



FACTSHEET

Künstliche Intelligenz in der Fernwärmeversorgung

Der Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI) in Wärmenetzen steigert die Effizienz im Betrieb von Wärmenetzen und hilft, CO₂-Einsparungspotenziale zu heben. Durch die Reduktion von Wärmeverlusten und die Optimierung der Anlageneinsatzplanung werden dabei große Klimaschutz- und Kostensenkungspotenziale erwartet. Zu dieser Feststellung kommt die Deutsche Energie-Agentur (dena) auf Basis einer Umfrage zum Stand der Digitalisierung bei Fernwärmeversorgungsunternehmen (FVU).

Mit Einzug der Digitalisierung im Energiesektor wird zunehmend auch der Einsatz digitaler Technologien im operativen Tagesgeschäft von Energieversorgungsunternehmen geprüft. In einer dena-Umfrage aus dem Jahr 2022 wurde bereits festgestellt, dass Künstliche Intelligenz eine Schlüsseltechnologie für die Energiewende darstellt.¹ Auch im Wärmesektor und insbesondere bei Wärmenetzen birgt der Einsatz von KI große Optimierungspotenziale. So können heute schon Fehlerraten bei Wärmelastprognosen deutlich reduziert werden. Mit Blick auf eine dezentrale Erzeugerstruktur im Kontext von Nieder-temperaturnetzen wird der Einsatz von KI bei der Steuerung von Erzeugungsanlagen eine wesentliche Rolle spielen. Daneben

gibt es noch viele weitere Anwendungsfälle für Künstliche Intelligenz, die heute bereits erprobt und implementiert werden. Eine Übersicht und Bewertung sowie ein Leitfaden zur Implementierung von KI werden im dena-Projekt „KI in Fernwärme“ erarbeitet.² Dazu wurde zunächst der aktuelle Stand der Digitalisierung bei FVU in einer Umfrage ermittelt. Es haben 46 Versorger teilgenommen, was etwa 10 Prozent des deutschen Marktes entspricht. Der Fokus der Umfrage lag auf der Datenerhebung, sowie der messtechnischen Ausstattung der Wärmenetze. Es wurden auch qualitative Fragen zu bereits gesammelten Erfahrungen und bewährten Herangehensweisen bei Digitalisierungsprojekten gestellt. Die Antworten dienen im

¹ <https://future-energy-lab.de/news/dena-umfrage-dena-factsheet-kuenstliche-intelligenz-in-der-energiewirtschaft/>

² <https://future-energy-lab.de/projects/ki-in-fernwaerme/>

weiteren Verlauf des Projekts als Diskussionsgrundlage in Stakeholder-Dialogen und werden als konkrete Handlungsempfehlungen publiziert.

Viele Versorgungsunternehmen haben wenig Kenntnisse über den Netzzustand

Nur gut jedes vierte Fernwärmeversorgungsunternehmen beschreibt die Kenntnisse über den eigenen Netzzustand als „gut“. Fast 50 Prozent geben an, über „schlechte“ bis „eher schlechte“ Informationen zum eigenen Netzzustand zu verfügen.

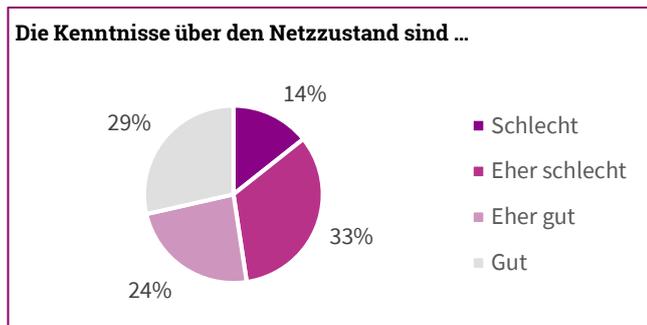


Abb. 1 Kenntnisse über Netzzustand

Die Primärseite ist messtechnisch gut erfasst, auf der Sekundärseite werden bisher wenige Daten erhoben

Die Auswertung der Datenerhebung ist unterteilt in die Bereiche Erzeugung, Verteilung und Abnahme. Gegenstand der Untersuchung sind die Erfassung verschiedener Messgrößen mit Sensorik, die Granularität der Erfassung und der zeitliche Umfang des Datenbestands.

Auf der **Erzeugungsseite** wurden die Messgrößen Vorlaufdruck, Rücklaufdruck, Netzdruckdifferenzdruck, Vorlauf- und Rücklauf-temperatur und Wärmeleistung des Netzes abgefragt. Diese sind bei mehr als 90 Prozent der Befragten durchgehend mit Sensorik ausgestattet. Etwa zwei Drittel der Befragten geben an, diese Messgrößen in Intervallen von kleiner/gleich 10 Sekunden zu erfassen. 28 Prozent der befragten FVU können auf eine Datenhistorie von mehr als 5 Jahren zurückblicken, wobei die Historie bei einem Viertel der Befragten nur bis zu einem Jahr zurückreicht.

Bei der **Verteilung** war nur die Differenzdruckmessung Gegenstand der Befragung. Diese Messgröße wird von 92 Prozent der Befragten erfasst, wobei das Intervall in 63 Prozent der Fälle kleiner/gleich 10 Sekunden beträgt. Etwa ein Drittel der Befragten sammelt diese Daten bereits seit mehr als 5 Jahren.

Bei der **Abnahmeseite** wurden Informationen zum Vorlauf- und Rücklaufdruck, zur Vorlauf- und Rücklauf-temperatur, zur Wärmeleistung der Abnahme und zum Volumenstrom abgefragt. Nur 39 Prozent der Befragten erfassen diese Messgrößen durchgehend mit Sensorik. Bei 36 Prozent der Teilnehmenden wird diese Messgröße gar nicht erfasst. 90 Prozent der FVU, die diese Messgrößen erfassen, tun dies in Intervallen kleiner/gleich 1 Minute, wobei etwas mehr als die Hälfte der Befragten in Intervallen kleiner/gleich 10 Sekunden Messwerte erheben. Etwa ein Viertel der Erhebenden sammelt diese Daten bereits zwischen 1 und 5 Jahren, niemand jedoch länger als 5 Jahre.



Abb. 2 Dauerhafte Erfassung verschiedener Messgrößen durch den Einsatz fest verbauter Sensorik

Künftige Investitionen dienen vor allem der Erfassung der Sekundärseite

Mit Blick auf die Umsetzung der Digitalisierung planen etwa zwei Drittel der FVU, ihre Investitionen in Digitalisierungsmaßnahmen zu erhöhen. Vor allem werden Investitionen in die Digitalisierung von Kundenstationen angestrebt.

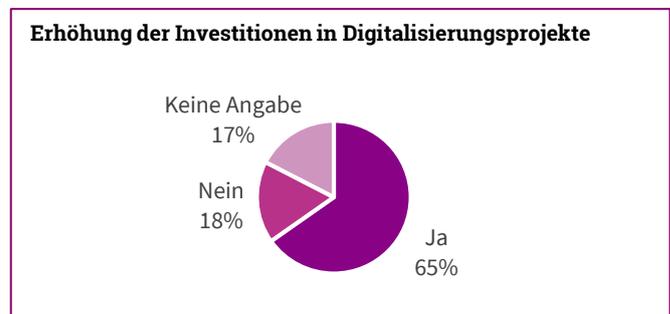


Abb. 3 Investitionen in Digitalisierungsmaßnahmen nach Bereichen

Viele FVU haben bereits erfolgreich Digitalisierungsprojekte umgesetzt

Die Erfahrungen der teilnehmenden Versorgungsunternehmen mit Digitalisierungsprojekten sind unterschiedlich. Etwas mehr als die Hälfte konnte bereits Projekte mit Bezug zur Digitalisierung umsetzen. Ein Drittel der FVU hat dagegen noch keine Erfahrung damit. Mehr als 70 Prozent der Projekte konnten die Erwartungen der Unternehmen erfüllen.

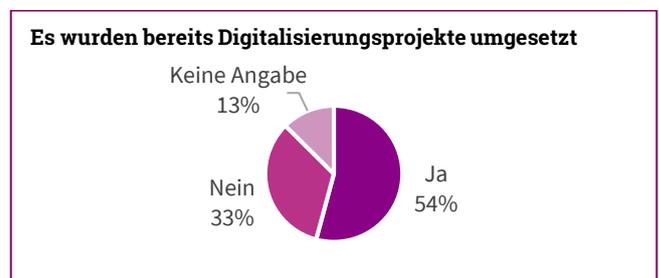


Abb. 4 Umsetzung von Digitalisierungsprojekten

Die Reduktion der Wärmeverluste und die Optimierung des Anlageneinsatzes weisen große Optimierungspotenziale bei leichter Umsetzungsschwierigkeit auf

In der Befragung konnten FVU verschiedene Verbesserungspotenziale identifizieren. Mehrfachnennungen waren möglich. 88 Prozent der FVU sehen Optimierungsmöglichkeiten in der Reduktion von Wärmeverlusten im Netzbetrieb. Etwa Zwei

Drittel aller Teilnehmenden schätzen den Anlageneinsatz als verbesserungsfähig ein. Mit 63 Prozent ordnen etwas weniger der Befragten der Identifikation von und dem Umgang mit Schlechtpunkten ein Verbesserungspotenzial zu. Hydraulische Engpässe wurden von 58 Prozent der FVU als Verbesserungspotenzial identifiziert. 54 Prozent haben Verbesserungspotenzial bei den Kenntnissen zu den eigenen Netzkapazitäten identifiziert.



Abb. 5 Verbesserungspotenziale und Umsetzungsschwierigkeit

Im Anschluss an die Identifikation von Verbesserungspotenzialen waren die Teilnehmenden aufgefordert, diese nach der jeweiligen Umsetzungsschwierigkeit von *leicht* nach *schwer* zu bewerten. Eine Reduktion der Wärmeverluste, im Vorhinein nahezu einstimmig als Verbesserungspotenzial identifiziert, wird als am leichtesten umsetzbar eingestuft. Auf Rang zwei und drei folgen die Optimierung des Anlageneinsatzes und der Umgang mit Schlechtpunkten³. Mit einer mittleren Umsetzungsschwierigkeit wurde die Identifikation von und der Umgang mit Leckagen und hydraulischen Engpässen bewertet. Als schwierig umzusetzen gelten eine Verbesserung der Kenntnisse über die Netzkapazitäten und eine Reduktion der Druckverluste. Während etwa die Hälfte der FVU Kenntnisse über die Netzkapazitäten als Verbesserungspotenzial identifiziert haben, wird eine tatsächliche Verbesserung als schwer zu realisieren bewertet.

Die meisten FVU bevorzugen eine kabelgebundene Kommunikationsinfrastruktur

Als Kommunikationsinfrastruktur wird mit 75 Prozent vorwiegend eine kabelgebundene Datenübertragung genutzt. Auch

Mobilfunk wie beispielsweise das LTE-Netz wird von mehr als der Hälfte der FVU genutzt. Bei etwas weniger als der Hälfte aller befragten FVU kommen LPWAN-Technologien (Low Power Wide Area Network) zum Einsatz, wie zum Beispiel das LoRaWAN. Bei dieser Frage waren Mehrfachnennungen möglich.

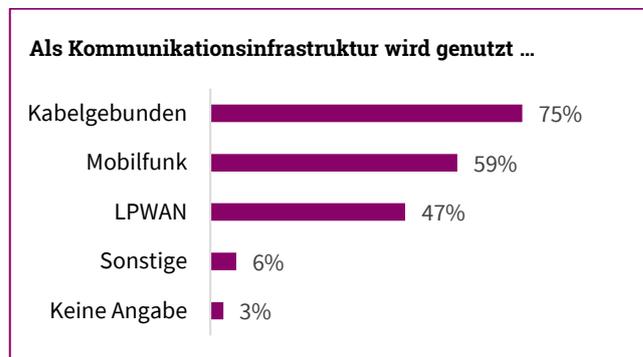


Abb. 6 Verwendete Kommunikationsinfrastruktur

Viele FVU befinden sich in einem digitalen Transformationsprozess

Eine digitale Messtechnikinfrastruktur ist ein Bestandteil im Betrieb moderner Wärmenetze. Jedes befragte FVU hat sich mit diesem Thema beschäftigt. Bei beinahe allen ist die Digitalisierung noch nicht abgeschlossen. Viele FVU setzen auf die Installation fernauslesbarer Mess-, Steuer- und Regelungstechnik. Zielstellung ist in der Regel die Steigerung der Energieeffizienz und eine damit einhergehende finanzielle Optimierung des Gesamtsystems. Eine klassische Anwendung heute ist die Nutzung im Netz verteilter Differenzdruckmessungen zur effizienten, das heißt lastabhängigen Regelung der Wärmenetzpumpen. Die Ergebnisse zeigen, dass derart **konkrete Anwendungen bereits flächendeckend** und mit hoher Datenqualität umgesetzt werden. Es zeigt sich auch, dass heute eingesetzte, konkrete Anwendungen in der Regel im „Hoheitsgebiet“ der FVU liegen, das heißt **im Bereich der Wärmeerzeugung und -verteilung**.

Dort, wo **weniger konkrete Anwendungsfälle** bestehen und der Anlagenzugang für das FVU beschränkt ist (häufig **beim Verbrauch**), ist die Digitalisierung der Messtechnik weniger weit fortgeschritten. Hier zeigen sich auch die größten Unterschiede zwischen den FVU. Während einige bereits flächendeckend verbrauchs-basierte Daten in hoher Auflösung vorhalten (und auch nutzen), werden diese bei anderen FVU nicht kontinuierlich und in niedrigeren Intervallen erhoben. Grundsätzlich kann man von der Annahme ausgehen, dass KI-Modelle präzisere Ergebnisse liefern, je höher die Trainingsdaten aufgelöst sind. Welche Granularität mindestens erforderlich ist, lässt sich nicht allgemeingültig beantworten, sondern muss individuell für jeden Anwendungsfall und der erstrebten Präzision der Modelle evaluiert werden.

Dies ist grundsätzlich nachvollziehbar, da **in der Vergangenheit** eine **jährliche Verbrauchsabrechnung** ausreichend war und

³ Als Schlechtpunkt wird der Netzabschnitt mit dem geringsten Differenzdruck zwischen Vor- und Rücklauf bezeichnet. In diesem Bereich treten am häufigsten Versorgungsengpässe auf.

die Energiezentralen auch ohne genaue Kenntnis des gesamten Netzbereichs betrieben werden konnten. Mit der Verordnung über die Verbrauchserfassung und Abrechnung bei der Versorgung mit Fernwärme und Fernkälte (FFVAV) ändert sich dies insofern, als dass **neu installierte Messeinrichtungen fernauslesbar sein müssen** und dass den Fernwärme-Kundinnen und -Kunden eine **monatliche Verbrauchsabrechnung** bereitgestellt werden muss.

Die Ergebnisse der Umfrage zeigen aber auch, dass die FVU noch daran arbeiten, die Voraussetzungen der FFVAV und andere Digitalisierungsziele zu erfüllen. Sie befinden sich mitten in einem **(digitalen) Transformationsprozess**. In diesem Prozess entstehen neue Akteure: Innovatorinnen und Innovatoren, die sich auf die Auswertung und Analyse von Daten aller Art spezialisiert haben - mit dem Ziel, Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung aufzudecken und zu nutzen.

FVU erhoffen sich von der Digitalisierung im Wesentlichen Effizienzsteigerungen, die durch gezielte Optimierungen im laufenden Betrieb erreicht werden können. Dafür sind jedoch hoch aufgelöste Messdaten erforderlich. Zeitgleich zeigt sich, dass gesetzliche Standards wie die FFVAV hingegen nur die Erfassung grob aufgelöster, monatlicher Verbrauchsdaten fordern.

Um die Verbreitung fernauslesbarer Sensorik auch auf der Verbrauchsseite zu steigern, müssen die Anwendungsfälle konkreter ausgearbeitet und verfügbar gemacht werden. Neben einigen Ausnahmen wie zum Beispiel einer Rücklauftemperatur- bzw. Temperaturspreizungsanalyse sind aber **heute nur wenige konkrete Anwendungsfälle bereits in der Nutzung**.

Die dena analysiert deshalb den Markt und schätzt den Nutzen einiger Anwendungsfälle ein. Das Projekt „KI in Fernwärme“ untersucht die Datenlage eines spezifischen Wärmenetzes und evaluiert dessen Potenzial im Hinblick auf den Einsatz von Datenanalysemethoden. Im Projektverlauf werden mithilfe der Ergebnisse dieser Umfrage unterschiedliche Anwendungsfälle ausgewählt und hinsichtlich ihrer Implementierung mittels datenbasierter Algorithmik untersucht. Ziel ist es, die Digitalisierung in der Branche im Sinne der Energiewende voranzutreiben.

Konkret wird derzeit ein grundlegender Anwendungsfall entwickelt, in dem **KI-basierte Verbrauchsdatenanalysen** dabei helfen sollen, zu jedem Zeitpunkt das wirtschaftlichste und/oder ökologischste Erzeugerportfolio auszuwählen. Mittels Prognosen werden Anlagenfahrpläne erstellt, die von den Erzeugungsanlagen abgefahren werden. Dieser Anwendungsfall wurde in der Umfrage als **wichtig und gleichzeitig einfach umsetzbar** eingeschätzt.

Das Projekt hat auch gezeigt, dass es Innovatorinnen und Innovatoren noch an einer geeigneten **Datenbasis mit zuverlässigen Messdaten fehlt**. Nur auf dieser Grundlage können die entsprechenden wirtschaftlichen Anwendungsfälle entwickelt werden, die aus Sicht der FVU Investitionen in die Digitalisierung der Fernwärmeinfrastruktur rechtfertigen.

Mithilfe der bisherigen Projekterkenntnisse und der durchgeführten Umfrage können **Handlungsempfehlungen** für Innovatorinnen und Innovatoren und für FVU gegeben werden, um die Branche im Bereich Digitalisierung voranzubringen:

- FVU sollten bereits **jetzt in geeignete fernauslesbare Messtechnik investieren**, um eine solide Datengrundlage für KI-Anwendungen zu schaffen. Je weiter die Daten in ausreichender Granularität zurückreichen, desto besser können KI-Modelle trainiert werden.
- Es braucht **Personen und Firmen**, die mit diesen Daten arbeiten. Die Auswertung von Sensorik und Nutzung von Daten müssen fokussiert werden. So können Innovationen entstehen, die zu einem effizienteren Betrieb führen.
- Daten müssen **leichter zugänglich** sein. Die Bereitstellung von standardisierten Schnittstellen an existierenden Datenbanken erleichtern den automatisierten Abruf von Daten. Durch den **Einsatz von Datenräumen**, wie im Projekt „dena-ENDA“, kann ein sicherer und transparenter Zugriff auf Daten durch die Implementierung einer **Datengovernance** ermöglicht werden.
- Sensorik muss zu einer **Kostensenkung** führen, um ihren Einsatz zu rechtfertigen. Innovationstreiber müssen Technologien entwickeln, die zunächst auch mit einer **limitierten bzw. variierenden Datenbasis** umgehen können und basierend darauf einen **Mehrwert** liefern.
- Die Entwicklung spezifischer, nicht übertragbarer Lösungen sollte, soweit möglich, vermieden werden. Dort, wo es möglich ist, sollten **Branchen-Standards** geschaffen werden. Für einige Anwendungen gibt es keine „One size fits all“-Lösung.

Die Umfrage hat gezeigt, dass viele FVU bereits positive Erfahrungen mit dem digitalen Transformationsprozess gemacht haben, obwohl dieser in den meisten Fällen noch nicht abgeschlossen ist. Dennoch werden von den meisten Befragten weitere Verbesserungspotenziale gesehen und als erreichbar eingeschätzt. Das Potenzial der Digitalisierung wird demnach auch bei fortgeschrittenen FVU als hoch eingeschätzt. Bei FVU, die sich am Anfang des Transformationsprozess befinden, ist es dementsprechend noch höher.



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

Die Veröffentlichung dieser Publikation erfolgt im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz. Die Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) unterstützt die Bundesregierung in verschiedenen Projekten zur Umsetzung der energie- und klimapolitischen Ziele im Rahmen der Energiewende.

KONTAKT

Marius Dechand
Experte Digitale Technologien

Tel.: +49 (0)30 66 777-258
E-Mail: marius.dechand@dena.de

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)
Chausseestraße 128 a
10115 Berlin

www.dena.de | www.future-energy-lab.de

Stand 06/2023
Alle Rechte sind vorbehalten. Die Nutzung steht unter dem Zustimmungsvorbehalt der dena.