



FACTSHEET

Künstliche Intelligenz bei Fernwärmeversorgungsunternehmen

Der Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI) in Wärmenetzen kann die Effizienz im Betrieb von Wärmenetzen steigern und damit helfen, CO₂-Einsparungspotenziale zu heben. Durch die Reduktion von Wärmeverlusten und die Optimierung der Anlageneinsatzplanung werden dabei große Verbesserungspotenziale 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 die Fehlerraten bei Wärmelastprognosen deutlich reduziert werden. Mit Blick auf eine dezentrale Erzeugerstruktur im Kontext von Wärmenetzen der vierten Generation 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 sollen im dena-Projekt „KI in Fernwärme“ erarbeitet werden.² Dazu wurde zunächst der aktuelle Stand der Digitalisierung bei den FVU in einer Umfrage ermittelt. Es haben 35 Versorger teilgenommen, was etwa 8 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

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/>

bei Digitalisierungsprojekten gestellt. Die Antworten dienen im 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“. 50 Prozent geben an, über „schlechte“ bis „eher schlechte“ Informationen zum eigenen Netzzustand zu verfügen.

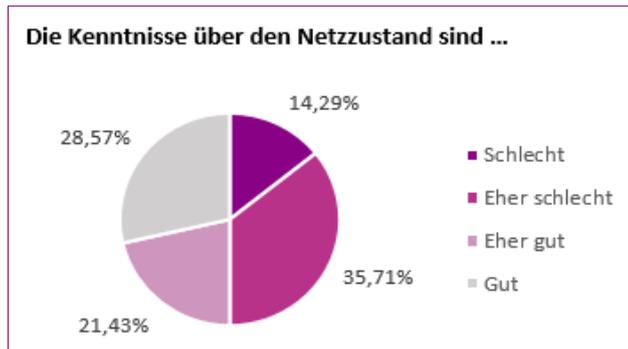


Abb. 1 Kenntnisse über Netzzustand, n = 14

Die Primärseite ist messtechnisch gut erfasst, auf der Sekundärseite werden bisher weniger 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, Netzdifferenzdruck, Vorlauftemperatur, Rücklauftemperatur und Wärmeleistung des Netzes abgefragt. Diese sind bei mehr als 90 Prozent der Befragten durchgehend mit Sensorik ausgestattet. Etwa drei Viertel der Befragten geben an, diese Messgrößen in Intervallen von kleiner/gleich 10 Sekunden zu erfassen. Knapp 30 Prozent der befragten FVU können auf eine Datenhistorie von mehr als 5 Jahren zurückblicken, wobei die Historie bei etwa der Hälfte der Befragten nur bis zu einem Jahr zurückreicht.

Bei der **Verteilung** war nur die Differenzdruckmessung Gegenstand der Befragung. Diese Messgröße wird von 94 Prozent der Befragten erfasst, wobei das Intervall in 63 Prozent der Fälle kleiner/gleich 10 Sekunden beträgt. Etwa die Hälfte der Befragten sammelt diese Daten bereits seit mehr als 5 Jahren.

Bei der **Abnahmeseite** wurden Informationen zum Vorlauf- und Rücklaufdruck, zur Vorlauf- und Rücklauftemperatur, zur Wärmeleistung der Abnahme und zum Volumenstrom abgefragt. Nur etwas weniger als die Hälfte der Befragten erfassen diese Messgrößen durchgehend mit Sensorik, die andere Hälfte erfasst sie gar nicht. Alle FVU, die diese Messgrößen erfassen, tun dies in niedrigen Intervallen kleiner/gleich 1 Minute, wobei 80 Prozent der Befragten in Intervallen kleiner/gleich 10 Sekunden

den Messwerte erheben. Etwa die Hälfte der Erhebenden sammelt diese Daten bereits zwischen 1 und 5 Jahren, niemand jedoch länger als 5 Jahre.

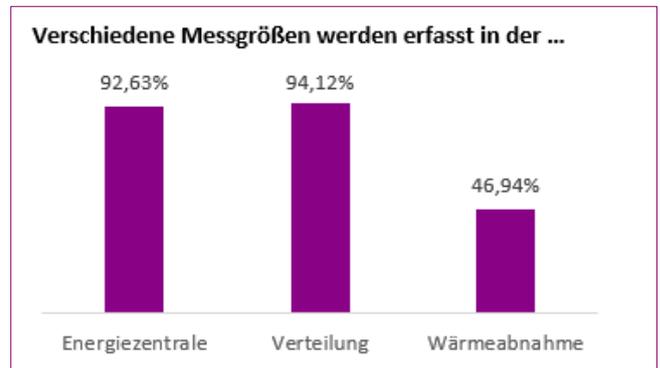


Abb. 2 Erfassung verschiedener Messgrößen durch Sensorik, n = 14

Künftige Investitionen dienen vor allem der Erfassung der Sekundärseite

Mit Blick auf die Umsetzung der Digitalisierung planen mehr als die Hälfte der FVU, ihre Investitionen in Digitalisierungsmaßnahmen zu erhöhen. Vor allem werden Investitionen in die Digitalisierung von Kundenstationen angestrebt.

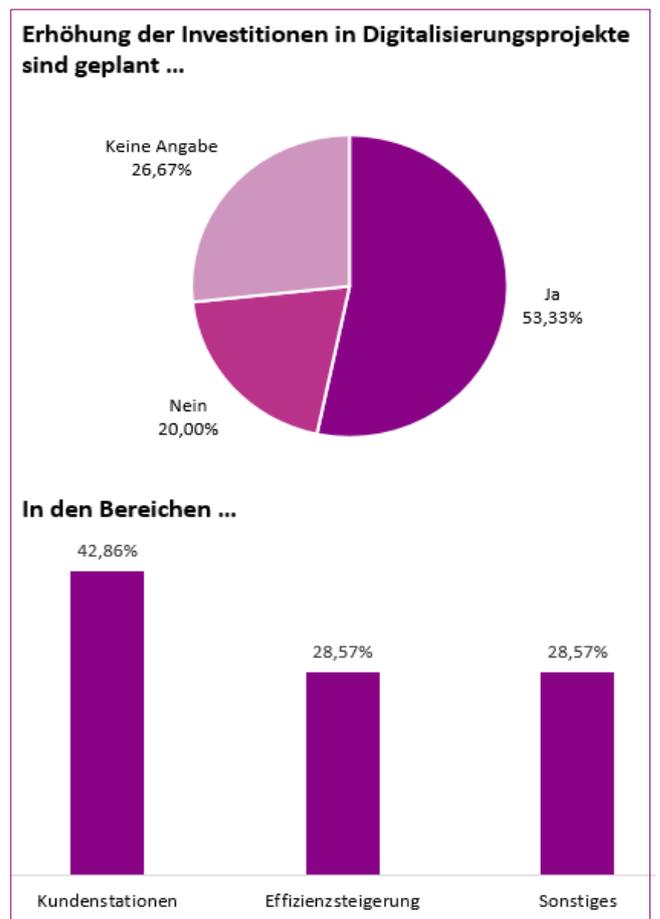


Abb. 3 Investitionen in Digitalisierungsmaßnahmen nach Bereichen, n = 15

Viele FVU haben bereits erfolgreich Digitalisierungsprojekte umgesetzt

Die Erfahrungen der teilnehmenden Versorgungsunternehmen mit Digitalisierungsprojekten sind unterschiedlich. Knapp 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.

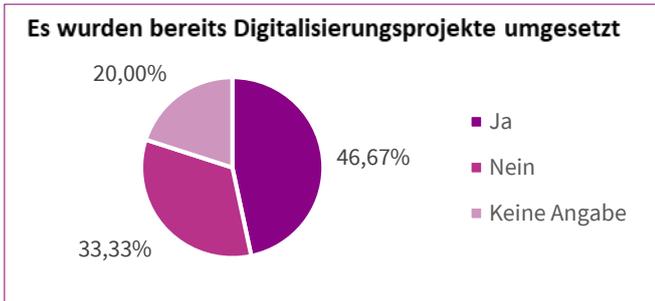


Abb. 4 Umsetzung von Digitalisierungsprojekten, n = 15

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

In der Befragung konnten die FVU verschiedene Verbesserungspotenziale identifizieren. Mehrfachnennungen waren möglich. Über 93 Prozent der FVU sehen Optimierungsmöglichkeiten in der Reduktion von Wärmeverlusten im Netzbetrieb. Zwei Drittel haben Verbesserungspotenzial bei den Kenntnissen zu den eigenen Netzkapazitäten identifiziert. Mehr als die Hälfte aller Teilnehmenden schätzen den Anlageneinsatz sowie die Identifikation und den Umgang mit Leckagen und Schlechtpunkten als verbesserungsfähig ein. Hydraulische Engpässe wurden von 47 Prozent der FVU als Verbesserungspotenzial identifiziert. Jedes fünfte Unternehmen bewertet die Reduktion von Druckverlusten als ausbaufähig.

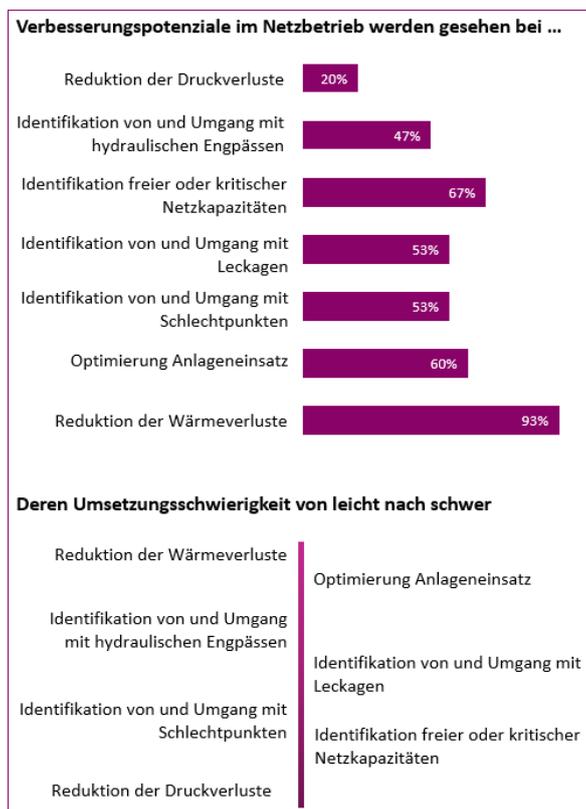


Abb. 5 Verbesserungspotenziale und Umsetzungsschwierigkeit, n = 15

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 hydraulischen Engpässen. Mit einer mittleren Umsetzungsschwierigkeit wurde die Identifikation von und der Umgang mit Leckagen und Schlechtpunkten bewertet. Als schwierig umzusetzen gelten eine Verbesserung der Kenntnisse über den eigenen Netzzustand und eine Reduktion der Druckverluste. Während zwei Drittel der FVU die Kenntnisse über das eigene Netz als Verbesserungspotenzial identifiziert haben, wird eine tatsächliche Verbesserung als schwer zu realisieren bewertet.

Die meisten FVU bevorzugen eine kabelgebundene Kommunikationsinfrastruktur

Als Kommunikationsinfrastruktur wird mit 81 Prozent vorwiegend eine kabelgebundene Datenübertragung genutzt. Auch Mobilfunk wie beispielsweise das LTE-Netz wird von mehr als der Hälfte der FVU genutzt. Bei nur etwa 30 Prozent aller befragten FVU kommen LPWAN-Technologien (Low Power Wide Area Network) zum Einsatz, wie zum Beispiel das LoRaWAN. Das 450-MHz-Frequenzband wird eher selten genutzt, nämlich bei 14 Prozent der Teilnehmer. Bei dieser Frage waren Mehrfachnennungen möglich.

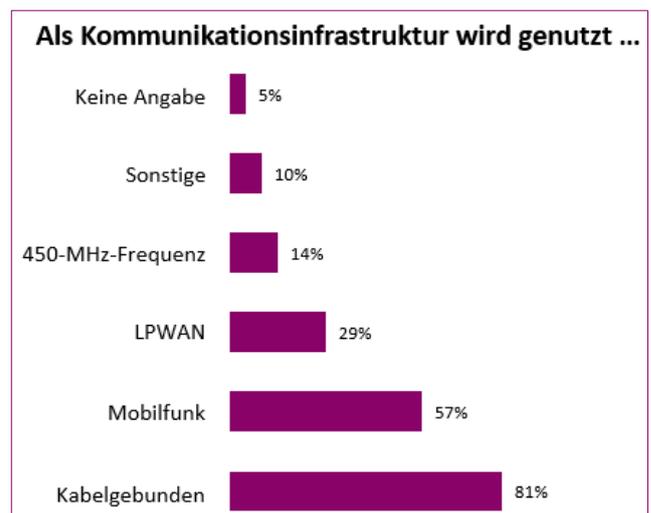


Abb. 6 Verwendete Kommunikationsinfrastruktur, n = 21

Viele FVU befinden sich in einem digitalen Transformationsprozess, was als Chance verstanden werden kann, gute Voraussetzungen zur Erhebung von Daten und ihrer Auswertung zu schaffen

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 Effizienzsteigerung. 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), ist die Datengrundlage bei anderen FVU lückenhaft und grob aufgelöst.

Dies ist grundsätzlich nachvollziehbar, da in der Vergangenheit eine jährliche Verbrauchsabrechnung ausreichend war und die Energiezentralen auch ohne genaue Kenntnis des gesamten Netzbereichs betrieben werden können. 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 – Innovatoren, die sich auf die Auswertung und Analyse von Daten aller Art spezialisiert haben, mit dem Ziel, Effizienzsteigerungsmöglichkeiten aufzudecken und zu nutzen.

Die Fernwärmenetzbetreiber stehen hier vor einem Dilemma. Die Umfrage zeigt, dass sich FVU von der Digitalisierung im Wesentlichen Effizienzsteigerungen erhoffen, 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 ausentwickelt und verfügbar gemacht werden. Neben einigen Ausnahmen wie zum Beispiel einer Rücklauf temperatur- bzw. Temperaturspreizungsanalyse sind aber heute nur wenige konkrete Anwendungsfälle bereits in der Nutzung.

Die dena unternimmt Schritte, um das Daten-Innovationsdilemma aufzulösen. Das Projekt „KI in Fernwärme“ untersucht gemeinsam mit der Ener-IQ GmbH 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 voranzutreiben.

Konkret wird derzeit ein grundlegender Anwendungsfall entwickelt, bei 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 aber auch gezeigt, dass es Innovatoren zurzeit noch an einer geeigneten Datenbasis mit zuverlässigen, rauscharmen 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 die Innovatoren und für die FVU gegeben werden, um die Branche im Bereich Digitalisierung voranzubringen:

- Mehr Daten führen nicht automatisch zu mehr Kenntnissen. Es braucht Personen und Firmen, die mit diesen neuen Daten arbeiten. Das Auswerten von Sensorik und Nutzen von Daten müssen fokussiert werden. Nur so können Innovationen entstehen, die zu einem effizienteren Betrieb führen.
- Daten müssen freier verfügbar sein. Je mehr Daten zur Verfügung stehen, desto besser können zum Beispiel KI-Modelle trainiert werden. Der Fokus auf ein Netz oder auf Teilbereiche ist nicht ausreichend.
- Mehr Aufwand bei der Sensorik muss zu einer Kostensenkung führen, um den Einsatz von Sensorik zu rechtfertigen und Fernwärme als attraktive Form der Wärmeversorgung zu erhalten.
- Die Innovationstreiber müssen daher Technologien und Tools entwickeln, die mit einer limitierten bzw. variierenden Datenbasis umgehen können. Dies ist wichtig, um einen Transfer von Innovationen innerhalb der Branche zu erleichtern. Die Entwicklung spezifischer, nicht übertragbarer Lösungen muss, soweit möglich, vermieden werden.



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 1/2023 | Alle Rechte sind vorbehalten. Die Nutzung steht unter dem Zustimmungsvorbehalt der dena.