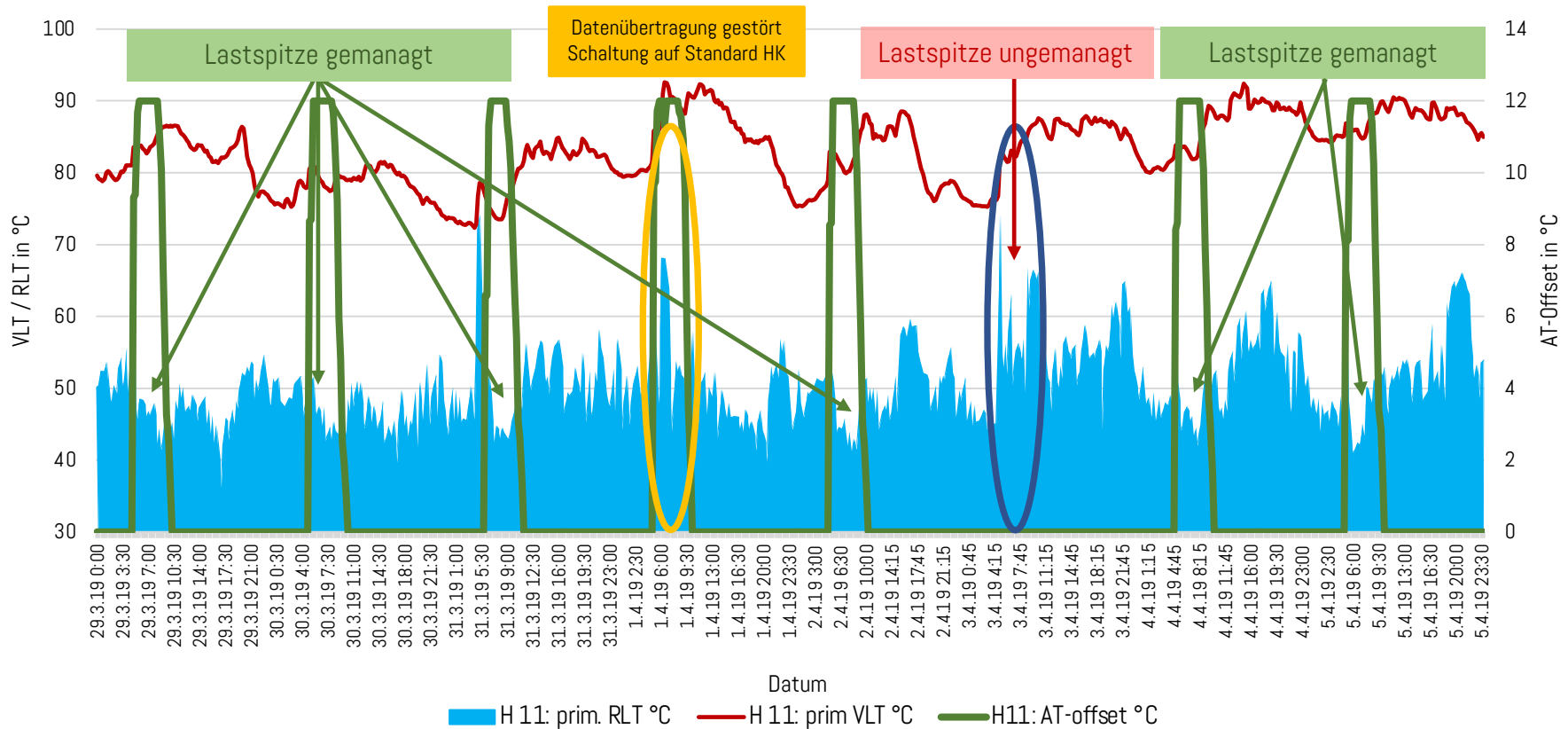
H 11: Lastmanagement (Last)
29. März 2019 – 5. April 2019



Demand Side Management (DSM): Auswirkung auf die primäre Rücklauftemperatur



H 11: Lastmanagement (Rücklauftemperatur)
29. März 2019 – 5. April 2019



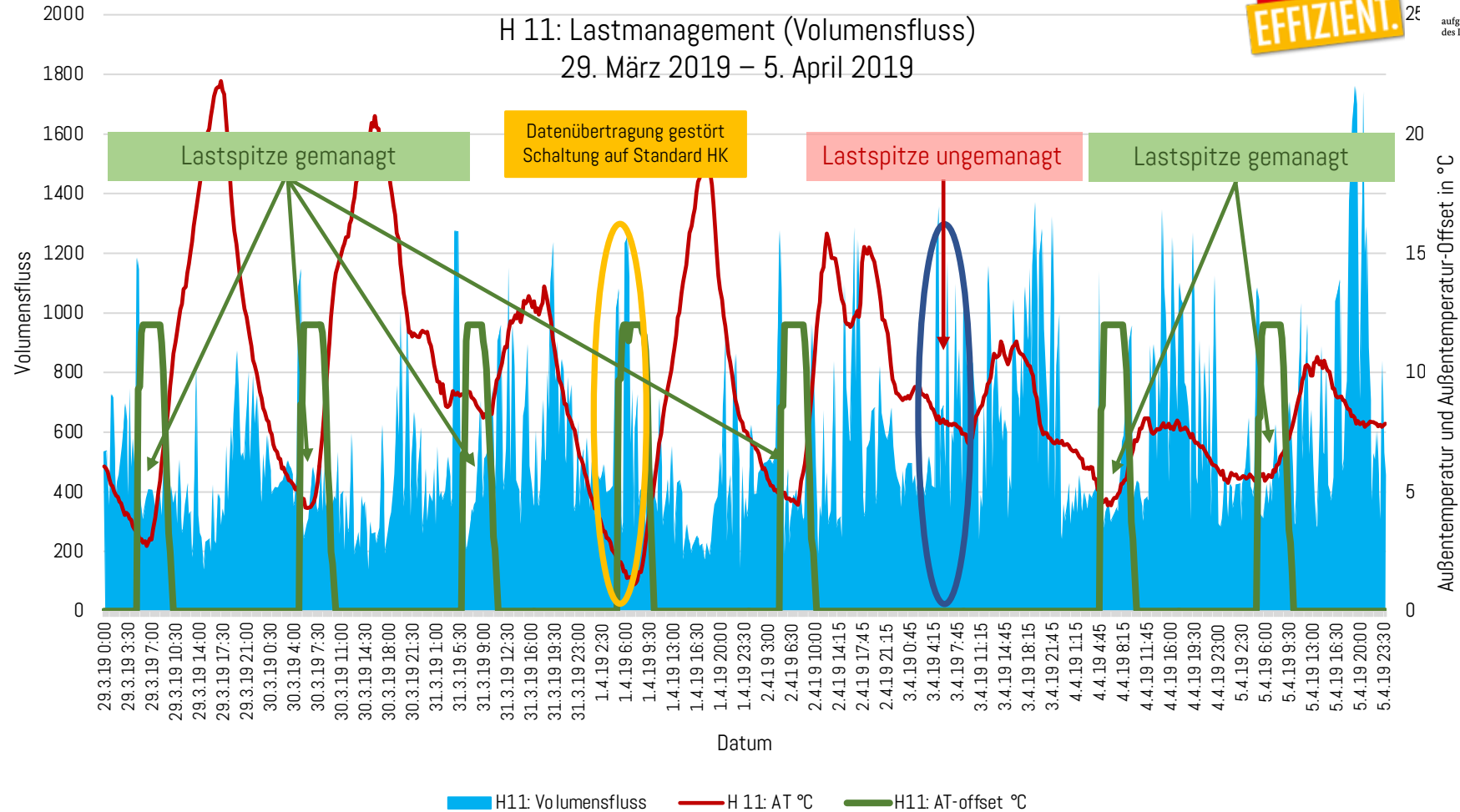
Demand Side Management (DSM): Auswirkung auf den Volumensfluss



Gefördert durch:

 Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
 aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

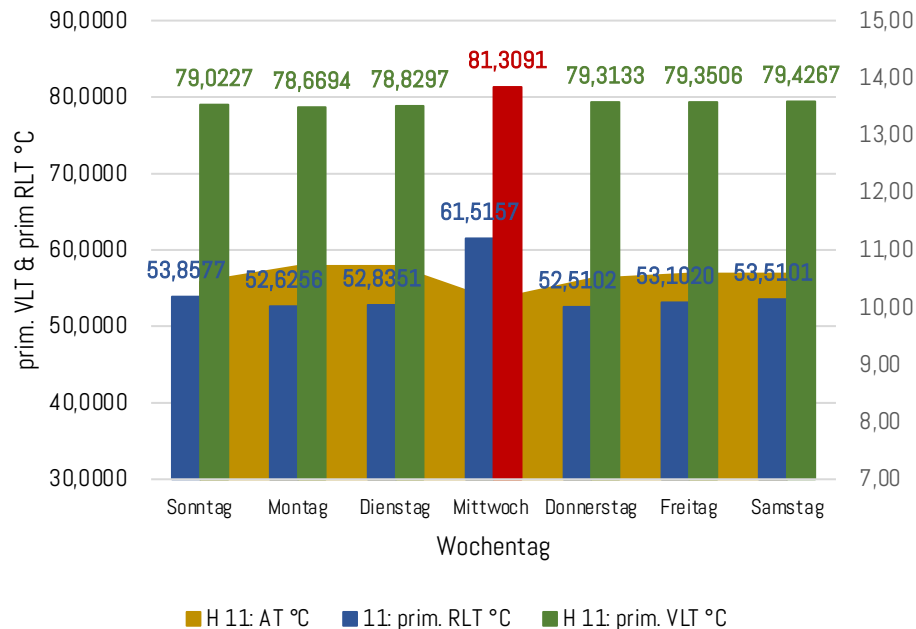
H 11: Lastmanagement (Volumensfluss)
29. März 2019 – 5. April 2019



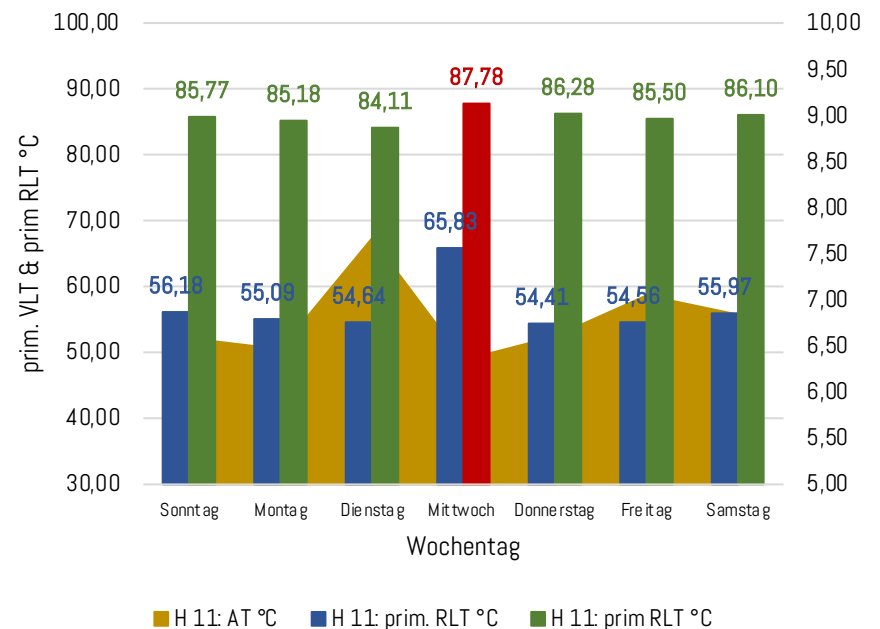
Demand Side Management (DSM): Mittelwerte prim. VLT / RLT



Mittelwert prim. VLT und prim RLT in °C
24.2.2019 – 23.2.2020
täglich 5.00 h bis 10.00 h



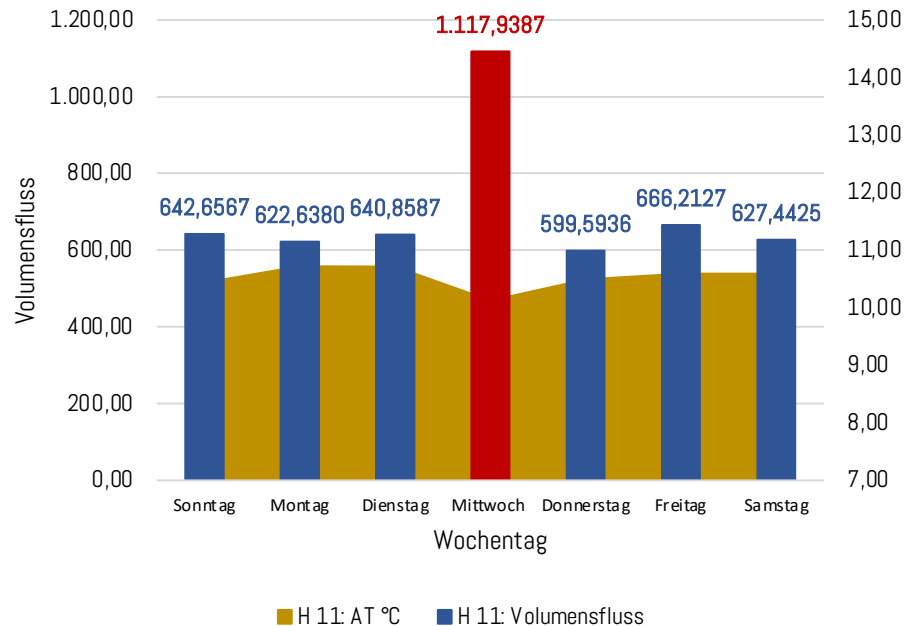
Mittelwert prim. VLT und prim RLT in °C
24.2.2019 - 30.4.2019 und 1.10.2019 - 23.2.2020
täglich 5.00 h bis 10.00 h



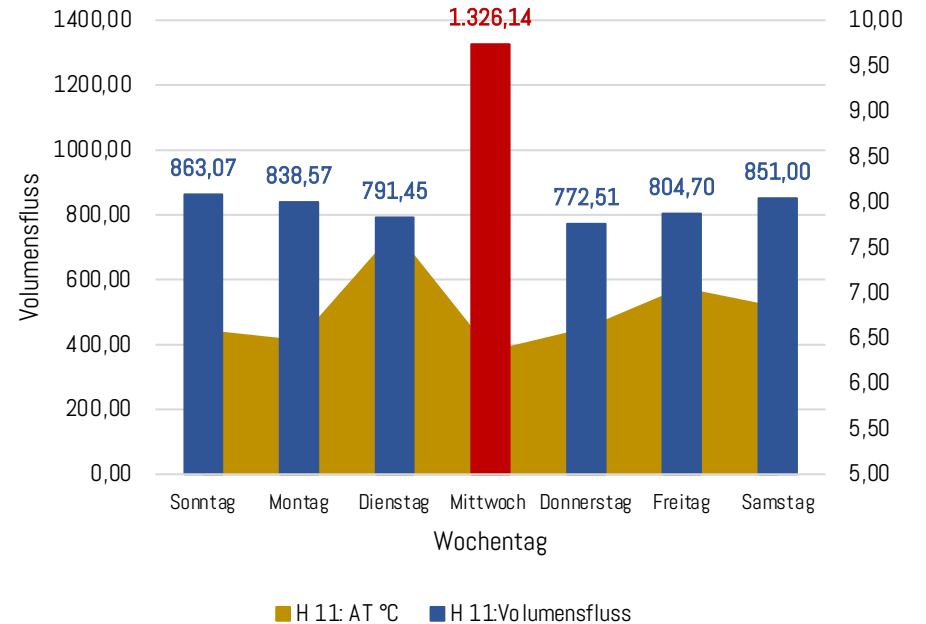
Demand Side Management (DSM): Mittelwerte Volumensfluss



Mittelwert Volumensfluss
24.2.2019 - 23.2.2020
täglich 5.00 h bis 10.00 h

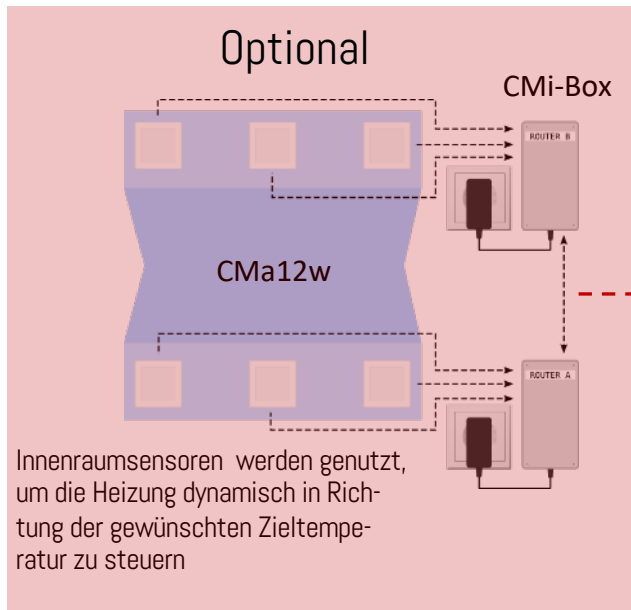


Mittelwert Volumensfluss
24.2.2019 - 30.4.2019 und 1.10.2019 - 23.2.2020
täglich 5.00 h bis 10.00 h

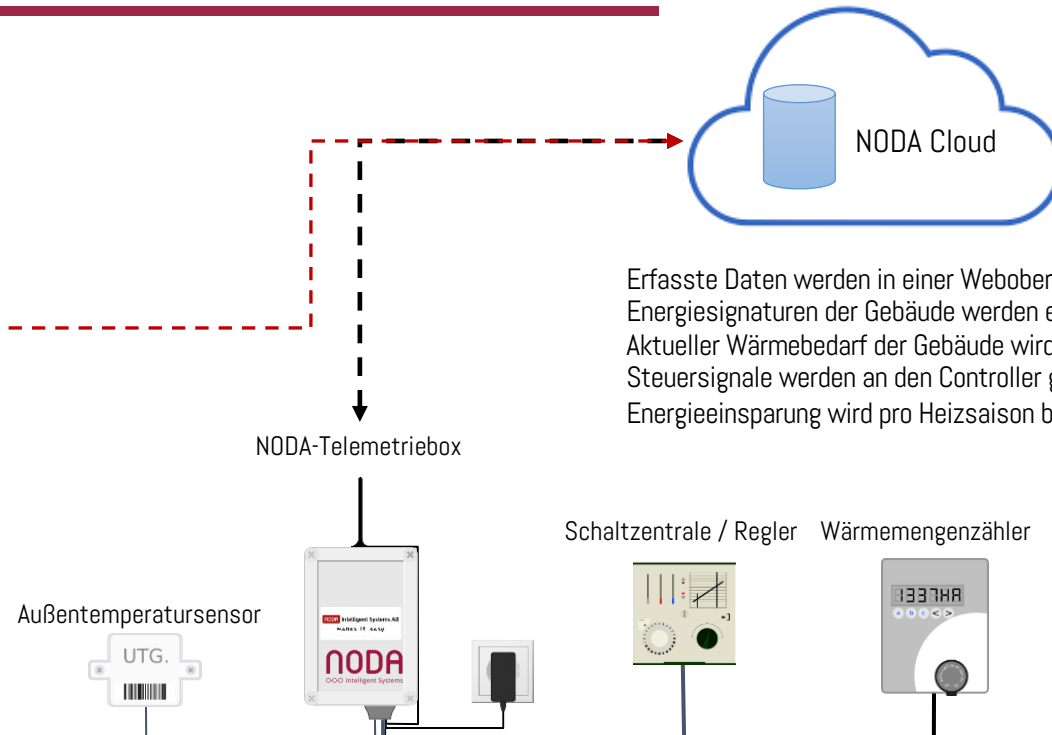
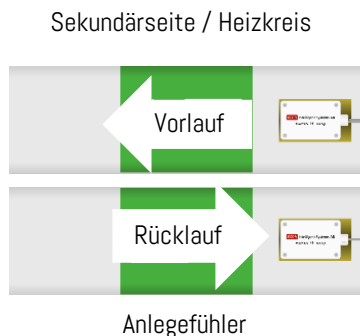


Demand Side Management

Schematische Darstellung einer Installation



Der Einfluss auf die Sekundärseite und die Balance-Temperatur werden verwendet, um die maximale Intensität des Offsets für die jeweilige Liegenschaft zu ermitteln (Response-Tests)



Erfasste Daten werden in einer Weboberfläche visualisiert
 Energiesignaturen der Gebäude werden errechnet
 Aktueller Wärmebedarf der Gebäude wird bestimmt
 Steuersignale werden an den Controller geschickt
 Energieeinsparung wird pro Heizsaison berechnet

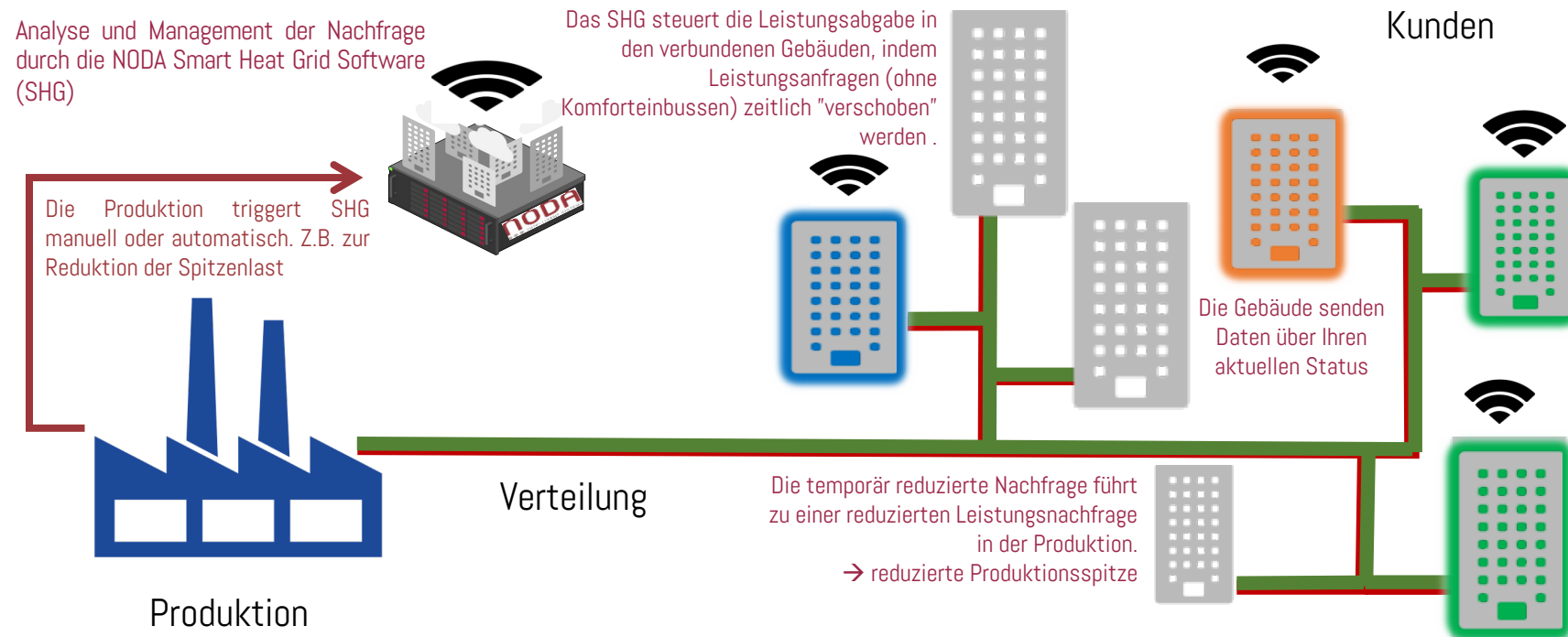
Die Steuerung erfolgt durch senden eines neuen Signals für die Außentemperatur an die vorhandene Schaltzentrale (Regler). Das Signal des vorhandenen Außentemperaturfühlers wird durch einen digitalen Potentiometer (0-10V) überschrieben.

Demand Side Management (DSM)

Schematische Darstellung

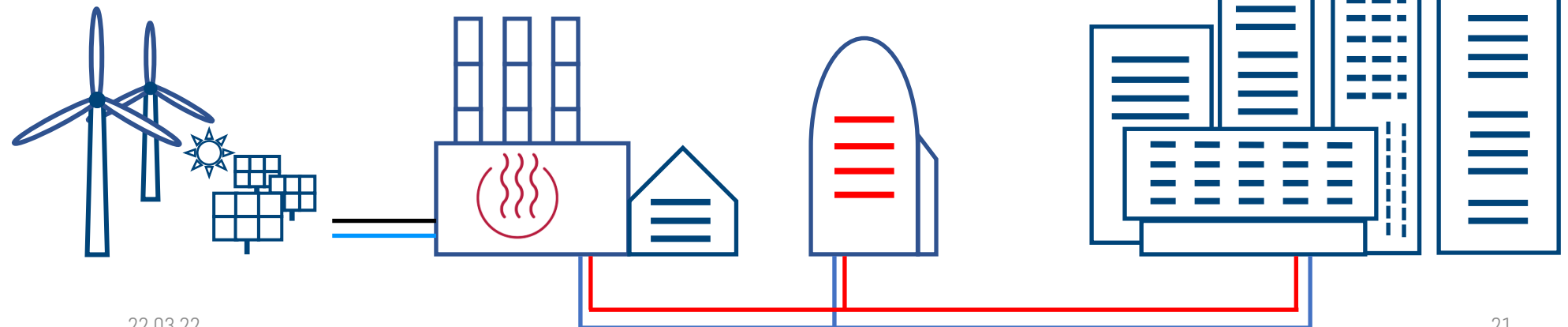
Analyse und Steuerung der Nachfrage:

DSM ist ein KI-basiertes System, das die thermische Trägheit von Gebäuden nutzt, um die Nachfrageseite aktiv zu steuern und das Fernwärmenetz auf diese Weise zu optimieren.



NODA HeatNetwork Referenzen

- Das STORM Projekt (EU)
Erhöhung der Kapazität für Erneuerbare Energien um 40 %
- Krafringen (NODA Building)
10-12 % Energieeinsparungen
- Norrenergi (NODA Building)
13 % Energieeinsparungen
- Karlshamn Energi (NODA Heat Network)
Supply and Demand Side Management
- Engie (NODA Heat Network)
14% Primärenergieeinsparungen



Self Hosting

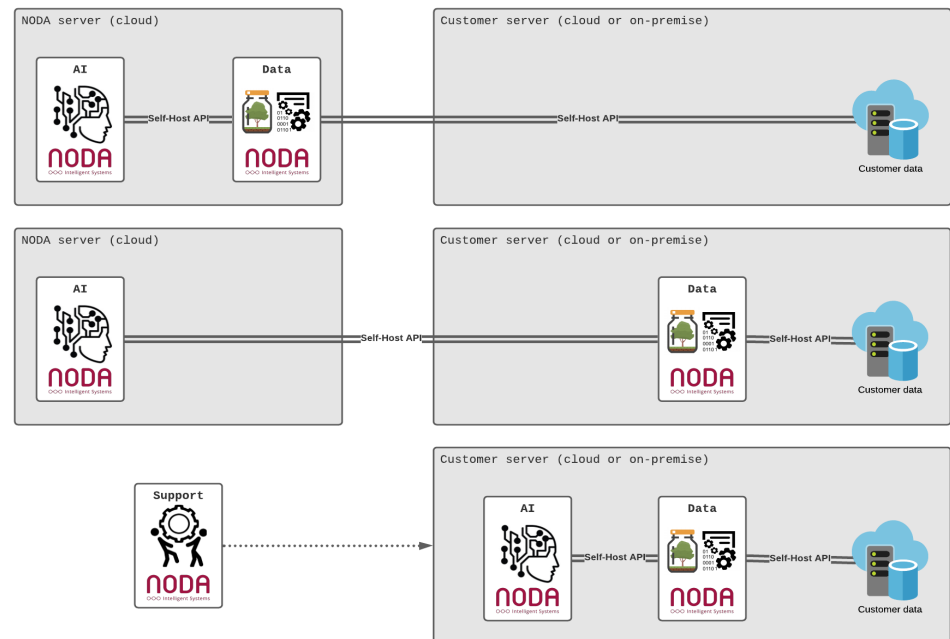


Self-host

Senkung des Investitionsrisikos durch Unterstützung von Konnektivität und Datenhaltung mit alternativer Plattform für Hosting des API-Servers und Datenspeicherung

Verfügbar als Open-Source-Software

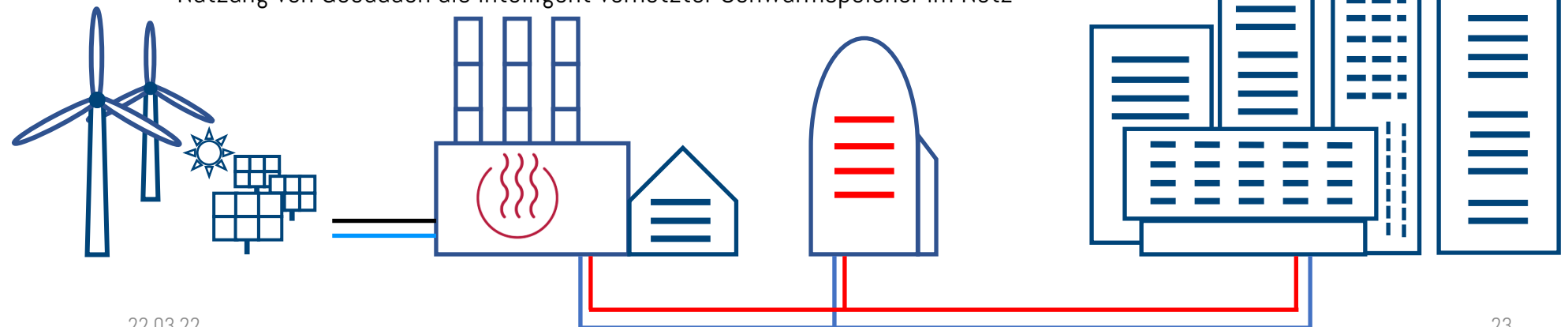
<https://github.com/self-host/self-host>



NODA Heat Network Zusammenfassung

Grundlage der nachhaltigen Betriebsoptimierung des Wärmenetzes ist die kontinuierliche Erfassung und Analyse seiner wesentlichen Betriebsdaten. Energieflüsse, -bedarfe, -verbräuche und -verluste werden transparent, Produktion, Verteilung und Speicherung können in Echtzeit synchronisiert werden. Optimierungspotentiale werden identifiziert, bewertet und der Erfolg von Maßnahmen überwacht:

- Absenkung der Systemtemperatur / Verbesserung der Primärbrennstoffeffizienz / Reduktion von Treibhausgasen
- Absenkung der Rücklauftemperatur / Optimierter Betrieb von KWK-Anlagen
- Kappung bzw. zeitl. / räumliche Verlagerung von Lastspitzen
- Erhöhung der Netzflexibilität und Schaffung von Verdichtungsreserven
- Verstärkte Einbindung inkonstanter Erneuerbarer Energien
- Nutzung von Gebäuden als intelligent vernetzter Schwarmspeicher im Netz



Standorte und Ansprechpartner



Gefördert durch:
 Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Wissenskapital Energie GmbH

Flughafenstr. 118
90411 Nürnberg
Tel. +49 (0)911 / 37495-65
Fax +49 (0)911 / 37495-99
info@wissenskapital-energie.de
www.wissenskapital-energie.de

Nürnberg

Mart Kivikas

Geschäftsführer
+49 (0)160 / 4741112
skype: mart.kivikas

Frankfurt am Main

Ralph Prudent

Geschäftsführer
+49 (0)151 / 40520622

Thomas Ruhnau

Projektmanagement / Back Office
+49 (0)162 / 4064198

Berlin

Dr. Ing. Kay Alwert

Leiter Forschung & Entwicklung
+49 (0)170 / 4755805