

Das Fraunhofer Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik (IEE)

Forschung für die Transformation der Energiesysteme

14. Forum Energie 2026, 21.-23. September 2026, Clausthal-Zellerfeld

Dr. Anna Cadenbach, Abteilungsleitung Thermische Energiesystemtechnik, Fraunhofer IEE, Kassel



1

Wir gestalten die Energiewende

Innovationen für eine sichere, bezahlbare
und nachhaltige Energieversorgung



Prof. Dr.
Martin Braun
Institutsleiter



Dr.
Dr. Reinhard
Mackensen
Stellv. Institutsleiter



2

Campus Kassel



7.600 qm Nutzfläche,
320 Büroarbeitsplätze
Seminar-, Workshop-, Projekträume

Technikum:

- Netzbetriebs- und -planungslabor
- Mittelspannungs- und HIL-Labor
- Leistungselektronik- und Stromrichterlabor
- Windmesslabor
- Elektrochemielabor
- Erneuerbare-Gase-Labor
- Wärmenetze-Labor

3

05.10.2026

© Fraunhofer

Fraunhofer
IEE

3

Forschungsschwerpunkte Übersicht

Netzplanung und Netzbetrieb

Netzstabilität und
Stromrichtertechnik

Energieverfahrenstechnik und -
speicher

Thermische
Energietechnik



Energieinformatik

Energiewirtschaft und
Systemanalyse

Energiemeteorologie und
Geoinformationssysteme

4

05.10.2026

© Fraunhofer

Fraunhofer
IEE

4

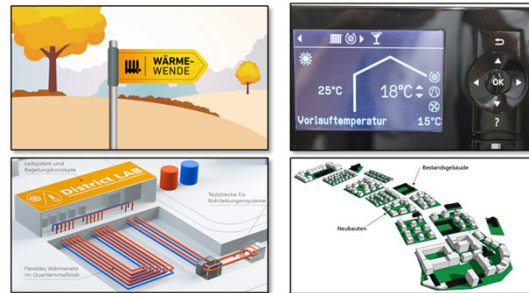
Forschung thermische Energiesystemtechnik

Forschung für die Transformation der thermischen Energiesysteme

Die Abteilung befasst sich mit der innovativen, energieeffizienten, umweltfreundlichen und wirtschaftlichen thermischen Energieversorgung von Gebäuden, Quartieren und Städten sowie der Industrie

Die Abteilung fokussiert auf technische Maßnahmen zur Dekarbonisierung, Transformation, Flexibilisierung sowie Digitalisierung der Wärmeversorgung

- Fokus Wärmepumpen, thermische Netze, Abwärme in Gebäuden, Quartieren und Städten sowie Industrie
- Konzeptionierung regionale Energieversorgung (Planerische, Rechtlich, Akzeptanz, Anreize)
- Berechnung und Simulation der thermischen Versorgung
- Gebäudeautomation, Anlagenbetrieb im Quartier und im Gebäude (inkl. Flexibilisierung)
- Digitalisierung der (Fern-)wärme
- Experimentelle Untersuchungen thermische Energieversorgung



5

05.10.2026

© Fraunhofer IEE

Fraunhofer
IEE

5

Herausforderungen für die Umsetzung der Wärmewende

Was muss passieren? Ausgangslage und Strategische Ziele der Wärmewende

Gebäudewärme stellt aufgrund der Größe und der Langlebigkeit der Infrastrukturen eine zentrale Herausforderung und einen entscheidenden Hebel für Klimaschutzmaßnahmen dar!

- **Gebäudesektor als zentraler Hebel:** 34 % Endenergie (85 % fossil). Langlebige Infrastruktur: Entscheidungen heute prägen 2045!.
- **Effizienz als tragende Säule:** Der zentrale Ansatzpunkt für Klimaschutz im Gebäudebestand.



6

05.10.2026

© Fraunhofer IEE

Fraunhofer
IEE

6

Herausforderungen für die Umsetzung der Wärmewende

Was muss passieren? Ausgangslage und Strategische Ziele der Wärmewende



Gebäudewärme stellt aufgrund der Größe und der Langlebigkeit der Infrastrukturen eine zentrale Herausforderung und einen entscheidenden Hebel für Klimaschutzmaßnahmen dar!

- **Gebäudesektor als zentraler Hebel:** 34 % Endenergie (85 % fossil). Langlebige Infrastruktur: Entscheidungen heute prägen 2045!.
- **Effizienz als tragende Säule:** Der zentrale Ansatzpunkt für Klimaschutz im Gebäudebestand.
- **Lösungsansätze:**
 - **Wärmepumpen:** Leittechnologie für den dezentralen, klimaneutralen Gebäudebestand stärken.
 - **Wärmenetze:** Kommunale Wärmeplanung beschleunigen und Netze bedarfsgerecht ausbauen.
- **Rahmenbedingungen:** Marktanreize setzen, gesellschaftliche Akzeptanz durch Technologieoffenheit erhöhen und das Handwerk stärken.



7

05.10.2026

© Fraunhofer IEE

Fraunhofer
IEE

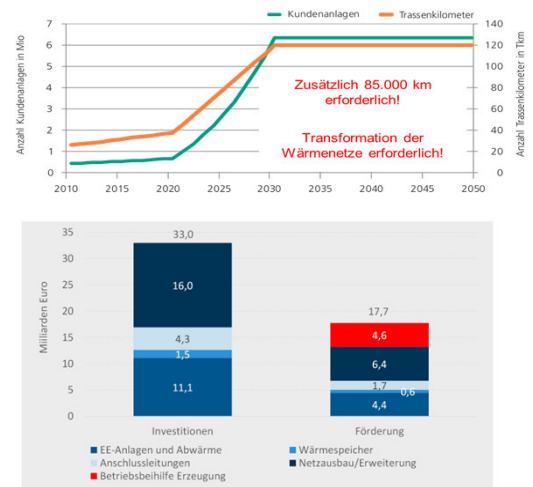
7

Fernwärme – Rückgrat der urbanen Defossilisierung

Vom fossilen Großkraftwerk zum grünen, verbraucherfreundlichen Infrastrukturnetz bis 2045

Großes Marktpotenzial

- Anteil an der gesamten Wärmenachfrage: heute rund 10 %, Potenzial bis 2045: knapp 48 %
- Bis zu 20 Mio. Wohnungen könnten bis 2045 mit Fernwärme erreichbar sein.
- Schnellster Hebel: 4,6 Mio. Wohnungen liegen bereits direkt an bestehenden Trassen.



8

05.10.2026

© Fraunhofer IEE

Fraunhofer
IEE

8

Fernwärme – Rückgrat der urbanen Defossilisierung

Vom fossilen Großkraftwerk zum grünen, verbraucherfreundlichen Infrastrukturnetz bis 2045

Großes Marktpotenzial

- Anteil an der gesamten Wärmenachfrage: heute rund 10 %, Potenzial bis 2045: knapp 48 %
- Bis zu 20 Mio. Wohnungen könnten bis 2045 mit Fernwärme erreichbar sein.
- Schnellster Hebel: 4,6 Mio. Wohnungen liegen bereits direkt an bestehenden Trassen.

Ausbau weiterhin beschleunigen

- Studien prognostizieren einen Wärmenetzanteil von 30–37 % bis 2030.
- Dafür ist ein 6- bis 7-fach höheres Ausbautempo erforderlich.
- Ziel: 45 % erneuerbare Energien in der Fernwärmeerzeugung bis 2030.
- Investitionsbedarf: rund 33 Mrd. € (z.B. BEW-Programm), davon 16 Mrd. € für Ausbau und Neubau von Wärmenetzen.



9

05.10.2026

© Fraunhofer IEE

Fraunhofer
IEE

9

Fernwärme wird zur flexiblen Energieplattform

Von zentral und fossil ... zu multivalent, erneuerbar und digital

Wärmequellen der Zukunft

- Unvermeidbare Abwärme aus Industrie, Rechenzentren und Gewerbe
- Großwärmepumpen und erneuerbarer Strom
- Solarthermie
- Thermische Speicher
- Flexible KWK zur Absicherung von Restlasten

Netze und Betrieb transformieren

- Niedrigere Netz- und Rücklauftemperaturen
- Netze der 4. und 5. Generation, perspektivisch „kalte Nahwärme“
- Dezentrale Einspeisung und Sektorkopplung
- Intelligente, prognosebasierte Regelung und Digitalisierung



Fossiles Wärmenetz

- Analyse des Bestandsnetzes
- Umsetzbarkeit prüfen
- Softwaregestützte (ggf. exp.) Optimierung
- Ergebnisbewertung



Defossilisiertes Wärmenetz

© DBFZ 2019, Heike Gebhardt, created with: icograms.com

10

05.10.2026

© Fraunhofer IEE

10

Fernwärme wird zur flexiblen Energieplattform

Von zentral und fossil ... zu multivalent, erneuerbar und digital

Wärmequellen der Zukunft

- Unvermeidbare Abwärme aus Industrie, Rechenzentren und Gewerbe
- Großwärmepumpen und erneuerbarer Strom
- Solarthermie
- Thermische Speicher
- Flexible KWK zur Absicherung von Restlasten

Netze und Betrieb transformieren

- Niedrigere Netz- und Rücklauftemperaturen
- Netze der 4. und 5. Generation, perspektivisch „kalte Nahwärme“
- Dezentrale Einspeisung und Sektorenkopplung
- Intelligente, prognosebasierte Regelung und Digitalisierung

Fernwärme entwickelt sich vom Verteilnetz zu einem intelligent gesteuerten Energiesystem.



Fossiles Wärmenetz

Analyse des Bestandsnetzes

Umsetzbarkeit prüfen

Softwaregestützte (ggf. exp.) Optimierung

Ergebnisbewertung



Defossilisiertes Wärmenetz

© DBFZ 2019, Helke Gebhardt, created with: iogram.com

11

05.10.2026

© Fraunhofer IEE

Fernwärme wird zur flexiblen Energieplattform

Von zentral und fossil ... zu multivalent, erneuerbar und digital

Wärmequellen der Zukunft

- Unvermeidbare Abwärme aus Industrie, Rechenzentren und Gewerbe
- Großwärmepumpen und erneuerbarer Strom
- Solarthermie
- Thermische Speicher
- Flexible KWK zur Absicherung von Restlasten

Netze und Betrieb transformieren

- Niedrigere Netz- und Rücklauftemperaturen
- Netze der 4. und 5. Generation, perspektivisch „kalte Nahwärme“
- Dezentrale Einspeisung und Sektorenkopplung
- Intelligente, prognosebasierte Regelung und Digitalisierung

Fernwärme entwickelt sich vom Verteilnetz zu einem intelligent gesteuerten Energiesystem.



Wärmeverorgung des Gebäudesektor • Neubau und Transformation hocheffizienter Wärmenetze

Neubau und Transformation hocheffizienter Wärmenetze im Kontext der Dekarbonisierung und Flexibilisierung unserer Energiesysteme



Fraunhofer IEE
Dr. Anna Maria Grottel
Leitung des Bereichs Gebäudesektor

CAE
Dr. Ingrid Witten
Leitung des Bereichs
Wärmeversorgungsnetze

DBFZ
Helke Gebhardt

Fraunhofer IEE
Dr. Ingrid Witten
Leitung des Bereichs
Wärmeversorgungsnetze

IGW
Dr. Ingrid Witten
Leitung des Bereichs
Wärmeversorgungsnetze

Wuppertal Institut
Dr. Ingrid Witten
Leitung des Bereichs
Wärmeversorgungsnetze

Fernwärme (FW) spielt aufgrund ihres Potentials zur effizienten Integration erneuerbarer Energien (EE) und Abwärme eine entscheidende Rolle für die Umsetzung der Wärmewende. Im Rahmen dieses Beitrags werden Herausforderungen, Maßnahmen und Trends sowie Prognoseperspektiven für die künftige Fernwärmeversorgung beleuchtet.

Status Quo und aktuelle Herausforderungen bei der leistungsbegleitenden Wärmeversorgung

Bi 2030 verpflichtet sich die Bundesregierung im novellierten Klimaschutzplan die Treibhausgas-Emissionen um 65 % gegenüber 1990 zu reduzieren. Bis 2045 soll die Treibhausgasneutralität erreicht werden [1].

Auf den Gebäudesektor entfallen für Raumwärme und Trinkwasser ca. 34 % des Endenergieverbrauchs [3]. Dieser Sektor stellt aufgrund seiner Größe sowie der Langzeitigkeit der Infrastrukturen eine zentrale Herausforderung und einen entscheidenden Hebel zur Umsetzung der Wärmewende dar. Die Bereitstellung der Wärme basiert derzeit bis zu 85 % auf fossilen Brennstoffen [2]. Aktuell werden rund 14 % der Gebäude mit Fernwärme versorgt, dabei handelt es sich im Wesentlichen um urbane Systeme im verdichteten Raum, welche zu 19 % auf EE basieren [4–6]. Derzeitige Entwicklungen zeigen eher zurückhaltende Neubaupraktiken und kleinteilige Transformationsmaßnahmen. Die Zurückhaltung ist häufig auf technologische und wirtschaftliche aber auch auf rechtliche Restriktionen zurückzuführen [8].

Maßnahmen zur Dekarbonisierung, Transformation, Flexibilisierung sowie Digitalisierung der Fernwärme

Neben dem vermehrten Einsatz von z.B. Wärmepumpen und der Umsetzung weiterführender Effizienzmaßnahmen, gilt die Fernwärme als ein Schlüssel für die erfolgreiche Umsetzung der Wärmewende [9]. Für eine zukunftsorientierte und umweltfreundliche leistungsbegleitende Wärmeversorgung existieren verschiedene Maßnahmen.

Die Dekarbonisierung ist eine zentrale Maßnahme für eine klimagerechte Energieversorgung. Im Allgemeinen hängt die erfolgreiche Dekarbonisierung der Wärmebereitstellung von gebäude- und netzseitigen Maßnahmen (z.B. Sanierung von Heizung und Dämmung) sowie der vermehrten Integration von EE und Abwärme ab. Vor dem Hintergrund der Transformation ist eine Umstellung der Netz- und Erzeugenstrukturen zu Gunsten der Einbindung von EE und Abwärme unter Berücksichtigung der dezentralen Wärmeversorgung sowie der Kopplungspotenziale der Sektoren erforderlich [8]. Die Umstellung, aber auch der Neubau von thermischen Netzen erfordern den Einsatz neuer Betriebsstrategien für die effiziente Integration von regenerativen, volatilen Wärmequellen. Die Integration dieser Wärmequellen bedingt den Neubau oder den Wandel hin zur Niedertemperatur-Wärmeversorgung z.B. mit niedrigerer Betriebsweise für erneuerbare Energiequellen.

Weitere Maßnahmen für den Ausbau hocheffizienter Wärmenetze stellen die Flexibilisierung und Digitalisierung dar. Im Zusammenhang der Flexibilisierung von thermischen Netzen ist künftig eine dezentralisierte Betriebsweise bei multivalenter und volatiler Nutzung von Wärmequellen notwendig [13–14]. Die Digitalisierung stellt wiederum eine weitere wichtige Schlüsselmaßnahme für den Betrieb, die Regelung und die Umsetzung innovativer Wärmenetze dar [10].

12

05.10.2026

© Fraunhofer IEE

90

Aktuelle Herausforderungen der Forschung Hintergrund und Motivation

Motivation

- Defossilisierung durch Transformation, Flexibilisierung und Digitalisierung für neue Betriebsmodi thermischer Netze
- Umstellung der Netz- und Erzeugerstrukturen, aufgrund dezentraler Einspeisung und Sektorenkopplung

Anstehende Entwicklungsaufgaben

- Neue Auslegungskriterien für Wärmenetze und Komponenten
- Innovative Mess- und Regelungslösungen im Rahmen der Digitalisierung
- Neue Betriebs- und Regelungsstrategien bei multivalenter und volatiler Nutzung von Wärmequellen

Simulationsbasierte und experimentelle Untersuchungen:

- Untersuchung von Einzelkomponenten und Gesamtsystemverhalten realitätsnah
- Test von neuen Betriebsstrategien und Regelungskonzepten
- Automation und Simulation



Die Transformation der Fernwärmever-sorgung ist ein Schlüsselement für die Defossilierung unserer Energiesysteme«



13

05.10.2026

© Fraunhofer IEE

Fraunhofer
IEE

13

Konzeptionierung regionale Energieversorgung (Planung) EQ CITY - Planung der Wärmeversorgung für Quartiere und Städte

INPUT

- Energetischer Stadtraumtyp
- Energiestandards von Gebäuden
- Zeitlich aufgelöste Lastprofile
- Bebauungsplan



Quelle: <https://www.iee.fraunhofer.de/de/geschaeftsfelder/analyse-und-beratung/eq-city.html>

14

Fraunhofer
IEE

14

BEW-Studie: Campus Lagarde, Bamberg (Modul 1)

Innovative Lösungen für die Transformation und Erweiterung eines bestehenden Wärmenetzes

Erarbeitung eines nachhaltigen und innovativen Energiekonzepts für eine ehemalige Kaserne -dem „Lagarde Campus in Bamberg mit heterogener Bebauung und Nutzung

- Kalte Nahwärme (10°C) für Neubauten und Bestandsnetz (>90°C) für Bestandsgebäude
- Nutzung von Erdwärmewärme-kollektoren, Rohrleitungen (Wärmenetz) und Kaltwasser
- Einsatz von dez. Wärmepumpen und PV-Kollektoren für die Bereitstellung von Raumwärme und Trinkwarmwasser
- Aufbau „elektrisches Betriebsnetz“ für Kopplung der Wärmeerzeugungsanlagen
- Trennung von PV-Erzeugung für Wärmeerzeugung von Eigenverbrauch und sonst. PV-Anlagen
- Deckungsbeiträge (66% Erneuerbare Energien)
- Wirtschaftlichkeit in Bezug auf das Wärmeversorgungssystem („Wärmenetze 4.0“) gegeben



15

05.10.2026

© Fraunhofer IEE



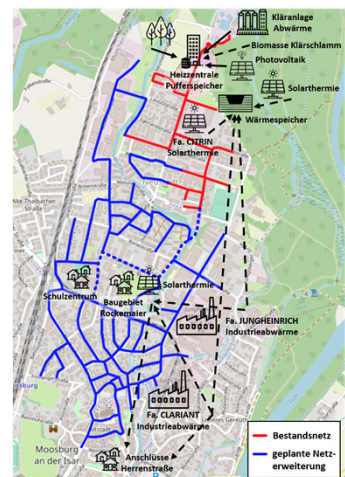
15

BEW-Studie: Moosburg (Modul 1)

Innovative Lösungen für die Transformation und Erweiterung eines bestehenden Wärmenetzes

Identifikation und Planung notwendiger Maßnahmen für die Umsetzung und den Betrieb eines „Wärmenetzes 4.0“, das regenerativen lokale Wärmequellen vor Ort einbindet

- Identifikation und thermo-hydraulische Simulation unterschiedlicher Versorgungsoptionen
- Nutzbarmachung industrieller Niedertemperatur-Abwärme
- Strommarktdienliche Einspeisung von Energie einer PV-Freifläche (Power-to-Heat)
- Wärmeeinspeisung über geplante Solarthermie-Anlage und dezentralen Wärmepumpen
- Saisonale und kurzfristige Lastverschiebungen durch thermische Energiespeicher
- Kaskadierung zur bedarfsgerechten Senkung des Temperaturniveaus



16

05.10.2026

© Fraunhofer IEE



16

Versorgung mit integrierter Sektorenkopplung (Fokus Wärme)

Implementierungsbeispiele für die lokale Wärmewende

Hintergrund und Motivation

- **Erfassung lokaler Bedarfe und Potenziale:** Lokale Synergien vor Ort nutzen, Effizienz steigern, Technologien umsetzen
- **Ausgleich von Schwankungen in Angebot und Nachfrage:** Verknüpfung lokaler infrastruktureller Sektoren (Wärme und Strom).
- **Optimiertes Betriebsmanagement:** Effiziente Nutzung fluktuierender EE; Minimierung Netzausbaubedarf; Vermeidung von wirtschaftlicher und ökologischer Verschwendung
- **Nachhaltigkeit steigern:** Robustheit und Zukunftsfähigkeit der Energieversorgung verbessern
- **Kommunale Prozesse berücksichtigen:** Hemmnisse abbauen und Akzeptanz erhöhen. Kommunikation verbessern.

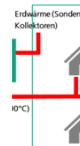
Multimodale und hybride Versorgungslösungen

Implementierungsbeispielen zur Demonstration der Funktionalität und Effektivität hybrider Energiesystemen



Optinetz Bosbüll

Optimierte Betriebsführung für die Erzeugung von erneuerbarem Wasserstoff und Einspeisung der Abwärme in ein Fernwärmenetz



ProSekko

KI-basierte Betriebsführung zur Erschließung des Flexibilitätspotenzials von Wärmepumpen und Wärmenetz

17

05.10.2026

© Fraunhofer IEE

Fraunhofer IEE

EnEff:Wärme: Optinetz-Bosbüll

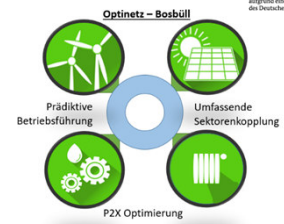
Betriebsoptimierung von Wärmenetzen

Betriebsoptimierung des Wärmenetzes einschließlich der Nutzung von Strom aus EE und Abwärme aus der Wasserstoffproduktion Bosbüll“

- Betriebsoptimierung des Wärmenetzes im sektorengesetzten Energiesystem
- Intelligente Betriebsführung mit prädiktiver Regelung
- Wirtschaftlichkeitsanalyse zum Betrieb von WKA und PV im Rahmen auslaufender EEG-Förderung
 - Motivierende Tarifmodelle kombiniert mit Ansätzen der Gamification in Wärmenetzen
- Feldtest am realen System
- Sicherstellung von Übertragbarkeiten

Auftraggeber: BMWK

Projektdauer und -umfang: 4 Jahre (2022 – 2026)



18

05.10.2026

© Fraunhofer IEE

ARGE NETZ

eoda
Glossar • Projekte • Nutzen

VIVAVIS
BECOMING THE FUTURE

YADOS
Energie mit Zukunft

GP JOULE
TRUST YOUR ENERGY

Fraunhofer IEE

EnEff:Wärme: ProSekko

Flexibilisierung der Wärme – Prognosegestützte - Sektorkoppelnde Betriebsoptimierung

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

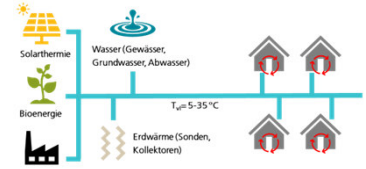
Ermittlung des Flexibilitätspotenzials von Wärmepumpen und des Wärmenetzes, um eine netzdienliche Betriebsführung auf Grundlage KI-basierter Prognosen in die Praxis umzusetzen.

- Flexibilitätspotential ausnutzen durch eine sektorkoppelnde Betriebsoptimierung
- Verteilnetzbetreiber erhalten Tool zum Umgang mit Netzengpässen
- Durch Optimierungstool können technische und sozioökonomische Ziele sowie Möglichkeiten in einem praxisnahen System analysiert und quantifiziert werden
- Einsparungen für Wärmeversorger und Endverbraucher
- Rechtssicherheit für die Regelung von Wärmepumpen

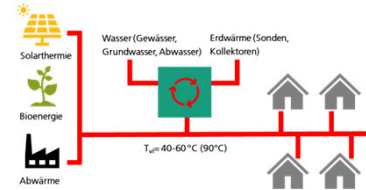
Auftraggeber oder Partner: BMWF

Projektdauer und -umfang: 3 Jahre (11.2025 – 10.2028)

Kalte thermische Netze



Niedertemperaturnetze



19

05.11.2025

© Fraunhofer IEE

baugrund süd
weinhaupt gruppe

WOHNEN
aqa

ENERPIPE
Wir bringen Wärme auf den Weg

IKEM

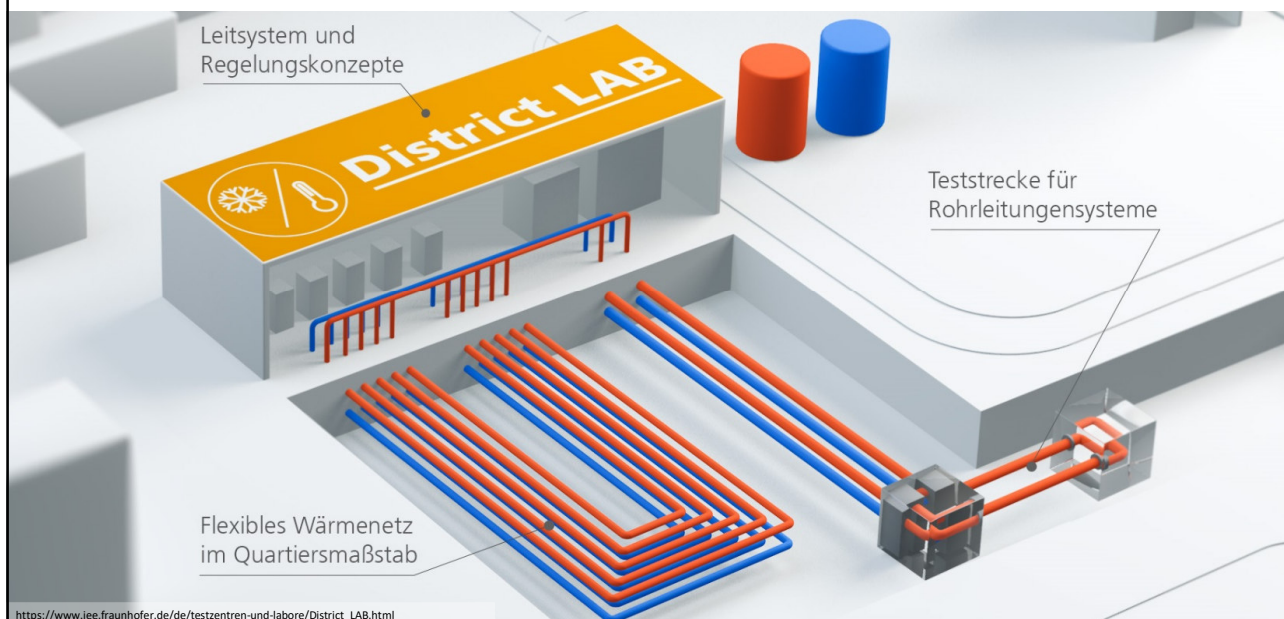
STADTWERKE
BAD NÄUHEIM
historisch versorgt in die Zukunft

Stadtwerke SH

Fraunhofer
IEE

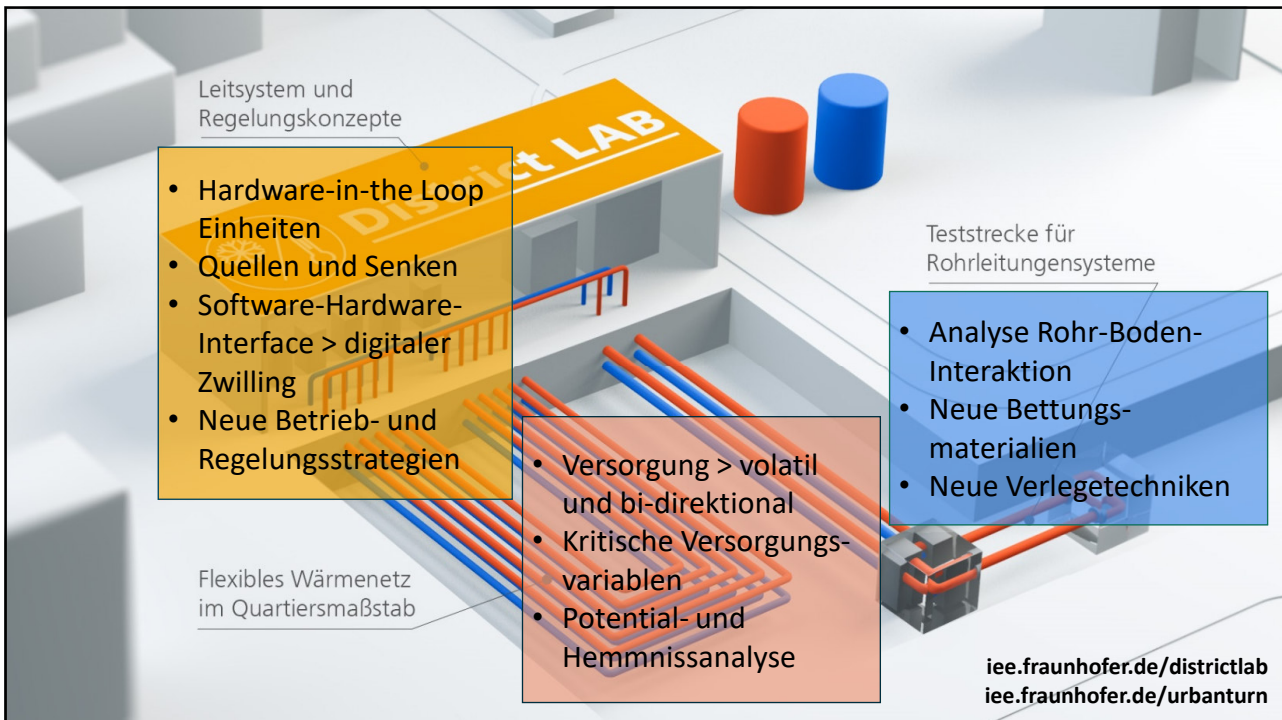
19

Produkte und Dienstleistung - Versuchs- und Testzentrum District LAB



https://www.iee.fraunhofer.de/de/testzentren-und-labore/District_LAB.html

20



21

Produkte und Dienstleistung - Versuchs- und Testzentrum District LAB

Experimentier- und Testmöglichkeiten am District LAB



Das District LAB bietet Experimentier- und Testmöglichkeiten für Netzbetreiber und Energieversorger sowie Systemplaner und Komponentenhersteller innovativer Fernwärmenetze und Fernwärmeanwendungen..

- Untersuchung des Systemverhaltens flexibler Wärmenetze mit (bidirektionaler) Einspeisung fluktuierender (regenerativer) Energiequellen
- Durchführung von Komponententests zur Validierung, Messung und Optimierung
- Entwicklung und Validierung neuer Steuerungssysteme und Regelungskonzepte für neue Betriebsführungsstrategien
- Einsatz von Software und Simulation zur Optimierung des Systemverhaltens und zur Analyse von Bauteilen und der Wechselwirkungen zwischen Rohren und Boden
- Entwicklung notwendiger Anpassungen an Planungsrichtlinien und technischen Vorschriften

22

05.10.2026

© Fraunhofer IEE

22

EnEff:Wärme: UrbanTurn

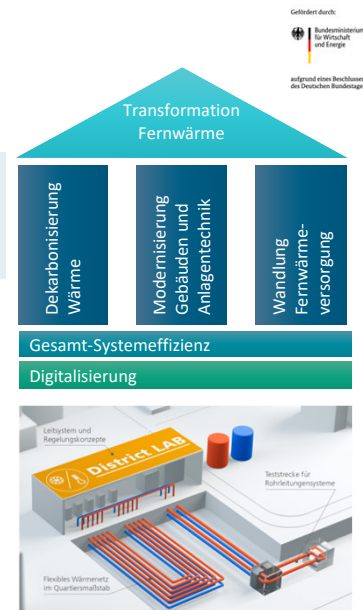
Wandelung der urbanen leitungsgebundenen Wärmeversorgung

Transformation, Defossilisierung und Digitalisierung der Fernwärme unter Berücksichtigung volatiler Drücke und Temperaturen bei Einspeisung erneuerbarer Energien und Abwärmequellen

- Ableitung Maßnahmen zur Transformation bestehender Fernwärmesysteme
- Neuartige Verfahren für die Betriebsführung und Regelung zur Transformation sowie Digitalisierung der Fernwärme
- Verifizierung der Ansätze durch softwaretechnische und experimentelle Untersuchungen (DistrictLAB und digitaler Zwilling)
- Vorschlägen zur Novellierung des technischen Regelwerks und neuer Auslegungskriterien
- Erstellung Maßnahmenkatalog für Netzbetreiber, Versorger und Komponentenhersteller zur Übertragung der Ergebnisse

Auftraggeber: BMWK

Projektdauer und -umfang: 4 Jahre (02.2021 – 04.2026)



23

05. AGFW launhofer IEE BRUGG PIPESYSTEMS Flexible solutions

Danfoss

GEF Ingenieur AG

hcu HafenCity Universität Hamburg

Fraunhofer IEE

23



24

EnEff:Wärme: UrbanTurn - Wandelung der Fernwärme

Ergebnisse und Entwicklungen der Arbeiten

Flexibles Testnetz

- **Transformation von Hausstationen:** Entwicklung einer Selbstjustierende Regelung – bleibt stabil, egal ob das Netz kälter wird oder die Last schwankt.
- **Prosumer im Netz:** Entwicklung einer dezentralen Einspeisung, die bis zu 23% Pumpstrom spart – ganz ohne Kommunikation zwischen den Stationen.
- **Digitalisierung von Durchflussregelventilen:** Gestaffelte Ventilöffnung + begrenzter Temperaturanstieg senken die morgendliche Lastspitze – spart fossile Spitzenlast-Erzeugung.

Rohrteststrecke

- **Inbetriebnahme von Rohrleitungssystemen:** 40-m-Rohrprüfstand mit Multi-Sensorik (Weg, Erddruck, Temperatur, Feuchte) – Vergleich Recycling-Bettung vs. Sand; Aufheizversuch: höhere Temperaturen an Kammern als in der Mitte.
- **Mechanische Beanspruchung von Rohren:** Recycling-Material ändert Reibung und Erddruck gegenläufig – im Fall ausgeglichen, aber für andere Stoffe noch nicht bewiesen.
- **Wärmeübertragung Rohr-Boden:** Recycling-Material als Bettung senkt Wärmeverluste – weitere Prüfung (Frost, Tragfähigkeit) noch nötig

25



25

EnEff:Wärme: UrbanTurn

Wandelung der urbanen leitungsgebundenen Wärmeversorgung

- **Schrittweise Transformation bestehender Netze möglich** – durch adaptive Regelung, koordinierte Einspeisung und validierte Infrastrukturkonzepte.
- **Adaptive Regelung** – stabiler Stationenbetrieb auch bei schwankenden Temperaturen, Lasten und Durchflüssen.
- **Koordinierte dezentrale Einspeisung** – senkt Pumpstrombedarf (bis 23 %) und ermöglicht flexible Prosumer-Integration.
- **Rohrprüfstand** – liefert Erkenntnisse zu Inbetriebnahmeeffekten, Rohr-Boden-Interaktion und thermischem Verhalten.
- **Recycling-Bettungsmaterial** – reduziert Wärmeverluste und zeigt im untersuchten Fall vergleichbare statische Ergebnisse.
- **Praxisnutzen** – Ergebnisse fließen in verbesserte Planungsmethoden, technische Normen und die Umsetzung ein.

26



26



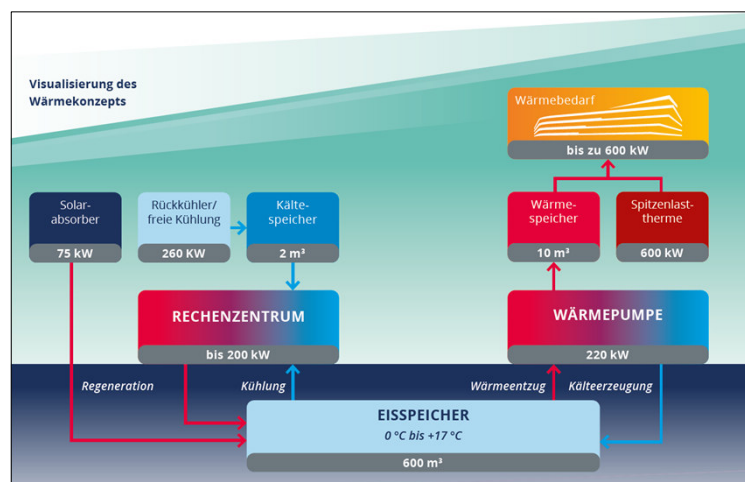
27

Versorgungssystem Fraunhofer IEE

Energieversorgung und Energiemanagement - Heizkonzept

Anforderung: Vermeidung von zu niedrigen Raumtemperaturen

- Rechenzentrum als zentrale Energiequelle
- Eisspeicher speichert Abwärme aus Rechenzentrum, Gebäude und Solarabsorbern
- Eisspeicher dient als Quelle für Wärmepumpe
- Gastherme zur Spitzenlastdeckung und als Redundanz



28

05.10.2026

© Fraunhofer IEE

Fraunhofer
IEE

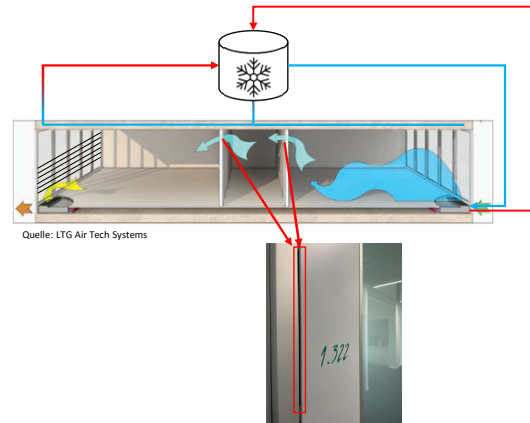
28

Versorgungssystem Fraunhofer IEE

Energieversorgung und Energiemanagement - Kühlkonzept

Anforderung im Sommer: Vermeidung von zu hohen Raumtemperaturen

- Nächtliche Abkühlung des Gebäudes über Querlüftung mittels dezentraler Lüftungsgeräte
- Überstromöffnungen in den Türzargen
- Eisspeicher
 - Passive Kühlung mit dez. Lüftung
 - Passive Kühlung über Betonkerntemperierung
- Reduzierung Energieeintrag über außenliegende Verschattungssysteme
- Nur Seminar-, Besprechungsräume und Laborinfrastruktur können aktiv mit Kompressionskälte konditioniert werden



29

05.10.2026

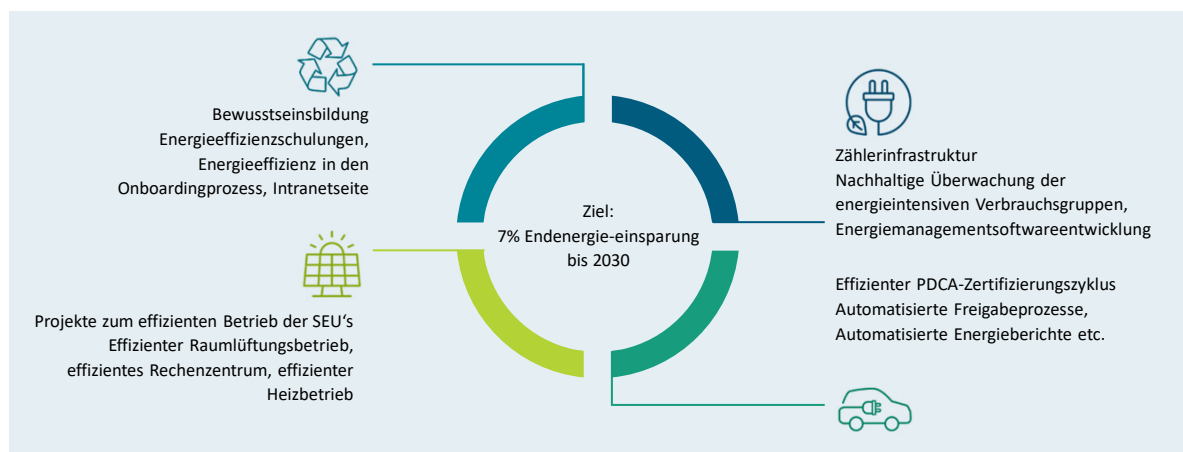
© Fraunhofer IEE

Fraunhofer
IEE

29

Status Energiemanagement IEE

Wo wollen wir hin & was tun wir dafür?



30

© Fraunhofer IEE

Fraunhofer
IEE

30

Zusammenfassung

Ausgangslage: 34 % Endenergie für Gebäudewärme (85 % fossil). Hebel: Effizienz, Wärmepumpen, Wärmenetzausbau – Hemmnisse wie Genehmigungen abbauen.

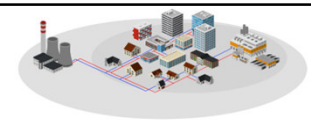
Potenzial: Fernwärmeanteil steigern von 10 % auf 48 % bis 2045 (20 Mio. Wohnungen). Dafür 6–7-fach höheres Tempo, 33 Mrd. € bis 2030.

Wandel: Neubau + Transformation der Netze – von fossiler KWK zu multivalenter, dezentraler, volatiler Einspeisung mit Niedertemperatur-Betrieb.

Sektorenkopplung: Strom + Wärme intelligent verknüpfen, neue Betriebsstrategien für volatile Quellen, flexible Managementsysteme sparen Netzausbau.

Digitalisierung: Flexibilisierung und KI-basierte, prognosegesteuerte Regelung sind unverzichtbar für den Ausgleich von Erzeugung und Nachfrage.

Akzeptanz: Anreize schaffen, Handwerk stärken, klare rechtliche Rahmenbedingungen und koordinierte Kommunikation sichern die Umsetzung.



Fossiles Wärmenetz

Analyse des
Bestandsnetzes

Umsetzbarkeit
prüfen

Softwaregestützte (ggf.
exp.) Optimierung

Ergebnisbewertung



Defossilisiertes Wärmenetz

© DBFZ 2019, Helke Gebhardt, created with: iograms.com

31

05.10.2026

© Fraunhofer IEE

31

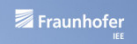
Dr.-Ing. Anna Marie Cadenbach

Abteilungsleiterin Thermische Energiesystemtechnik
Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und
Energiesystemtechnik IEE

Mail: anna.cadenbach@iee.fraunhofer.de
<http://www.iee.fraunhofer.de>

32

Bleiben Sie auf dem Laufenden



ENERGIE Newsletter



iee.fraunhofer.de/newsletter

Folgen Sie uns
auf LinkedIn



@fraunhofer-ieee