

# DIGIHEAT

Digitalisiertes Wärmekraftwerk  
für eine effizientere urbane Fernwärmeversorgung

**AP3 Praktische Umsetzung und Monitoring**  
**Steckbriefe für Anwendungsfälle der SW Hanau**

## Inhalt

1	DigiHeat.....	3
1.1	Das Forschungsvorhaben DigiHeat.....	3
1.2	Das „Digitalisierte Wärmekraftwerk“ (DWK).....	3
1.3	Die Anwendungsfälle.....	5
2	Anwendungsfall „Optimierung des Netzbetriebs und Ausbauplanung mit LeanHeat“ .....	7
2.1	Problemstellung .....	7
2.2	Lösungsansatz .....	7
2.2.1	Teilziel 1: digitales Netzmodell (Systemmodell).....	8
2.2.2	Teilziel 2: Realer Live-Betrieb.....	9
2.2.3	Perspektive „Weiterentwicklung und weitere Anwendungsfälle“ .....	10
2.3	Erwarteter Nutzen .....	10
2.4	Umsetzung .....	10
2.5	Nachweislicher Nutzen .....	11
2.5.1	Messwerteplattform-Entwicklung.....	11
2.5.2	Operative und Planerische Erkenntnisse.....	12
2.6	Lessons Learned.....	12
2.7	Zusammenfassung und Ausblick.....	14
2.7.1	Strategische Relevanz und Netzentwicklung.....	14
2.7.2	Operative Optimierung und Prognose .....	15

## 1 DigiHeat

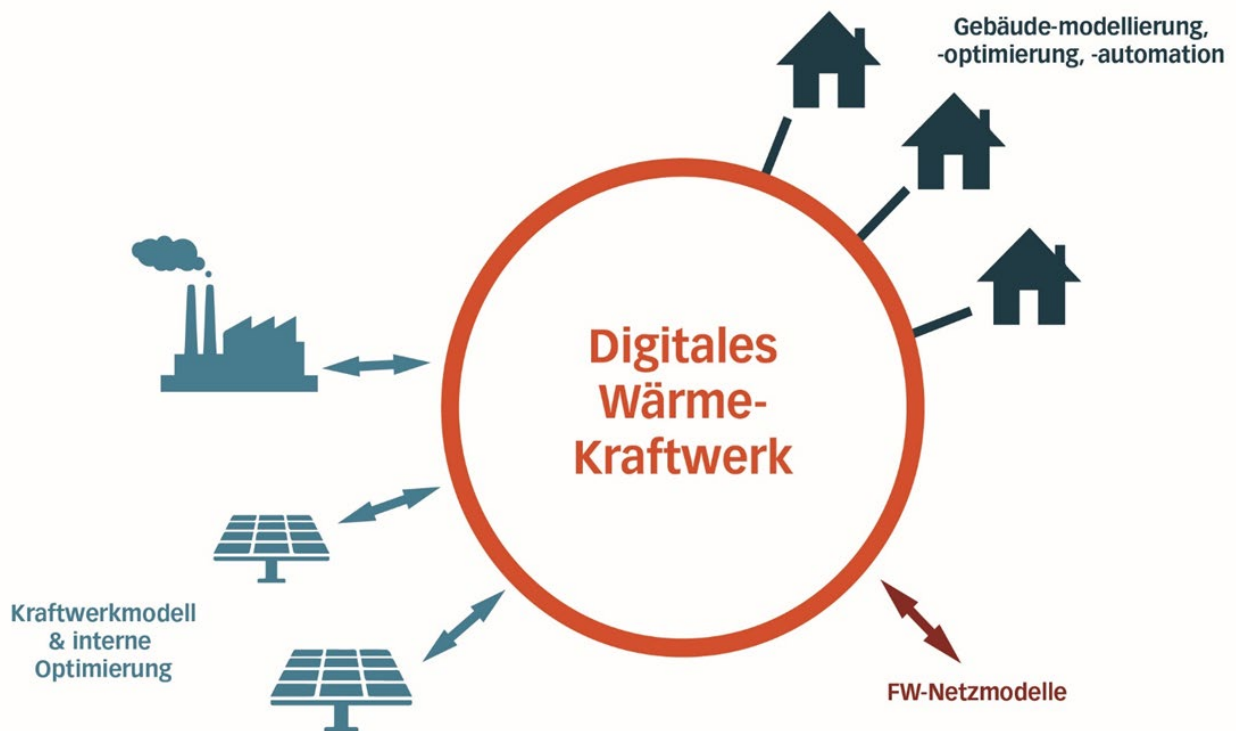
### 1.1 Das Forschungsvorhaben DigiHeat

Das Vorhaben „N5GEH-DigiHeat - Digitalisiertes Wärmekraftwerk für eine effizientere urbane Fernwärmeversorgung“ fokussiert auf Ansätze zum zielgerichteten und effizienzsteigernden Einsatz von Technologien zur Datenübertragung und -verarbeitung im Fernwärmesektor. Es kombiniert hierbei konkrete Digitalisierungsmaßnahmen der drei beteiligten Stadtwerke Gießen, Marburg und Hanau mit der Entwicklung und Praxiserprobung des innovativen Konzepts eines 'Digitalisierten Wärmekraftwerks'. Bei diesem wird die IKT-Systemarchitektur des virtuellen Kraftwerks, wie sie im Stromsektor bereits vielfach Anwendung findet, auf den Anwendungsfall Fernwärme vorgenommen.

### 1.2 Das „Digitalisierte Wärmekraftwerk“ (DWK)

Das **Digitalisierte Wärmekraftwerk** (DWK) beschreibt die datengetriebene und softwaregestützte Vernetzung von Wärmeerzeugung, -verteilung und -verbrauch innerhalb eines Fernwärmesystems mit dem Fokus auf eine betriebliche Optimierung dezentraler und verteilter Erzeuger als übergeordnete Zielstellung.

Der Umstieg auf erneuerbare Energien bei der Wärmebereitstellung erfordert die digitale Vernetzung aller Erzeugungs-, Verteil- und Verbrauchseinheiten, um das volle Flexibilitäts- und Effizienzpotenzial erneuerbarer Wärmequellen zu erschließen. So kann eine optimale Nutzung der Energie, die Steigerung der Betriebseffizienz sowie die Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen erreicht werden. Durch die umfassende Digitalisierung und Integration aller Systemkomponenten entlang der Wärmelieferkette kann nicht nur an einzelnen Punkten eine Optimierung stattfinden, sondern das Wärmeversorgungssystem ganzheitlich optimiert werden.



*Abbildung 1: Digitales Wärmekraftwerk mit vernetzten Kraftwerks-, Netz- und Gebäudemodellen*

Die Basis des DWK bildet die Erhebung und Verarbeitung der relevanten Betriebsdaten der eingebundenen dezentralen Wärmeerzeuger und Verbraucher, die kontinuierlich, im für eine Optimierung notwendigen Rahmen erfolgen muss. Hier gilt es zunächst die relevanten Betriebsdaten wie Temperatur- und Druckverläufe, Volumenströme für einen optimalen, kosteneffiziente Datenerhebung zu ermitteln. Die interne Optimierung von Erzeugereinheiten/Kraftwerken oder auch von den Verbrauchern, z.B. im Rahmen der Gebäudeautomation, werden vom DWK nicht berührt (siehe Abbildung 1).

Durch die Analyse des aktuellen Betriebszustands und historischer Daten lassen sich mit dem Digitalen Wärmekraftwerk (DWK) präzise Vorhersagen über den künftigen Energiebedarf erstellen (Lastprognosen) und alternative Betriebsstrategien simulieren. Im konservativsten Ansatz bildet eine regelbasierte Steuerung die Grundlage der Systemführung.

Das DWK ermöglicht darüber hinaus eine dynamische Anpassung auf Basis aktueller Messwerte, prognostizierter Lastverläufe sowie definierter Zielparameter – beispielsweise zur Optimierung der Rücklauftemperatur oder zur Verschiebung von Lastspitzen.

Mithilfe künstlicher Intelligenz lassen sich diese Regelungen weiter verfeinern: Lernende Algorithmen erkennen Muster im Nutzerverhalten, reagieren auf externe Einflussfaktoren wie

Wetter- oder Preisdaten und optimieren die Steuerung kontinuierlich im laufenden Betrieb. So wird eine adaptive, selbstoptimierende Betriebsweise möglich.

Diese adaptive Betriebsweise des DWK eröffnet eine Reihe zentraler Funktionalitäten entlang der gesamten Wärmeversorgungskette. Dazu zählt insbesondere die Optimierung des Wärmenetzbetriebes und des Betriebs der Netzpumpen bei Einbeziehung von Schlechtpunktmessungen. Gleichzeitig ermöglicht das DWK durch die Steuerung der Vorlauftemperaturen einen angepassten Niedertemperaturbetrieb für eine höhere Netz- und Erzeugungseffizienz bei gleichbleibender Versorgungssicherheit. Die kontinuierliche Optimierung der Rücklauftemperaturen verringert Netzverluste und erhöht den Wirkungsgrad des Gesamtsystems. Diese Funktionalitäten lassen sich sowohl in der Optimierung der Betriebsführung als auch für eine datenunterstützte Ausbauplanung einsetzen.

Durch die Einbindung dezentraler Wärmeerzeuger und ggf. auch Speichersysteme sowie die Fähigkeit, flexibel auf volatile Einspeisungen aus erneuerbaren Energien zu reagieren, entwickelt sich das Fernwärmenetz durch das DWK zu einem aktiven, steuerbaren Element der Energiewende.

Diese technische und systemische Flexibilität ermöglicht perspektivisch die erfolgreiche Integration von Solarthermie, Wärmepumpen oder industrieller Abwärme in bestehende Versorgungsinfrastrukturen.

Voraussetzung für den Aufbau und der Verzahnung dieser Funktionen hin zu einem DWK ist jedoch eine standardisierte, sichere und verlustfreie Datenkommunikation zwischen den beteiligten Systemkomponenten – von der Erzeugung bis hin zur Gebäudeautomation. Im Projekt *DigiHeat* werden hierzu gezielt Ansätze für den effizienten Einsatz von Technologien zur Datenübertragung und -verarbeitung im Fernwärmesektor untersucht. Zunächst werden im Rahmen einzelner Modell- und Pilotvorhaben konkrete Digitalisierungsmaßnahmen und die Umsetzung von Einzelmaßnahmen bei den drei beteiligten Stadtwerken Gießen, Marburg und Hanau in unterschiedlichen Anwendungsfällen umgesetzt. Diese dienen als Grundlage für die Entwicklung und praxisnahe Erprobung eines innovativen, übertragbaren Gesamtkonzepts.

### **1.3 Die Anwendungsfälle**

Aus dem Forschungsvorhabens DigiHeat heraus werden Steckbriefe zu Anwendungsfällen veröffentlicht, die konkrete Digitalisierungsmaßnahmen der drei beteiligten Stadtwerke Gießen, Marburg und Hanau beschreiben und dabei Teilschritte auf dem Weg zu einem perspektivischen DWK weiterentwickeln und praktisch erproben. Das Wissen um einen möglichen Zielzustand ist bereits bei der detaillierten Ausgestaltung der einzelnen Anwendungsfälle notwendig, da beispielsweise schon die ausgewählte

Kommunikationstechnologie beeinflusst, welche Einsatzmöglichkeiten aktuell, aber auch perspektivisch möglich sind und welche nicht. Detaillierte Informationen zu Kommunikationstechnologien in der Fernwärme sind in der zweiten Auflage der [„Entscheidungshilfe für die anwendungsfallspezifische Auswahl geeigneter Kommunikationstechnologien im Fernwärmekontext“](#) zu finden.

Nachfolgend sind ausgewählte Umsetzungsbeispiele von Teilschritten zum DWK aufgeführt, inklusive der individuellen Motivation, Herausforderungen, Details zur Umsetzung und dem erreichten Nutzen, sowie dem weiteren Ausblick.

## 2 Anwendungsfall „Optimierung des Netzbetriebs und Ausbauplanung mit LeanHeat“

### 2.1 Problemstellung

Die Stadt Hanau hat sich das Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2040 klimaneutral zu werden. Unter dem Slogan „Wärme für unsere Stadt“ möchten die SW Hanau Ihre Stadt dabei unterstützen, diese Ziele zu erreichen. Während der Projektlaufzeit „DigiHeat“ hat sich die Wissenserweiterung zum realen Zustand des Fernwärmenetzes als essenziell herausgestellt. Denn gerade für die Unterstützung und Begleitung der Kommunalen Wärmeplanung (KWP), die einen wichtigen strategischen Prozess der Stadt Hanau zur Umsetzung der Wärme- und Energiewende auf kommunaler und nationaler Ebene darstellt, ist es unerlässlich die Potenziale und Grenzen des aktuellen und perspektivischen Fernwärmesystems zu kennen. Dieses Wissen ist für das Fernwärmeversorgungsunternehmen auch bei der Entwicklung des eigenen Transformationsplanes von entscheidender Bedeutung.

Basierend auf Praxiserfahrungen gehen die Experten des Netzbetriebs vor Ort davon aus, dass die bisher üblichen statischen Auslegungsansätze teilweise deutlich von den tatsächlichen Betriebszuständen des Wärmenetzes abweichen, weshalb die Ausbaupotenziale nicht ideal ausgereizt werden können. Es wird erwartet, dass durch das Einbeziehen realer Verbrauchsdaten von Wärmeabnahmestellen (Netzübergabe- und Hausstationen), die tatsächlichen Betriebszustände des Wärmenetzes deutlich präziser ermittelt werden können. Für die Optimierung und zur Entwicklung der bestmöglichen Netzausbaustrategien ist ein detaillierteres Wissen über die Netzkapazitäten und mögliche Limitierungen erforderlich.

### 2.2 Lösungsansatz

Zur Lösung der beschriebenen Problemstellung plante man, das Fernwärmenetz der SW Hanau detailliert digital abzubilden und alle verfügbaren realen Daten von Wärmeabnahme und Einspeisung zu integrieren. Als passendes Werkzeug dafür entschieden sich die SW Hanau für Teile der LeanHeat Software Suite von Danfoss, die während der Projektlaufzeit implementiert wurde. Auf Basis realer Livebetriebsdaten soll damit der aktuelle Betriebszustand des Netzes, sowie von Hausstationen, abgebildet werden können. Das dadurch erzeugte Systemmodell kann anschließend genutzt werden, um Auswirkungen verschiedener Anpassungen (veränderte Betriebsparameter, Netzausbaupläne, etc.) zu simulieren und anhand der Ergebnisse entsprechende Strategien abzuleiten (siehe Abbildung 2). Für die Implementierung ist ein zweistufiger Prozess vorgesehen. Zuerst wird ein detailliertes Netzmodell erstellt und validiert, um anschließend reale Betriebsdaten

einzubinden, sodass am Ende ein „digitaler Zwilling“ des Hanauer Fernwärmesystems entsteht.



Abbildung 2: Aufbau des digitalen Zwillings zur Simulation perspektivischer Netzbetriebe

### 2.2.1 Teilziel 1: digitales Netzmodell (Systemmodell)

Die Erstellung eines digitalen Netzmodells ist der zentrale erste Schritt, für dessen Umsetzung die erforderlichen Daten ausgewählt und beschafft werden müssen. Hierzu zählen vor allem GIS- und Netzdaten, die um historische Messdaten (bspw. von Messstellen an Einspeisung oder hydraulischen Schlechtpunkten) erweitert werden. Zur Integration der unterschiedlichen Daten aus verschiedenen Quellen müssen Schnittstellen definiert und ggf. manuelle „Übersetzungen“ vorgenommen werden, sodass diese in ein gemeinsames Modell eingebunden werden können. In einem iterativen Prozess ist das Modell anschließend zu validieren und bei Bedarf anzupassen und um fehlende Details zu erweitern.

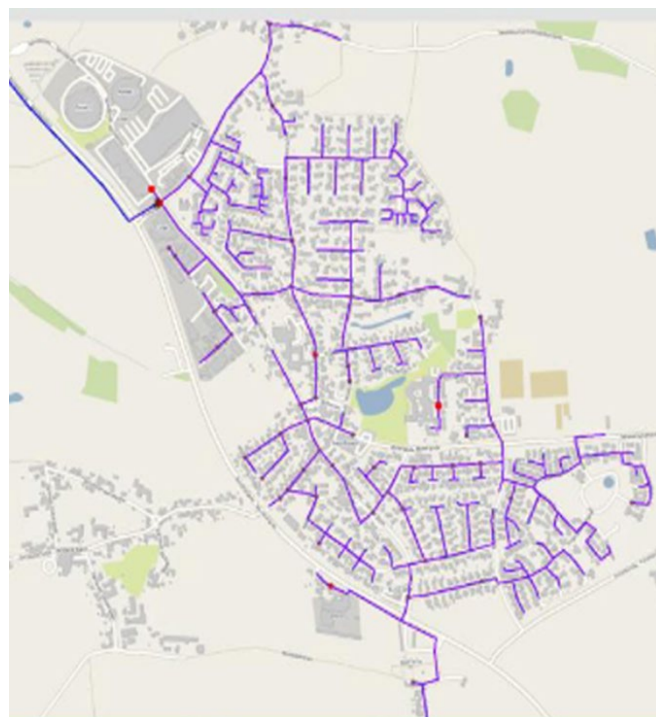


Abbildung 3: Netzmodellausschnitt des Fernwärmenetzes in Hanau

Am Ende des Prozesses stand ein Modell, welches möglichst präzise den aktuellen Ist-Zustand des Hanauer Fernwärmenetzes abbildet und damit schon zur Analyse und zum besseren Verständnis von aktuellen Betriebszuständen genutzt werden kann (siehe Abbildung



3). Wenngleich der Fokus auf dem Fernwärmenetz liegt, wird durch die Integration von Betriebs- und Verbraucherdaten ein Systemmodell erstellt, welches über ein reines „Netzmodell“ hinausgeht und dadurch eine wichtige Grundlage für das Zielbild des DWK darstellt.

Nach Schulung der vorgesehenen Anwender können diese mit dem Modell verschiedene Betriebssituationen simulieren und daraus Prognosen für resultierende Netzparameter erzeugen. Durch gezielte Anpassungen und Erweiterungen kann das Grundmodell auch zur Planung und Simulation verschiedener Netzerweiterungen herangezogen werden, sodass sich deren Auswirkungen auf die Betriebsparameter abschätzen lassen.

### **2.2.2 Teilziel 2: Realer Live-Betrieb**

Das erste Netzmodell aus Teilziel 1 weist bereits einen hohen Detaillierungsgrad auf und ist durch historische Daten realer Stützstellen validiert. Dennoch basieren die Analysen und Simulationen überwiegend auf historischen Daten und statischen Randbedingungen. Durch die Integration zahlreicher Live-Messdaten wird das Modell im zweiten Schritt in die Lage versetzt die reale Dynamik im Netz abzubilden und steht anschließend für Live-Optimierungen zur Verfügung.

Für die Auswahl benötigter und geeigneter Messdaten (von Netzknoten, HAST, etc.), die für ein Monitoring des Live-Betriebszustandes geeignet sind, ist es unerlässlich die Expertise der Fernwärmepraktiker (Netzbetrieb, Kraftwerksbetrieb, Monteure für Kundenanlagen etc.) und der IT-Experten (unabhängig davon ob intern oder extern) einzubinden. Nach einer Priorisierung der benötigten Datenquellen müssen entsprechende Systeme zur Live-Datenerfassung integriert, entwickelt oder nachgerüstet werden, sodass diese Daten unabhängig von der Quelle in das Modell integriert werden können. In Hanau erfolgt die Datenerfassung der Kundenanlagen in einer separaten Stadtwerke-eigenen Messplattform, sodass daraus eine einheitliche Schnittstelle zur Anbindung an LeanHeat möglich wird. Sobald die Schnittstelle einsatzbereit ist, kann mit der Datenübertragung bereits aktiver HAST gestartet werden, worauf im Anschluss ein weiterer Validierungsprozess gestartet werden kann.

Sobald die Validierung erfolgreich ist, werden spezifische Optimierungsinstrumente implementiert und eingesetzt. Perspektivisch besteht das Ziel die Vorgaben aus dem Live-Netzmodell als entscheidende Grundlage für die Kraftwerkseinsatzplanung zu nutzen. Beginnend von Vorschlägen zur Betriebsführung, die sich auf verschiedene Zielstellungen optimieren lassen, soll das System im Erfolgsfall auch teilautomatisierte Steuerungsbefehle ausgeben können.

### 2.2.3 Perspektive „Weiterentwicklung und weitere Anwendungsfälle“

Sobald das Modell und der Live-Betrieb stabil laufen sind auch zahlreiche anderen Anwendungsfälle denkbar, die ggf. weitere Daten und Technologien mit einbeziehen oder durch ergänzende Auswertungen aus den vorhandenen Ergebnissen zu erzeugen sind. Ausgehend vom [AGFW Methodenkatalog](#) sind seitens der SW Hanau auch weitere Ideen gesammelt worden. Darunter fallen Ideen zur Einbindung von KI-Methoden bei der Vorhersage des Wärmebedarfs, Erkennen von Anomalien und kritischen Zuständen, Grenzwertüberwachungen an HAST und Rücklauftemperaturen, Bedarfsoptimierung, kumulierte Datenanalyse von Quartieren und Netzbereichen, uvm.

## 2.3 Erwarteter Nutzen

Durch die frühzeitige Simulation der Betriebszustände können perspektivische Einflüsse auf die laufenden Kosten im Betrieb, bereits vorab berücksichtigt werden. So lassen sich wirtschaftlich sinnvolle Ausbaugelände priorisieren, was sich auch positiv auf die Wärmepreise im Gesamtsystem auswirkt.

Um in Zukunft zusätzlich neue Erzeuger wie z.B. Wärmepumpen und Biomasseheizwerke an das Fernwärmenetz anzuschließen, ist die Absenkung der Netztemperaturen ein entscheidender Faktor für eine hohe Energieeffizienz und einen entsprechend wirtschaftlichen Betrieb. Auf Grundlage der mit dem umfassenden Netzmodell möglichen Simulationen können die Auswirkungen und der Aufwand zur Senkung der maximalen Vorlauftemperatur von 130°C auf 90°/95° C berechnet und bewertet werden.

Ein entscheidender Punkt ist dabei auch die Erkennung von Netzverlusten an bestimmten Netzabschnitten, was auch schon kurzfristig (vor Beginn von Temperaturabsenkungs-Maßnahmen) helfen kann den Betrieb zu verbessern. Wärmeverluste an verschiedenen Leitungssystemen, wie z.B. Stahlmantel-, Kunststoffmantel- und Kupferrohren, können durch die Berechnung an einzelnen Rohrabschnitten ermittelt werden. Abgeleitet daraus ist eine Gegenüberstellung der Verluste zu den Investitionen möglich, welche zur Priorisierung der Sanierung relevanter Netzabschnitten erforderlich sind.

Daraus lässt sich für die Zukunft im Rohrnetzbereich eine Asset-Strategie entwickeln, die in Verbindung mit einer Maßnahmenplanung zukünftige Kosten festlegt.

## 2.4 Umsetzung

Im Rahmen des Forschungsvorhabens DigiHeat konnten die SW Hanau, gemeinsam mit Danfoss, ein Vorgehen zur Beschaffung und Einrichtung von LeanHeat entwickeln und umsetzen. Vor allem die abteilungsübergreifende Zusammenarbeit innerhalb der SW Hanau und der direkte Austausch und Kontakt zum Entwicklerteam von LeanHeat unterstützen

zahlreiche Teilschritte des Umsetzungsprozesses. Durch den Austausch und die Unterstützung des gesamten Projektteams DigiHeat konnten Synergien zu den anderen Stadtwerken genutzt werden, um den Prozess zu beschleunigen und bspw. Herausforderungen bei der Datenübertragung von Hausstationen systematisch anzugehen und zu bewerten.

Die organisatorischen Maßnahmen zur Beschaffung und Einbindung historischer Daten wurden erfolgreich abgearbeitet. Das detaillierte Netzmodell der SW Hanau ist bereits in LeanHeat umgesetzt und validiert. Die Einarbeitung der Mitarbeitenden erfolgt parallel zur Erarbeitung der relevanten Daten für die Analyse von Ausbaustrategien. Der Live-Betrieb ist mit den bisher verfügbaren Datenquellen vorbereitet.

Eine erste Analyse zur Optimierung von Wärmeverlusten im Netz zeigte Auffälligkeiten in einer Transportleitung, die durch eine ergänzende Thermographie-Befliegung überprüft werden sollen. Bewahrheitet sich das Simulationsergebnis, wäre neben der Validierung dieser Analyse am Modell auch ein konkreter Wissenszuwachs und durch eine Behebung des Fehlers auch ein konkreter Benefit nachweisbar.

## 2.5 Nachweislicher Nutzen

Die Umsetzung des digitalen Zwillings als Grundlage für das DWK hat zu unmittelbaren, nachweisbaren Erfolgen geführt, sowohl in der Dateninfrastruktur als auch in der operativen Betriebsführung und Planungssicherheit.

### 2.5.1 Messwerteplattform-Entwicklung

Im Projekt wurde eine Messwertplattform entwickelt, um im Betrieb Daten aus verschiedenen Quellen für LeanHeat bereitzustellen. Während des Projektes wurden Möglichkeiten zur Weiterentwicklung dieser Plattform erkannt und umgesetzt, was einen zusätzlichen Mehrwert für die SW Hanau generiert.

**Überwachung der batteriebetriebenen Messstellen:** Zum einen wurde eine Energieüberwachung für batteriebetriebene Messstellen in einer Ampelversion entwickelt. Dies wirkt einem Ausfall der Messstellen frühzeitig entgegen, wodurch die Datenkontinuität und somit die Zuverlässigkeit des digitalen Zwillings gesichert wird.

**Historische Datenhaltung und Kosteneffizienz:** Zum anderen werden Daten nach drei Jahren in ein Controlling Tool abgelegt. Dies hat den Vorteil, dass zukünftig historische Daten für Nachbetrachtungen und Auswertungen nicht verloren gehen und Platz für weitere Datenpunkte bereitgestellt werden kann. Dies spart in der Folge erhebliche Kosten.

### 2.5.2 Operative und Planerische Erkenntnisse

Zum Monitoring des Hanauer Fernwärmenetzes wurden bereits zahlreiche Wärmezähler mit LoRaWan ausgestattet, die wiederum über eine Messplattform die Daten zu einem extra dafür vorgesehenen Server transferiert. Dort werden die Daten vom LeanHeat abgeholt und für den Onlinebetrieb verwendet.

**Vorbereitung neuer Erzeuger:** Nach der Abschaltung des Kohlekraftwerks Staudinger sind die SW Hanau gezwungen, eine eigene Lösung für die Wärmeerzeugung in Hanau zu entwickeln. Als Lösung wurde eine BHKW-Anlage geplant, welche sich gerade im Bau befindet und Ende 2025 in Betrieb gehen soll. Ein in Planung befindliches Rechenzentrum, welches sich in räumlicher Nähe befindet, soll zukünftig seine Abwärme über eine Wärmepumpe in das Kraftwerk einleiten. Damit der Betrieb der Wärmepumpe gewährleistet werden kann, können bereits Simulationen für eine Absenkung der Netzvorlauftemperatur getätigt werden.

**Netz-Monitoring und Datenbewertung:** Die bisher gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungen im Umgang mit Daten und ersten Analysen helfen den Stadtwerken bereits, einzelne Hausstationen zu monitoren und Energie- und Leistungsdaten zu bewerten. Einige Messwerte können dabei bereits parallel in einer abrechnungsrelevanten Datei zur weiteren Nutzung durch berechtigte interne Nutzer verwendet werden.

**Wissenstransfer und Kostenersparnis:** Die Erstellung eines detaillierten und validierten Netzmodells ermöglicht bereits eine differenzierte Betrachtung des Ist-Zustandes und erlaubt erste Analysen für die Kommunale Wärmeplanung. Als unmittelbare Auswirkungen können durch die verbesserte Informationslage bereits Teile externer Planungskosten eingespart werden, da Auswirkungen von Veränderungen in der Netzstruktur „in House“ analysiert werden können.

**Erkennen von Kurzschlüssen:** Die Erstellung des detaillierten Netzmodells mit Integration der Live-Daten hat auch zahlreiche Netzkurzschlüsse erkennen lassen, die nicht mehr notwendig sind oder in der Ausführung nicht mehr zum tatsächlichen Betrieb passen. Das Erkennen, Prüfen und Entfernen oder Optimieren dieser Kurzschlüsse gilt als wichtige und einfache Maßnahme zur Absenkung der Rücklauftemperatur.

## 2.6 Lessons Learned

Für die zentrale Aufgabe den Wärmenetzbetrieb und die Wärmeerzeugung zu optimieren, wurde die Software Leanheat ausgewählt, um thermohydraulische Simulationen von Betriebszustände, wie z.B. Druck, Durchfluss und Temperaturen durchzuführen und im Betrieb Prognosen zu erstellen. Hierzu formulierte Danfoss die konkreten Anforderungen an benötigte und optionale Daten, sowie deren Qualität und Quantität. Eine der zentralen

Herausforderungen innerhalb der gewachsenen Strukturen ist dabei das Bereitstellen aller relevanten Daten aus bereits bestehenden Stadtwerke-Systemen. Im konkreten Fall der SW Hanau waren dies

- » GIS Daten
- » Lovion Betriebsdatenmanagement (Stationsdaten, Leistungsdaten,...)
- » Verbrauchsdaten aus dem kaufmännischen System Kvasy
- » Historische Daten (LoRaWAN...)
- » Erzeugerdaten aus dem Leitsystem WinCC S7

Die SW Hanau konnte, bis auf wenige Ausnahmen, viele Daten direkt bereitstellen, da entsprechend gut geführte und gefüllte Systeme und Datenbanken vorhanden sind. Aufgrund zahlreicher Erfahrungen der SW Hanau mit datenintensiven Softwareprojekten im Stadtwerke-Kosmos wurde frühzeitig die entsprechende unternehmensweite Kapazität, auch aus IT und anderen Fachbereichen, angemeldet und vorabgestimmt.

Eine gute Vorplanung mit entsprechender Priorisierung eines solch umfassenden Projektes in der Unternehmensführung ist essenziell für einen möglichst reibungslosen Projektablauf. Die Vorhabenziele formulierte die Projektleitung klar und hielt entsprechende Anforderungen in einer Projektbeschreibung fest. Mitarbeiter aus verschiedenen Bereichen der SW Hanau bildeten das Projektteam. Projektverantwortliche übernahmen die Leitung und zeigten sich für den technischen und organisatorischen Ablauf verantwortlich. Das Projektteam erarbeitete einen Aufgabenkatalog und einen Zeitplan, den es den verschiedenen Arbeitsgruppen zuteilte. Ein regelmäßiger Jour Fixe per Teams ermöglichte allen Projektbeteiligten den ständigen Austausch, ergänzt durch einzelne Workshops in Hanau. Im Jour Fixe führte das Team eine Liste zum Projektstatus mit Verantwortlichkeiten. Das hohe Engagement im Projekt förderte schließlich die Ideenfindung für die Entwicklung einer Messwertplattform, die das Team dann verwirklichte.

Dennoch ist festzuhalten, dass ausreichend Zeit für die interne Abstimmung und Bereitstellung der benötigten Daten einzuplanen ist. Neben technischen Herausforderungen und nicht vorhersehbaren Entwicklungen des Datenbedarfs, können durch personelle Veränderungen oder kurzfristige Priorisierungen im Tagesgeschäft (bspw. zur Umsetzung von neuen Vorschriften) zu Kapazitätsengpässen und Verzögerungen führen. Auch Veränderungen bei Zugriffsrechten und Software-Updates können zu Nachbesserungsbedarf und entsprechendem Zusatzaufwand führen.

Dank der Erfahrung bei den SW Hanau konnte die Zusammenführung verschiedener Datenquellen, nach der Erstellung eines entsprechend detaillierten Aufgabenkatalogs, unkompliziert und weitestgehend planmäßig durchgeführt werden.

## 2.7 Zusammenfassung und Ausblick

Die Herausforderung der Stadtwerke Hanau war es, den Netzbetrieb auch im Hinblick auf zukünftige Herausforderungen zu verbessern. Der Wunsch nach einer strategischen Netzplanung für langfristige Szenarien zur Wärmenachfrage und Dekarbonisierung und der Abgleich mit der zukünftigen kommunalen Wärmeplanung, führte die Stadtwerke Hanau zu der Entscheidung für die Einführung eines digitalen Zwillings. Eine sehr gute Datengrundlage aus historischen und aktuellen Daten, sowie das Zusammenführen unterschiedlicher Datenquellen in ein System und die gut abgestimmte Zusammenarbeit, führten letztendlich zu einem erfolgreichen Abschluss des Projekts.

Die erfolgreiche Implementierung des digitalen Zwillings mittels LeanHeat Network markiert für die Stadtwerke Hanau einen entscheidenden Schritt auf dem Weg zum Digitalisierten Wärmekraftwerk (DWK). Mit einem digitalen Netzmodell sind die Stadtwerke Hanau nun auf die zukünftigen Herausforderungen, die eine wirtschaftliche, zukunftsorientierte und sichere Versorgung mit sich bringen, vorbereitet. Im Projekt hat sich gezeigt, dass die Ideen und die Möglichkeiten bei der Umsetzung zum DWK dazu geführt haben, weitere Tools zu entwickeln, welche anhängende Prozesse vereinfachen und einen Mehrwert bringen.

### 2.7.1 Strategische Relevanz und Netzentwicklung

Leanheat Network wird in Zukunft für die Stadtwerke Hanau ein zentrales Werkzeug zur Unterstützung der Netzentwicklung und dem Asset-Management sein und kann als intelligentes Planungstool für Wachstum, Steuerung, Regelung und Ausbauplanung in der Fernwärme eingesetzt werden.

Transformationsplan und Förderung: Zukünftig kann Leanheat Network für die technischen Nachweise bei der Erstellung des Transformationsplans genutzt werden. Gleichzeitig dient es als Werkzeug zur Beantragung von Fördermitteln, wie beispielsweise bei der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW). Um die Förderung der BEW zu nutzen, sind detaillierte Anforderungen an den Transformationsplan zu erfüllen, darunter Nachweise über Netzstruktur und Datenaufnahme, Hydraulik-Berechnung ( $\Delta p$ , Pumpen), thermische Berechnung, Temperaturabsenkung ( $\leq 95^\circ\text{C}$ ) und einiges mehr.

Netzsimulation und Dekarbonisierung: Leanheat Network kann mit seinen Funktionen entsprechend als Ergebnis Strömungen und Druckverluste im Netz, sowie den Differenzdruck an Verbrauchern und u.a. Temperatur- und Wärmeverluste, simulieren. Für die Einbindung und den Nachweis alternativer erneuerbarer Wärmeerzeuger kann Leanheat Szenarien zur Reduzierung der Vorlauftemperaturen von  $130^\circ\text{C}$  bis  $95^\circ\text{C}$  und geringer durchführen.

Wissensbasis und Notfallpläne: Leanheat kann zusätzlich für Notfallpläne und als Wissensdatenbank genutzt werden.

### **2.7.2 Operative Optimierung und Prognose**

Die Nutzung des Online Moduls führt zu einer deutlichen Verbesserung der Betriebsführung.

Prognosefähigkeit: Für das Online-Modul von Leanheat wurde ein Prognose-Tool implementiert. Somit ermöglicht es dem Betrieb, den Wärmeverbrauch einige Tage im Voraus zu bewerten, die Vorlauftemperatur zu optimieren und die Produktionseinheiten auf der Grundlage von Preis und Verfügbarkeit zu optimieren.

Wirtschaftlichkeit: Dies führt zu einer Reduzierung der Wärmeverluste in den Netzen, der Realisierung von Energieeinsparungen und einer besseren Nutzung der Erzeugungsstruktur.