

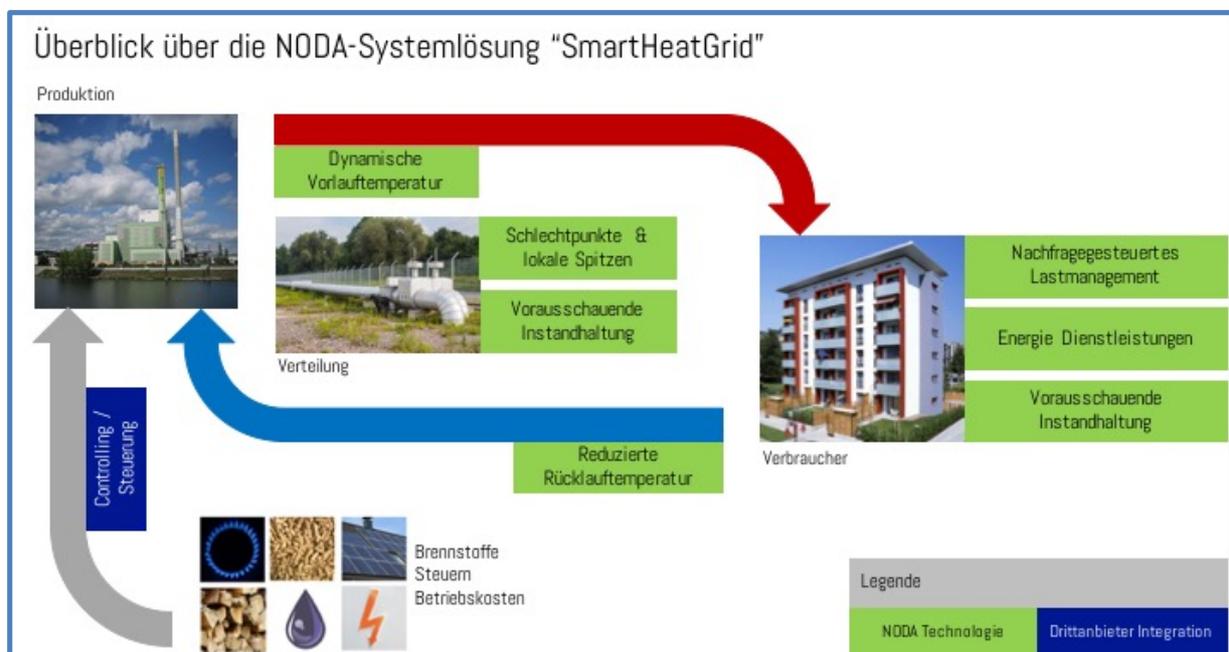
NODA SmartHeatGrid:

KI-basierte Komplettlösung zur Fernwärmenetzoptimierung

NODA SmartHeatGrid ist eine Komplettlösung zur Optimierung von Fernwärmenetzen und beinhaltet die Module:

- Dynamic Supply Temperature (DST) für die an die Betriebsnotwendigkeiten angepasste dynamische Steuerung der Vorlauftemperatur unter Berücksichtigung der Echtzeitverzögerung im Wärmenetz;
- Demand Side Management (DSM), für die Steuerung der Nachfrageseite im Netz unter Aufrechterhaltung der vollen Servicequalität;
- Data Driven Analysis (DDA) für die Identifikation konventioneller Optimierungspotentiale sowie von Ineffizienzen und Fehlfunktionen.

Das NODA SmartHeatGrid ist modular einsetzbar, in bestehende IT-Systeme integrierbar, mit den meisten vorhandenen Steuerungssystemen¹ kompatibel und nach Bedarf konfigurier- und erweiterbar ist.



¹ Das NODA SmartHeatGrid kann mit den meisten bestehenden Steuerungen wie z.B. Siemens, Honeywell, Danfoss, Schneider Electric u.v.a.m. kommunizieren. NODA SmartHeatGrid passt sich der Struktur des Wärmenetzbetreibers an.

Intelligente Fernwärmenetze Echtzeitdaten für Echtzeitentscheidungen!

Ein „Smart-Grid“ wird als ein Netz definiert, das Informations- und Kommunikationstechnologie einsetzt, um Betriebsdaten eines Energienetzes zu sammeln und darauf zu reagieren. Der Einsatz dieser Technologien soll es ermöglichen, ein Netz effizienter zu betreiben, Energie zu sparen und die Voraussetzungen für nachhaltigere Energiesysteme zu schaffen. Smart-Grid-Technologie ist ein wesentlicher Teil einer nachhaltigen Zukunft, da viele der zunehmend im individuellen Energiemix eingesetzten umweltfreundlichen Energiequellen schwieriger zu handhaben sind als fossile Brennstoffe. Wind- und Solarkraft z.B. sind fluktuierende Energiequellen, die aufgrund ihrer schweren Vorhersehbarkeit erhebliche betriebliche Herausforderungen verursachen.

Ein Fernwärmesystem ist im Grundsatz eine Ansammlung interaktiver oder separater Regelkreis-Rückkopplungssysteme. Um ein derartiges System „intelligent“ zu machen, müssen alle Komponenten dieses Regelkreises berücksichtigt werden. Diese gibt es sowohl auf der lokalen Verbraucherebene als auch auf der systemweiten Produktions- und Vertriebssebene, und sie werden innerhalb des Prozesses ständig wiederholt.

Jede dieser Komponenten lässt sich auf die drei Grundbegriffe dessen abbilden, die ein intelligentes System ausmachen:

- Die Fähigkeit die Umwelt zu erfassen (Messbarkeit)
- Die Fähigkeit auf Grundlage des erfassten Inputs fundierte Schlussfolgerungen zu ziehen (Analyse)
- Die Fähigkeit auf Grundlage dieser Schlussfolgerungen zu handeln (Aktion)

Es ist jedoch noch immer üblich, Energiesysteme allein aufgrund der bloßen Existenz von fernauslesbaren Messgeräten als smart oder intelligent zu bezeichnen, obwohl ein solches System kaum den ersten der drei Grundbegriffe eines „smarten“ Kreislaufs umfasst.

Um ein System zu implementieren, das in der Lage ist, alle drei Grundbegriffe des beschriebenen Erkenntnis-Kreislaufs zu erfüllen, ist für Fernwärmesysteme ein dezentraler Multi-Agenten-Ansatz geeignet, da die meisten dieser Systeme aus geographisch verteilten autonomen Einheiten bestehen, die auf unterschiedliche Weise interagieren.

Darüber hinaus bringt das Verteilmedium Wasser bzw. Dampf zeitabhängige Einschränkungen für das System mit sich: Im Gegensatz zu Elektrizität bewegt sich Wasser stark zeitverzögert durch das Netz. Das führt dazu, dass die Verteilung der Wärme in einem Fernwärmenetz je nach geografischer Lage der Verbraucher in Bezug auf die Produktionsanlagen mehrere Stunden dauern kann. Die komplexe Kombination von räumlich verteilten Hardware-Knoten und inhärenter Zeitabhängigkeit verstärkt die Notwendigkeit einer dezentralen Betrachtungsweise, bei der Berechnungen auf Grundlage der Daten mehrerer räumlich verteilter Agenten ausgeführt werden müssen. Darüber hinaus bestehen Fernwärmesysteme aus einer Vielzahl von Verbrauchern und Erzeugern, die nicht

alle ihre betrieblichen und finanziellen Informationen teilen wollen, nur um einen optimalen Netz-Zustand zu erreichen.

Der häufigste Ausgangspunkt für Digitalisierungsüberlegungen ist der Bedarf, Zählerablesungen schneller und effizienter zu gestalten. Dies ist jedoch zu kurz gedacht. Fragen, die sich auf dem Weg zur digitalen Netzoptimierung stellen, sind die nach den Herausforderungen, denen sich der Fernwärmeversorger aktuell gegenüber sieht und natürlich die möglichen künftigen Risiken. Hieraus leiten sich Art, Umfang und Frequenz der zu erhebenden Daten sowie die erforderlichen und sachgerechten analytischen Schritte ab, die zu handlungsleitendem Wissen verdichtet werden und so zur wertvollen Entscheidungsgrundlage werden. Unkoordiniertes Datensammeln führt schon in kleineren Wärmenetzen in der Regel zu erdrückenden Datenlawinen. Die zeitnahe Auslesung des Wärmemengenzählers einer Liegenschaft im 5-Minuten-Takt lässt das Datenvolumen von 1 auf rund 105.000 Daten pro Jahr anwachsen. Abhängig von Anzahl der Kunden und der erhobenen Daten kommen leicht hunderte Millionen Daten und mehr in einem Netz zusammen.

WKE bietet gemeinsam mit Ihrem Technologie-Partner NODA diejenigen Technologien und digitalen Werkzeuge, auf die es bei der Digitalisierung der Fernwärmenetze der Zukunft ankommt. Die Herausforderung besteht jedoch darin, diese Technologien und Werkzeuge auf die spezifisch-individuellen Anforderungen abzustimmen und im Verteilnetz zu implementieren.

Dynamic Supply Temperature

Überblick

Die Anpassung der primären Vorlauftemperatur ist der schnellste Weg für Wärmenetzbetreiber, um die Wärmeeinspeisung in ihr Netz zu steuern. Traditionell geschieht durch statische Einstellungen, die die primäre Vorlauftemperatur an die Außentemperatur anpassen. Das Modul Dynamic Supply Temperature (DST) bietet die Möglichkeit zur dynamischen Steuerung der Vorlauftemperatur. Das System verwendet datengestützte Analysen zur Erstellung von Wärmeverteilmodellen durch selbstlernende Algorithmen (KI), die kontinuierlich Prognosen für die dynamische Steuerung der primären Vorlauftemperatur erstellen, die die aktuellen Betriebsanforderungen des Wärmenetzes unter Berücksichtigung der Echtzeitverzögerung im Netz abbilden.

Durch die dynamische Steuerung der primären Vorlauftemperatur ist es möglich die Effizienz der Produktion wesentlich steigern z.B. durch Optimierung der Kraft-Wärme-Kopplung, Verringerung der Verteilverluste oder der allgemeinen Senkung der Systemtemperaturen, wodurch eine stärkere Integration erneuerbarer Energien oder Niedertemperatur-Abwärme. Der ROI auf die Implementierung des DST-Moduls ist in der Regel sehr hoch mit dementsprechend verkürzten Amortisationszeiten.

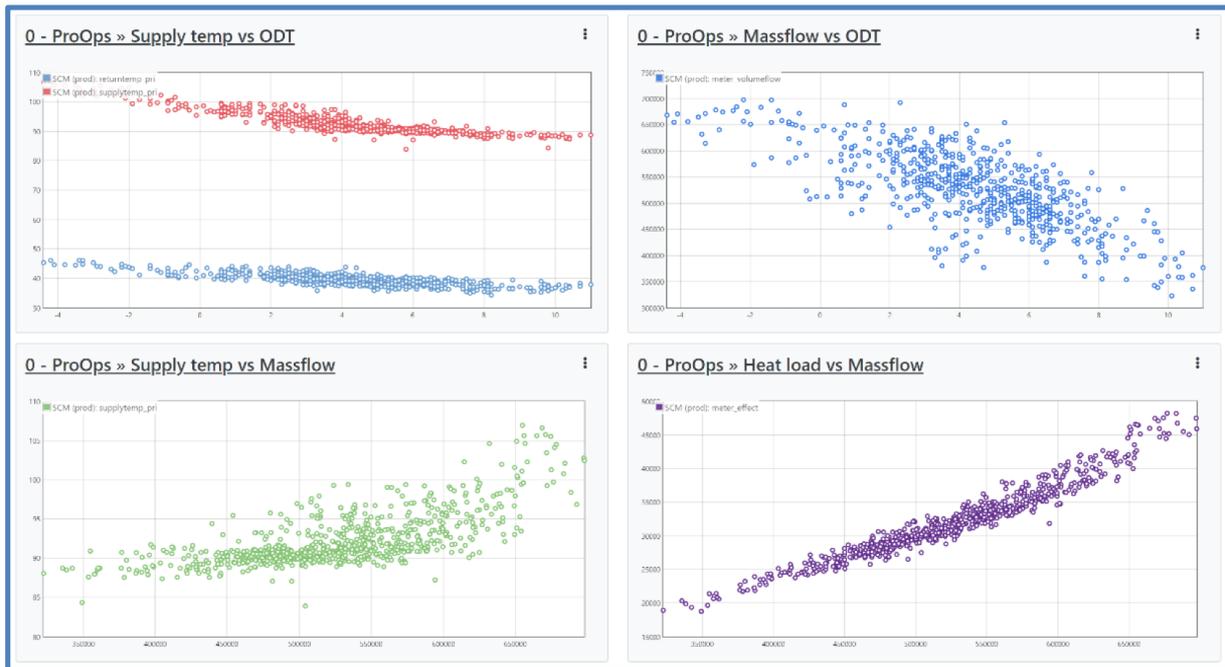
Funktionsweise

Die dynamische Steuerung eines Fernwärmenetzes kann aufgrund der hohen Anzahl interagierender Komponenten äußerst komplex sein. Ein Fernwärmenetz besteht regelmäßig aus mehreren Produktionsanlagen und einer Vielzahl von Verbrauchsstellen, miteinander verbunden über kilometerlange Verteilnetze. Zudem ist die Last eines Fernwärmenetzes aufgrund der wechselhaften Nachfrage der Kunden oftmals großen Schwankungen unterworfen. Im Regelbetrieb erfolgt die Einspeisung der Wärme in das Leitungsnetz mit konstanten Temperaturen und Drücken in Abhängigkeit zur Außentemperatur. Die notwendige Anpassung der Erzeugungsleistung / Einspeisung an einen schwankenden Wärmebedarf innerhalb einer Periode geschieht dabei bislang vornehmlich auf Basis von Erfahrungswerten und erprobten Routinen. Fortschreitende Dezentralisierung der Netze mit räumlich verteilten Einspeisepunkten - auch aus temporären oder inkonstanten Quellen - führt zwangsläufig zu komplexeren und dynamischeren Lastverläufen. Ungenaue Abschätzung von Wärmenachfrage und Netzzustand erzeugen Unsicherheiten und erfordern höhere Sicherheitsmargen. Zur Sicherstellung der Versorgung wird häufig eine deutlich zu hohe Leistung in ein Fernwärmenetz eingespeist. Die Folge ist eine negative Auswirkung auf die Effizienz des Fernwärmenetzes. In jedem Fall neigen traditionelle Regelsysteme dazu, erheblichen Spielraum für Verbesserungen zu lassen, wenn das System die tatsächliche Echtzeitdynamik der Nachfrage berücksichtigen kann. In der Praxis bedeutet dies, dass viele Wärmenetze weniger optimal geregelt werden als die Gebäude, die sie mit Energie versorgen.

Exakte Prognosen zum Verhalten eines Wärmenetzes sind erforderlich, um die Betriebsmittel eines Fernwärmeheizkraftwerkes optimal einzusetzen, den Primärenergieverbrauch zu verringern und fossile Zusatzfeuerungen zu minimieren. DST stellt dem Netzbetreiber Steuerungsempfehlungen für die Vorlauftemperatur unter Berücksichtigung des Betriebsverhaltens des Verteilnetzes und der zu erwartenden Echtzeit-Dynamik der Wärmenachfrage zur Verfügung. Alle wesentlichen wirtschaftlichen Faktoren eines Fernwärmenetzes werden in der Modellierung berücksichtigt, um einen optimierten Betrieb des Netzes zu erreichen.

NODA DST berücksichtigt kontinuierlich die aktuelle Echtzeitdynamik der Nachfrage, um optimale Wärmeverteilmodelle zu erstellen. Die Dynamik des Wärmenetzes wird durch selbstlernende Algorithmen erfasst, um thermische Verteilungsmodelle zu erstellen, die es ermöglichen, die zugeführte Last in das Wärmenetz an den tatsächlichen Wärmebedarf anzupassen und dabei die Echtzeitverzögerung zu berücksichtigen, die für die Wärmeausbreitung im gesamten Verteilsystem benötigt wird.

NODA DST sammelt Wärmezählerdaten von ausgewählten Kunden-Übergabestationen im Verteilnetz. Diese Daten werden von selbstlernenden KI-Algorithmen verwendet, um thermische Verteilmodelle zu erstellen. Diese Modelle bilden die Grundlage zur Erfassung der Wärmeanforderungen und der thermischen Verzögerung innerhalb des Wärmenetzes.



Auswahl beispielhafter Leistungsmetriken als Basis für KI-basierte Prognosemodelle

In ähnlicher Weise wird die KI-Technologie auf Daten aus den Produktionsanlagen angewendet, wie z.B. Temperaturen, Druckniveaus und Wärmelast. Darüber hinaus kann das System auch externe Daten wie z.B. Strom-Spotpreise und Wettervorhersagedaten integrieren. Daten wie z.B. Differenzdruck und Pumpenauslastung können als zusätzliche Einschränkungen festgelegt werden und ermöglichen es, das System weiter zu optimieren.

Aus diesen Daten erzeugt das System Prognosemodelle, die das Betriebsverhalten des Wärmenetzes einschließlich der Kundennachfrage beschreiben und setzt sie mit wirtschaftlichen und technischen Anforderungen des Netzbetreibers in Bezug. Das System verwendet dann alle diese Modelle zur Erstellung von Nachfrageprognosen und setzt dann diese Nachfrage unter Berücksichtigung der thermischen Echtzeitverzögerung mit dem Angebot in Beziehung. Alle Modelle werden fortlaufend aktualisiert, um stets bestmögliche Prognosen zu erstellen.

Die Ausgabewerte von NODA DST sind Offsets zur normalen Versorgungstemperatur und zu absoluten alternativen Versorgungstemperaturen. Das System kann so konfiguriert werden, dass es entweder nur Entscheidungshilfen liefern oder als aktive Eingabe für die Vorlauf temperaturregelung durch das SCADA-System verwendet wird.

Vorteile durch den Einsatz von NODA DST

Jedes Wärmenetz ist anders. Aktuelle Forschungsergebnisse zeigen jedoch, dass die meisten Netzbetreiber die Temperaturen mit fortschrittlicheren Regelmethode n im Durchschnitt um mehrere Grad senken können. Dies führt zu einer Reihe wirtschaftlicher, technischer und ökologischer Vorteile:

- Durch die dynamische Steuerung der Vorlauf temperat ur ist es möglich, die Einnahmen aus der Kraft-Wärme-Kopplung zu erhöhen, da die Stromerzeugung im Verhältnis zur Wärmelast in

Echtzeit priorisiert werden kann. Auch Wärmepumpen können von der Funktionalität dynamischer Vorlauftemperaturen stark profitieren.

- Darüber hinaus bedeuten niedrigere Vorlauftemperaturen geringere Verteilungsverluste, was die Effizienz der Primärbrennstoffnutzung unabhängig von den Produktionsmethoden erhöht.
- Viele moderne Wärmenetze streben generell niedrigere Systemtemperaturen an, um eine verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien und Niedertemperatur-Überschusswärme oder von Hybridsysteme einschließlich Wärmepumpen in der Praxis zu ermöglichen. Eine Senkung der Vorlauftemperatur ist ein erster und überaus wichtiger Schritt auf dieser Reise.

Alles in allem sind die Anreize, die Vorlauftemperatur dynamisch zu regeln und die durchschnittliche primäre Vorlauftemperatur zu senken, vielfältig.

NODA DST bietet datengesteuerte, selbstlernende Modelle, die den Aufwand für den Einstieg in die Nutzung deutlich vereinfachen. Es besteht keine Notwendigkeit für eine detaillierte White-Box-Modellierung von Rohrleitungsnetzen und ähnlich zeitaufwändige (und teure) Bemühungen. Das notwendige Wissen ist bereits in den Daten enthalten. DST macht sich die jüngsten Fortschritte in der Digitalisierung zunutze, indem die erforderlichen Informationen automatisch aus leicht zugänglichen Datenpunkten gesammelt werden.

Der erforderliche Hardware-Installationsaufwand (falls vorhanden) ist begrenzt und nicht invasiv. Wenn ein Datenerfassungs- und Verwaltungssystem bereits in einem bestimmten Wärmenetz eingesetzt wird, besteht möglicherweise überhaupt kein Bedarf an Hardware.

In jedem Fall ist die Integration mit dem NODA-System einfach und kosteneffizient, und das NODA-System ist mit den meisten verfügbaren Steuerungs- und Kontrollsystemen kompatibel. NODA hilft dabei, aus bestehenden Technologiesilos auszubrechen und jeglichen Lock-in-Mechanismus zu vermeiden.

Demand Side Management

Überblick

Normalerweise ist ein Netzbetreiber nicht in der Lage, die Nachfrage selbst zu steuern, obwohl das gesamte System von Natur aus nachfrageorientiert ist. Tatsächlich muss jede traditionelle Optimierungsmaßnahme zwangsläufig der Nachfrage folgen. Das Demand Side Management ist Teil des NODA-SmartHeatGrid und bietet den Netzbetreibern ein Instrument zur Steuerung der Nachfrage bei gleichzeitiger Gewährleistung der Servicequalität.

Durch die Steuerung der Nachfrage in einem nachfrageabhängigen System ist es möglich, mit der wirklichen Optimierung des Betriebsverhaltens dieses Systems zu beginnen. Durch ein nachfragegesteuertes Lastmanagement ist es möglich, teure fossile Spitzenlasten zu reduzieren, Grundlasten auszugleichen, die Nachfrage mit den Markt- oder Grenzproduktionspreisen zu synchronisieren und aktiv die Rücklauftemperaturen zu senken.

Wie steuern Wärmenetzbetreiber normalerweise die Nachfrage? Die Antwort ist einfach: Bisher können sie es nicht! Diese Art des Netzmanagements entspricht nicht der Art und Weise, in der traditionelle Wärmenetze gebaut werden. Tatsächlich kann ein Netzbetreiber seinen Betrieb nur innerhalb der durch die Nachfrage gesetzten harten Grenzen optimieren. Einige Betreiber versuchen dies zu umgehen, indem sie aktive Preismodelle einsetzen, die ein bestimmtes Energienutzungsverhalten der Kunden fördern sollen. Das sind jedoch stumpfe Instrumente, da die meisten Kunden keine Möglichkeit haben, sich automatisch an diese Preismodelle anzupassen, selbst wenn sie es wollten.

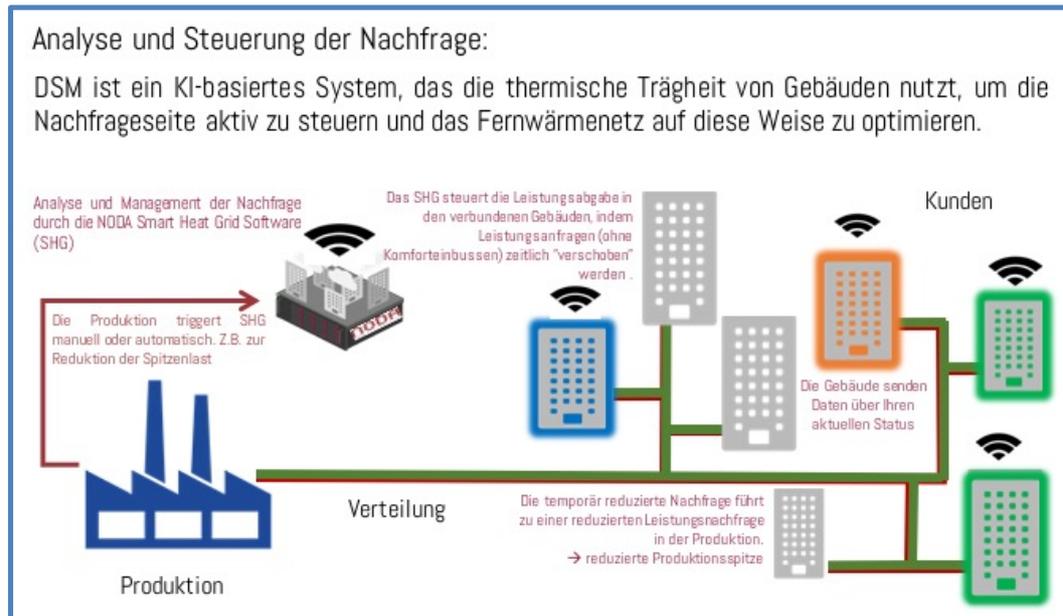
Was macht das NODA Demand Side Management anders? Demand Side Management steuert dynamisch die Nachfrage in den an die Steuerung angeschlossenen Gebäuden. Dabei setzt das System die Nachfrage aktiv mit den betrieblichen Anforderungen auf Produktions- und Verteilnetzebene in Beziehung, während es gleichzeitig die volle Servicequalität für die Kunden sicherstellt. Es verwendet selbstlernende Algorithmen zur Modellierung auf Gebäudeebene, um Nachfrage- und Reaktionssignaturen eines jedes angeschlossenen Wärmekonsumenten zu erstellen. Diese Komplexität wird innerhalb des Systems gesteuert, während der Netzbetreiber die thermische Flexibilität, die das System für eine beliebige Anzahl von Gebäuden nutzt, problemlos voll ausnutzen kann.

Funktionsweise

Das Demand Side Management sorgt für ein Gleichgewicht zwischen der Notwendigkeit, eine Laststeuerung durchzuführen, und der Notwendigkeit, die Qualität der Dienstleistung zu gewährleisten. Dieses Gleichgewicht wird einerseits durch eine Reihe von Modulen auf Netzebene und andererseits durch die Gebäudemodule aufrechterhalten.

Diese Module basieren auf verschiedenen Arten datengesteuerter, selbstlernender KI-Funktionalitäten und umfassen folgende Module:

- *Forecaster*
Das Prognosemodul verwendet verschiedene Arten von Vorhersagemodellen wie baumbasierte Regression und neuronale Netze, um Vorhersagen über relevante Faktoren wie z.B. Wärmebedarf und Temperaturniveaus zu erstellen.
- *Planner*
Das Optimierungsmodul verwendet Prognosen, um einen optimalen Plan des Nachfrageprofils in Bezug auf Produktion und Verteilung zu erstellen.
- *Tracker*
Der Tracker zerlegt den Plan auf Netzebene und überträgt diesen auf alle angeschlossenen Gebäudekontrollpunkte im Netz
- *Building*
Ist ein autonomer Software-Agent, der die Servicequalität für jedes einzelne Gebäude sicherstellt.



Schematische Darstellung „Demand Side Management“

Das Nachfragegesteuerte Lastmanagement kann je nach Anforderung des jeweiligen Wärmenetzes auf verschiedene Arten eingesetzt werden. Zu den häufigsten Anwendungen gehören Spitzenlastkappung und Ausgleich des Nachfrageprofils.

Die Spitzenlastkappung kann reaktiv oder proaktiv oder durch eine Kombination aus beidem ausgelöst werden. Ein gängiges Beispiel ist die Verwendung des Differenzdrucks als reaktivem Auslöser, um das System zu triggern. Ein weiterer reaktiver Auslöser kann die Aktivität von Spitzenlastkesseln sein.

Der Bedarfsprofilausgleich verwendet normalerweise eine proaktive Planung auf der Grundlage von Wärmebedarfsprognosen. Durch die Reduzierung von Lastspitzen und das Auffüllen von Tälern im Profil ist es möglich, das Nachfrageprofil bei Lieferung einer unveränderten Energiemenge zu ändern.

Andere gängige Anwendungen sind die aktive Steuerung der Rücklauftemperatur zugunsten von Rauchgaskondensatoren, die Erweiterung physischer Speicher durch virtuelle Speicher bzw. die Schaffung eines virtuellen (Schwarm-)Speichers in Netzen, die bisher über keine Speicherkapazitäten verfügen oder als "Aufhängesystem" für andere Module des NODA-SmartHeatGrids wie z.B. Dynamic Supply Temperature.

DSM kann jederzeit manuell über das NODA EnergyView-System oder über ein integrierte SCADA-System gesteuert werden.

Der Zugang zu Daten kann eine Herausforderung sein, wenn es um die Laststeuerung geht. Ein Laststeuerungssystem muss grundsätzlich in der Lage sein, Daten zu lesen und in das Heizsystem in jedem einzelnen an das System angeschlossenen Gebäude zu schreiben. Die Tatsache, dass Laststeuerung sowohl Zugriff auf die Steuerung der Übergabestation (die sich normalerweise im Besitz des Gebäudeeigentümers befindet) als auch auf den Wärmemengenzähler (der sich normalerweise im Besitz des Netzbetreibers befindet) haben muss, macht es nicht einfacher.

NODA hat dies durch die Entwicklung eines flexiblen Integrationsprozesses in Kombination mit einer breiten Palette von Lösungen für die nicht-invasive Regler- und Wärmezählerintegration gelöst. Dies ermöglicht einen unkomplizierten Zugangsprozess für alle Beteiligten.

Im Regelfall ist es nicht erforderlich, sämtliche Gebäude eines Wärmenetzes an das Laststeuerungssystem anzuschließen. Deutliche Optimierungspotentiale lassen sich bereits durch die Integration einer geringeren Anzahl von Gebäuden in das Laststeuerungssystem deutliche Effizienzsteigerungen erzielen. Dies auch deshalb, weil nicht alle Gebäudetypen bzw. Wärmeabnehmer gleichermaßen gut für den Anschluss an eine Laststeuerungssystem geeignet sind. Die Integration muss daher vor dem Hintergrund der Wirtschaftlichkeit der Maßnahme (Kosten/erzielbare Effekte) betrachtet und im Rahmen der Nutzwertszenarien bewertet werden. Die Realisierung der Laststeuerung ist daher äußerst flexibel durchführbar. Von einem Pilotprojekt angefangen kann sie langsam und in Stufen erfolgen oder als schneller Roll-Out. Außerdem lässt es sich jederzeit an sich ggf. verändernde Bedürfnisse des Netzes anpassen.

Vorteile durch den Einsatz von NODA DSM

Das nachfragegesteuerte Lastmanagement in einem nachfrageorientierten System bietet erhebliche wirtschaftliche, technische und ökologische Vorteile.

Demand Side Management unterstützt den Netzbetreiber bei:

- der Reduzierung von wirtschaftlich und ökologisch kostspieligen (fossilen) Spitzenbrennstoffen,
- der Erhöhung der Primärbrennstoffeffizienz durch geringere Verteilverluste
- der Verringerung der Betriebskosten im Kesselmanagement durch weniger Starts und Stopps
- der Erhöhung der Einnahmen aus der Kraft-Wärme-Kopplung durch dynamische Anpassung der Nachfrage an den Spot-Preis-Markt
- Verteilnetzoptimierung durch Sicherstellung der lokalen Nachfrage an Engstellen im Wärmenetz
- ...

Demand Side Management ist Teil eines digitalen Ökosystems zur Optimierung von Wärmenetzen.

Es lässt sich nahtlos mit allen anderen in der NODA-Plattform verfügbaren Tools kombinieren und kann auch mit Systemen von Drittanbietern wie externen Optimierern oder bestehenden Datenverwaltungs- oder SCADA-systemen integriert werden. Dies ist normalerweise der schwierigste Teil in einem derartigen Digitalisierungsprojekt, der mit NODA SmartHetaGrid jedoch deutlich an Komplexität verliert und auf einfach zu implementierende Lösungen setzt. NODA ist nicht von spezifischen Automatisierungs-, Kommunikations- oder Datenverwaltungssystemen abhängig und im Regelfall problemlos integrierbar. So wird ein Lock-In Effekt von Anfang an vermieden, während gleichzeitig die volle Flexibilität innerhalb eines Wärmenetzes sichergestellt ist.

Sobald ein Gebäude an das Demand Side Management angeschlossen ist, kann es auch für aktive Energiedienstleistungen der NODA-Building-Lösungspalette genutzt werden, die die Module Wärmekontrolle, Tarifkontrolle und Klimakontrolle umfasst. Dies ermöglicht es dem Netzbetreiber seinen Kunden Energiedienstleistungen anzubieten, die die Wertigkeit der Fernwärmeversorgung erhöhen und damit auch die Kundenbindung und -zufriedenheit steigern.

Data Driven Analytics

Überblick

Viele Netzbetreiber sammeln Messdaten von Wärmemengenzählern in ihren Netzen. Normalerweise werden diese Daten in erster Linie für Abrechnungszwecke verwendet. Eine stetig steigende Anzahl von Wärmenetzbetreibern wollen diese Daten jedoch umfangreicher verwerten und für tiefer gehende Analysen nutzen. Das Problem besteht jedoch darin, dass die meisten bestehenden Datenverwaltungssysteme nicht über die Funktionalität für eine solche groß angelegte Analyse verfügen.



Grundbegriffe eines intelligenten Systems

Data Driven Analytics ist Teil der NODA SmartHeatGrid-Lösung und stellt eine Plattform für fortgeschrittene datengesteuerte Analysen dar. Die Analyse von Wärmemengenzählerdaten lässt sich unter Verwendung von Standard-API-Lösungen frei in die meisten Datenmanagementsysteme integrieren und kann unter einem Dach mit bestehenden Lösungen koexistieren. Data Driven Analytics wandelt Daten in Informationen und Wissen um, die dann für die vorausschauende Wartung durch den Netzbetreiber selbst oder zur Erstellung gezielter Inhalte für die Verbraucherkommunikation verwendet werden können.

Data Driven Analytics basiert auf den jüngsten Fortschritten im Bereich des maschinellen Lernens und der energiezentrierten KI-Entwicklung. Die Werkzeuge werden laufend weiterentwickelt und bieten einen strukturierten Prozess in Kombination mit einem innovativen Toolset zur kontinuierlichen Identifizierung von Abweichungen und Fehlfunktionen in einem Fernwärmenetz. Auf Basis dieser Erkenntnisse können Optimierungen des Wärmenetzes zielgenau geplant und durchgeführt werden. Dies ermöglicht niedrigere Rücklauftemperaturen, geringere Wärmeverluste, verbesserte Rauchgaskondensation und verbesserte Primärbrennstoffeffizienz.

Risiko- und Wartungsmanagement des Wärmenetzbetreibers werden durch datenbasiertes Identifizieren von Ausfällen, Defekten und Fehlfunktionen bei Ventilen, Pumpen, Controllern,

Wärmesensoren, Außentemperaturfühlern, Wärmemengenzählern etc. unterstützt. Schlechtpunktüberwachung und darauf ausgerichtete bedarfsorientierte Pumpensteuerung sowie Hinweise auf das Auftreten von Leckagen sind bei regelmäßigem Netzmonitoring möglich. Da sich Fehlfunktionen im Betrieb häufig durch schleichende Abweichungen vom Normalbetrieb ankündigen, bietet die DDA einen zuverlässigen Ausgangspunkt für vorausschauende Instandhaltungsmaßnahmen und erhöht so die Ausfallsicherheit des Netzes.

Funktionsweise

Das Sammeln der Daten ist nur der erste Schritt. Der zweite und dritte Schritt bestehen darin, aus diesen Daten Informationen und dann Wissen zu schaffen. Data Driven Analytics basiert auf einem strukturierten Prozess, der es den Mitarbeitern ermöglicht, sich auf das Verständnis der Analyseergebnisse zu konzentrieren, anstatt die mühsame Aufgabe der Analyse selbst durchführen zu müssen. DDA ist ein Werkzeug zur Vorbereitung und Unterstützung von Entscheidungen, das dem Anwender hilft, große Datenmengen zu analysieren, um relevante Informationen zu identifizieren und hervorzuheben. Diese Informationen können dann vom Anwender mit Unterstützung von Visualisierungen weiter analysiert werden.

Wie jeder andere Teil des NODA SmartHeatGrid lässt sich Data Driven Analytics frei in bestehende Datenverwaltungssysteme integrieren.

Grundlage für Data Driven Analytics ist ein strukturierter fünfstufiger Prozess. Dieser Prozess wird in die bestehenden Arbeitsprozesse des Netzbetreibers integriert, so dass er im Laufe der Zeit kontinuierlich wiederholt werden kann:

- *Vorverarbeitung*
Sicherstellung der Datensammlung und -bereinigung. Dieser Schritt umfasst die Identifizierung und Handhabung von Ausreißern sowie von fehlenden Daten. Statistiken zur Datenqualität werden analysiert und präsentiert.
- *Peer-Grouping*
Sicherstellung der Vergleichbarkeit unterschiedlicher Gebäude und Liegenschaften. Unterschiedliche Verbraucher verhalten sich unterschiedlich und müssen dementsprechend gesteuert werden.
- *Erkennung*
Identifikation möglicher Fehlfunktionen und Abweichungen über dynamische Leistungsmetriken
- *Diagnose*
Automatische Analyse auftretender Fehlfunktionen und Abweichungen in Kombination mit einer visuellen Entscheidungshilfe für den Anwender.
- *Quantifizierung*
Quantifizierung des Nutzens der Behebung verschiedener Probleme und Priorisierung entsprechend der wirtschaftlichen Bedeutung und Kosteneffizienz.

Data Driven Analytics ist eine vielseitige Plattform für fortgeschrittene Großanalytik. Sie kann auf mehreren Integrationsebenen eingesetzt werden, wodurch sie in den meisten Unternehmen einen deutlichen Mehrwert bietet:

- *Analytikbasierte Studien*
Können bereits auf der Grundlage eines einmaligen Datentransfers erfolgen, der dann entsprechend den aktuellen Anforderungen analysiert und in einem Bericht zusammengefasst wird. Hierbei handelt es sich um einen einfachen und intuitiven Einstieg in die KI-basierte Analytik. Soweit die Wärmemengenzähler noch nicht fernauslesbar sind können kostengünstige Stand-Alone-Messgeräte zur Erfassung von Daten verwendet werden.
- *EnergyView-Analytik*
Kontinuierliche Auswertung und Ergebnisdarstellung über das NODA EnergyView-System auf Grundlage einer Einweg-Datenübertragungsverbindung. Enthält eine „Most Wanted List“ zur Priorisierung von Maßnahmen in Kombination mit einem visuellen Darstellungen zur Unterstützung von Entscheidungsprozessen, um einen strukturierten und kontinuierlichen Prozess für die vorausschauende Wartung zu ermöglichen.
- *Analytik-API*
Ermöglicht die Integration von Data Driven Analytics in bestehende Lösungen. Lösungsanbieter und Netzbetreiber können Data Driven Analytics innerhalb ihres eigenen digitalen Ökosystems in vollem Umfang nutzen.

Vorteile durch den Einsatz von NODA DSM

Ein Wärmenetz kann nicht besser funktionieren, als es die am schlechtesten funktionierenden Komponenten es erlauben. Data Driven Analytics bietet einen strukturierten Prozess in Kombination mit einem innovativen Toolset zur kontinuierlichen Identifizierung und Verwaltung von Abweichungen und suboptimaler Steuerung, die eine suboptimale Leistung der Übergabestationen verursachen. Dies ermöglicht niedrigere Rücklauftemperaturen im Wärmenetz, was dem Betreiber durch geringere Wärmeverluste, verbesserte Rauchgaskondensation und höhere Effizienz des Primärbrennstoffs zugute kommt.

Durch die Verwendung eines strukturierten Prozesses zur Fehlererkennung ist es möglich, mittels vorausschauender Wartung die Instandhaltung eines Wärmenetzes zu planen. Es ist immer sehr viel wirtschaftlicher, Probleme zu beheben, bevor sie zu einem Schaden oder einer Betriebsunterbrechung führen, denn nichts ist so kostspielig wie Notfallmaßnahmen.

Ein Kernelement der datengetriebenen Analytik ist die Fähigkeit, Informationen und Wissen aus den zugrunde liegenden Daten zu extrahieren. Dies kann auch für die Ausweitung der Kundenkommunikation genutzt werden, da es die Möglichkeit bietet, jede Unterstation kontinuierlich zu überprüfen. So ist es beispielsweise möglich, Data Driven Analytics als Teil eines automatisierten Helpdesks oder als Werkzeug für eine interaktiven Ansprache einzusetzen.

Noda DDA ist eine energieorientierte KI auf Knopfdruck. Offene API und flexible Integrationsfunktionen ermöglichen eine Reihe von Möglichkeiten, die Kapazität bestehender Mess- und Datenverwaltungssysteme zu erhöhen. Die drei Integrationsebenen bieten Flexibilität, um ein breites Spektrum von Anwendungsfällen abzudecken, wobei die Anforderungen des Wärmenetzbetreibers im Mittelpunkt stehen.

Data Driven Analytics kann problemlos mit jeder anderen Lösung von NODA gekoppelt werden. Dadurch ist es möglich, sie mit aktiven Optimierungssystemen wie Dynamic Supply Temperature oder Demand Side Management zu kombinieren oder sie als Teil aktiver Energiedienstleistungen zu integrieren.

Projektlauf

Jedes NODA SmartHeatGrid Projekt kann auf ein bestimmtes Projekt zugeschnitten werden.

In den meisten Fällen folgt das Projekt jedoch diesen 3 Schritten:

1. Vorstudie und Machbarkeitsanalyse auf der Grundlage eines einmaligen Zugangs für die Wärmezähleranalyse in Kombination mit einer qualitativen Analyse der Produktions- und Vertriebsanforderungen.
2. Einsatz der dynamischen Vorlauftemperatur DST im Entscheidungsunterstützungsmodus, d.h. keine aktive Steuerung, und der Wärmemengenzähleranalyse DDA
3. Einsatz der aktiven dynamischen Vorlauftemperatur DST in Kombination mit einem gezielten nachfrageseitigen Management an relevanten Netz- oder Kundenunterstationen.

Die zeitliche Abfolge und Dauer der Schritte hängt vom jeweiligen Projekt ab, aber normalerweise führt ein kleineres Projekt die Schritte 1-3 während derselben Heizsaison durch, während ein größeres Projekt diese auf zwei Heizsaisons aufteilen könnte.

Kontakt

Wissenskapital Energie GmbH
Ralph Prudent & Mart Kivikas
+49 (0) 911 / 37495-65

Ralph.Prudent@Wissenskapital-Energie.de

90411 Nürnberg, Flughafenstr. 118

Referenzen

Beteiligung an europäischer Spitzenforschung:

STORM 2015-2018 (Horizont 2020):

Teilprojekt Heerlen, NL (Mijnwater BV, <https://storm-dhc.eu/en/mijnwater-bv-site>)

- Generischer, intelligenter DHC-Controller basierend auf einer selbstlernenden Optimierungstechnologie.
- Fokussierung auf Lastspitzenreduktion, Marktinteraktion (KWK) und "Cellbalancing"
- Fokus auf Fernwärme und -kühlung der 3. und 4. Generation

www.storm-dhc.eu

TEMPO 2017-2020 (Horizont 2020)

Teilprojekt Brescia, I (<https://www.tempo-dhc.eu/brescia/>)

- Schaffung eines strukturierten Rahmens zur i) Identifizierung, ii) Diagnose und iii) Behebung von Fehlern und Abweichungen in Wärme-Übergabe-Stationen.
Ziel ist die Realisierung niedrigerer Systemtemperaturen.
- Weiterentwicklung des Noda SHG Systems zur Steuerung dieser Prozesse.

www.tempo-dhc.eu

BEISPIELPROJEKT WESTDEUTSCHE GROSSSTADT

Ziel: Reduktion von Lastspitzen, Nachweis der Funktionalität

Installationsumgebung:

10 mehrstöckige Wohngebäude, Siedlungsbau frühe 70er Jahre

- 200 MWh bis 300 MWh jährlicher Verbrauch
- 220 Wohneinheiten; 8 Gebäude mit und 2 ohne WW-Versorgung
- unterer bis mittlerer Sanierungsgrad mit überdimensionierte Stationen

Einbau von Mess- und Steuerboxen mit LTE-Datenverbindung

Auslesung des digitalen Zählers über MBus alle 5 Minuten

- VL, RL, m³, l/h, kW, MWh

Messung der Sekundärseite mit Anlegefühlern

- VL sek. & RL sek.

Emulation des Außentemperaturfühler-Widerstands mit digitalem Potentiometer

- Lieferung der gesteuerten Außentemperatur +/- Offset an den Regler (PT1000, Ni1000, Siemens T1-PTC)

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) oder Warmwasserbereitung
- Aus der Last abgeleitete Speichergröße 2.872 kWh - 4.022 kWh.
- Energieeinsparung im Durchschnitt: 8,34 % zuzüglich vermiedener Produktions- und Verteilverluste



Abb. 5: Reduktion von Lastspitzen im DSM-Betrieb

BEISPIELPROJEKT EUROPÄISCHE STADT

- Ziele:** Reduzierung des Gaskesseleinsatzes durch aktive Steuerung der Wärmenachfrage (DSM) und Reduktion von Lastspitzen.
 Optimierung des Biomassekessel-Einsatzes durch aktive Steuerung der Wärmenachfrage (DSM) zur Schaffung virtueller Speicher als Erweiterung der Kapazität physischer Speicher.
 Optimierung der Rücklauftemperatur in den Gebäuden durch aktive Steuerung der Wärmenachfrage (DSM) zur Absenkung der Rücklauftemperatur im Gesamtnetz.

Installationsumgebung:

Steuerung von 17 Gebäuden und der Heizkessel des Wärmenetzes (Biomasse & Gas)

Ergebnisse:

- Optimierung des Gaskesseleinsatzes:* 79 MWh Energieeinsparung auf der Primärseite. (=> Einsparung von 8 % Gasbrennstoff in der Heizperiode)
- Optimierung des Biomassekessel-Einsatzes:* 95 MWh Energieeinsparung auf der Primärseite. (=> Einsparung von ca. 2 % Biomassebrennstoff in der Heizperiode)
- Gesamtenergieeinsparung:* Gas + Biomasse Energieeinsparung insgesamt 174 MWh (=> 2,8 % des gesamten Brennstoffverbrauchs während der Heizperiode)
- Optimierung der Rücklauftemperatur:* Nicht eingesetzt wegen Unterordnung unter 1. & 2. (aber: Einsatz von 1. & 2. führte zu durchschnittl. Senkung der RL-Temp. um 0,97 ° in den geregelten Gebäuden zwischen Januar und März)

Passiv-Test Dynamische Vorlauftemperatur (DST): Zusätzliches Einsparpotential von rechnerisch 270 MWh .