

Zustandsbewertung im Bestand

als Grundlage einer resilienten Fernwärmenetzausbaustrategie

Stefan Hay | 38. Oldenburger Rohrleitungsforum | 05. Februar 2026



AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V.
www.agfw.de

Gefördert durch:



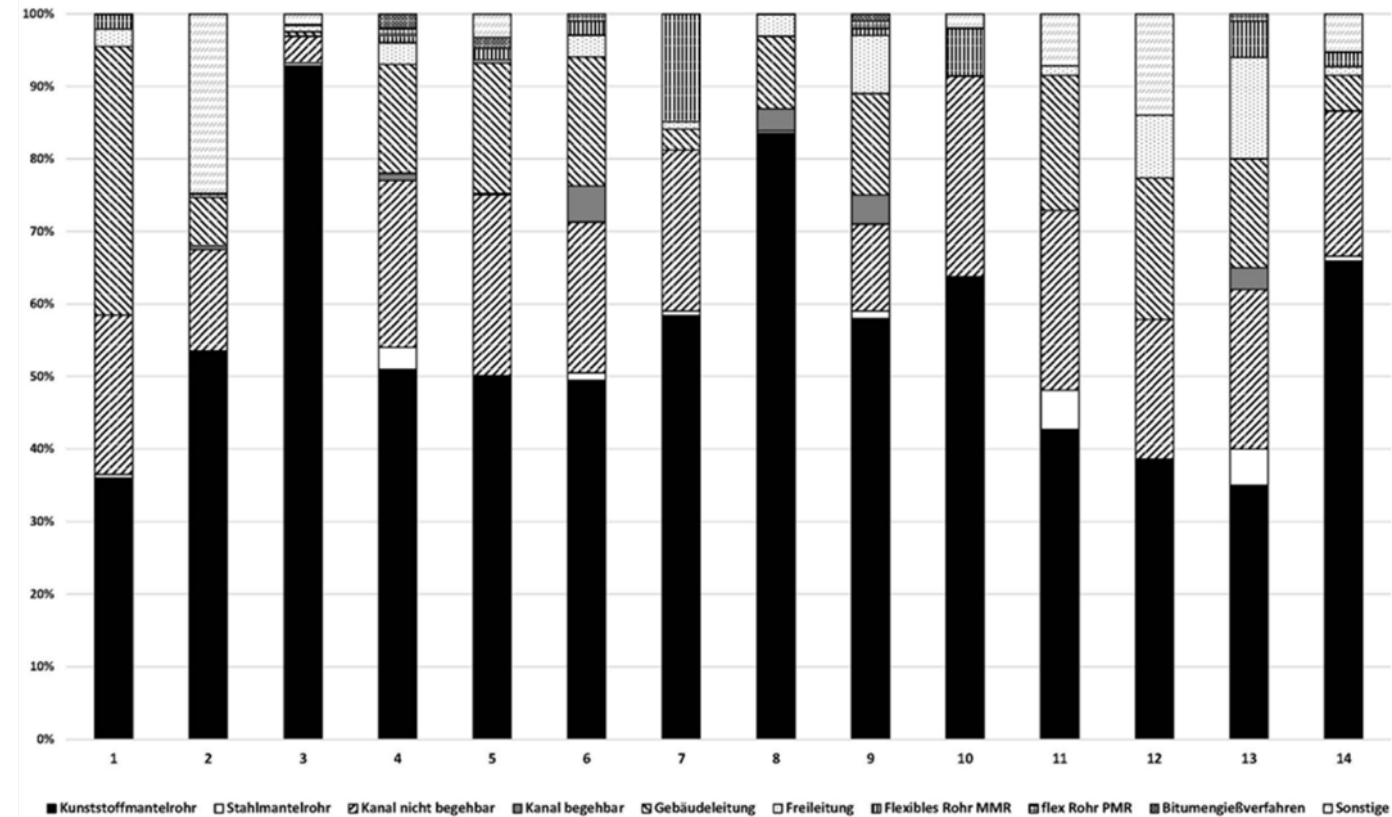
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Überblick – Fernwärmesysteme in Deutschland

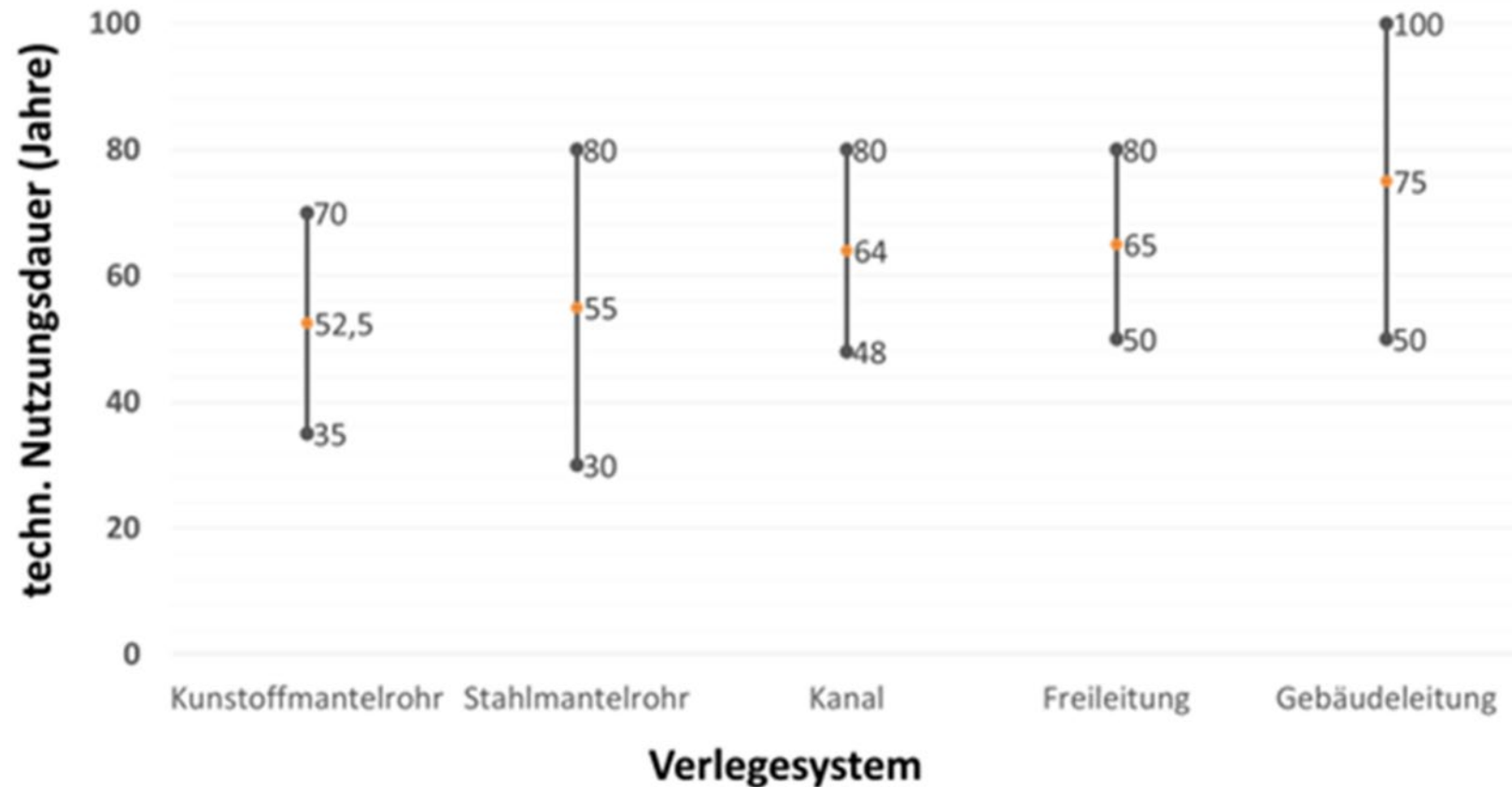
- » Über 4.000 Wärmenetze [1]
- » Gesamtrassenlänge 35.556 km (Stand, 2023) [1]
- » Wärmeerzeugung zu 31% aus erneuerbaren Energien und Abwärme [1]
- » Marktanteil 15,4 % [2]

Praxisbeispiel – Anteile verschiedener Verlegesysteme

- » Übersicht zeigt 14 Wärmenetze in Deutschland
- » Gesamtrassenlänge 5.093,2 km
- » Durchschnittliches Alter der Rohrleitungen 21,6 Jahre



Anteile verschiedener Verlegesystemen in 14 Wärmenetzen in Deutschland, Quelle: [3]



Erwartete technische Nutzungsdauer von Rohrleitungssystemen nach AGFW FW114, Quelle [4]

→ Erwartete Nutzungsdauer auf Grundlage von Praxiserfahrungen

→ Bandbreite von 30-50 Jahren

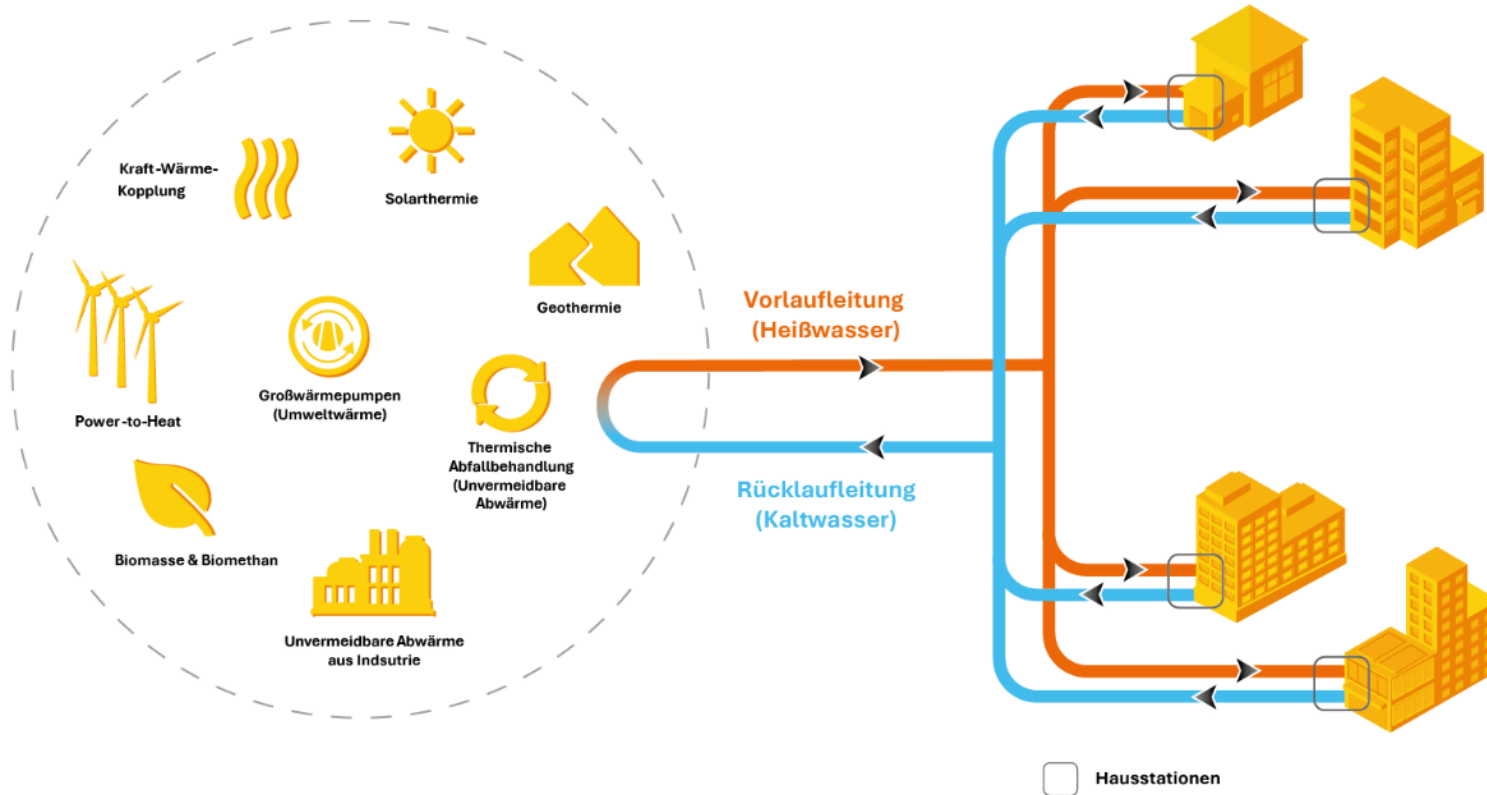
→ Ergebnis eines Workshops mit Asset Managern Fernwärmenetze:
Anstieg der erwarteten Nutzungsdauer, insbesondere Mindestnutzungsdauer

- » Relativ junge Infrastruktur (Großteil der Rohrleitungen erreichen erst die erwartete Mindestnutzungsdauer)
- » Verschiedene Rohrsysteme, unterschiedliche Komponente und Werkstoffe
- » Anzahl der Einflüsse auf die Nutzungsdauer
- » Datengrundlage / historische Daten bzw. Informationen sind häufig nicht oder nur unzureichend vorhanden
- » Zustandsinformationen
- » Verfügbare Methoden der Zustandserfassung



Nicht-begehbarer Fernwärmekanal, Quelle: AGFW

→ Für eine zuverlässige Nutzungsdauerabschätzung von Rohrsystemen in einem spezifischen Wärmenetz ist es wichtig, die relevanten Alterungsprozesse und deren Auswirkungen auf die Werkstoffe bzw. Komponenten der Rohrsysteme zu kennen.



Graphische Darstellung Fernwärmesysteme, Quelle: AGFW

Umsetzung der Klimaziele durch

1. Dekarbonisierung der Wärmeherzeugung
2. Transformation und Ausbau der bestehenden Wärmenetze
3. Bau neuer Wärmenetze
4. Reduktion des Wärmeverbrauchs (Sanierung v. Gebäuden)

Prognostizierter Investitionsbedarf für Dekarbonisierung, Transformation und Ausbau von Fernwärmesystemen

117,9 Mrd. € [5]

Verdoppelung der Trassenlänge bis 2045 [5]

60,4 Mrd. €

(prognostizierter Investitionsbedarf
für Transformation, Ausbau und Instandhaltung
Wärmenetze) [5]

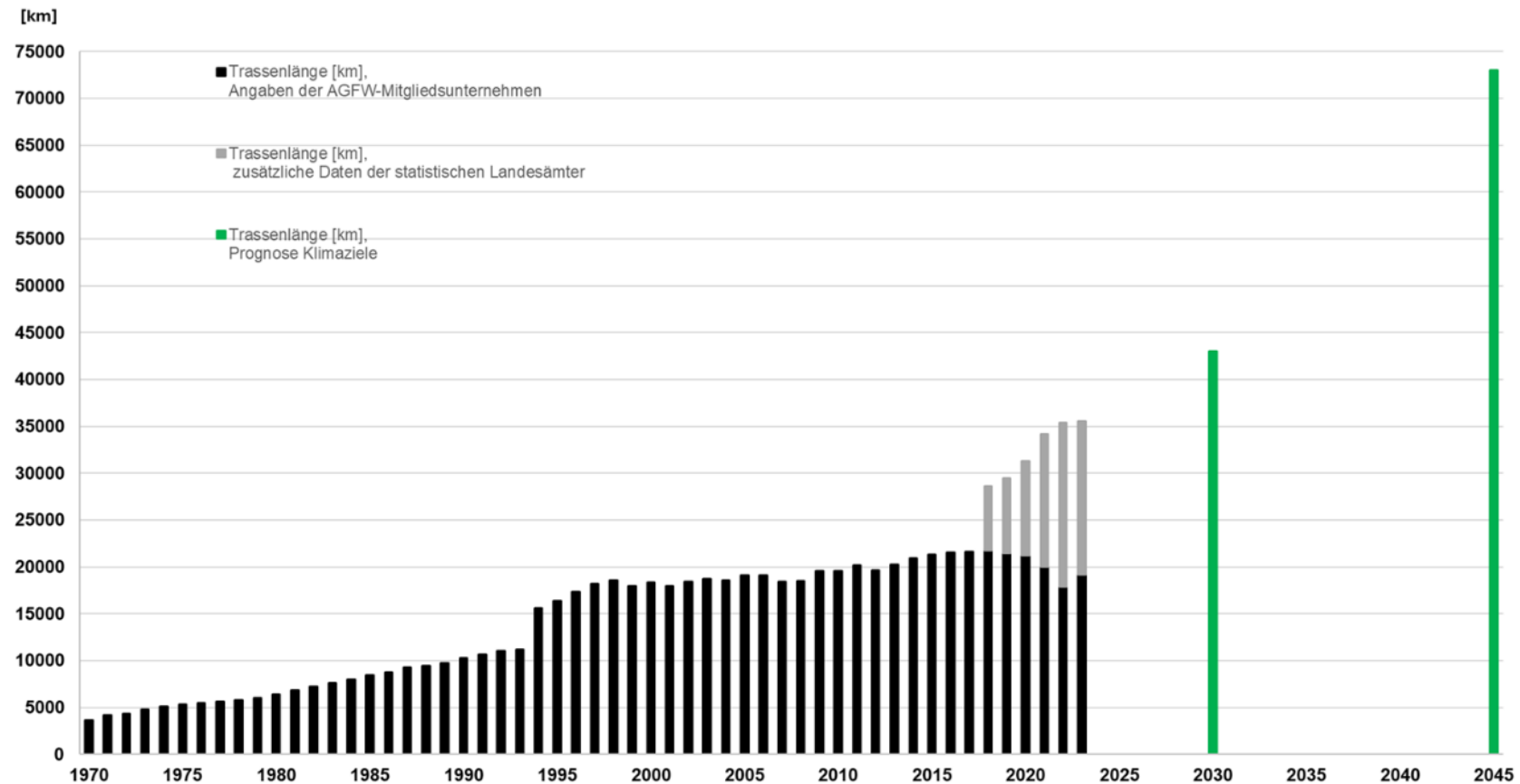
These:

Zunahme des Sanierungsbedarfs aufgrund
des Zustands bzw. des Alters von
Trassenabschnitten?

Def. Resilienz:

„Resilienz bezeichnet die Fähigkeit eines
Systems, Ereignissen zu widerstehen oder
sich daran anzupassen und dabei seine
Funktionsfähigkeit zu erhalten oder schnell
wiederzuerlangen“ [6].

Entwicklung der Trassenlänge der Fernwärmenetze in Deutschland und
prognostizierte Trassenlänge (von 1970 bis 2045)

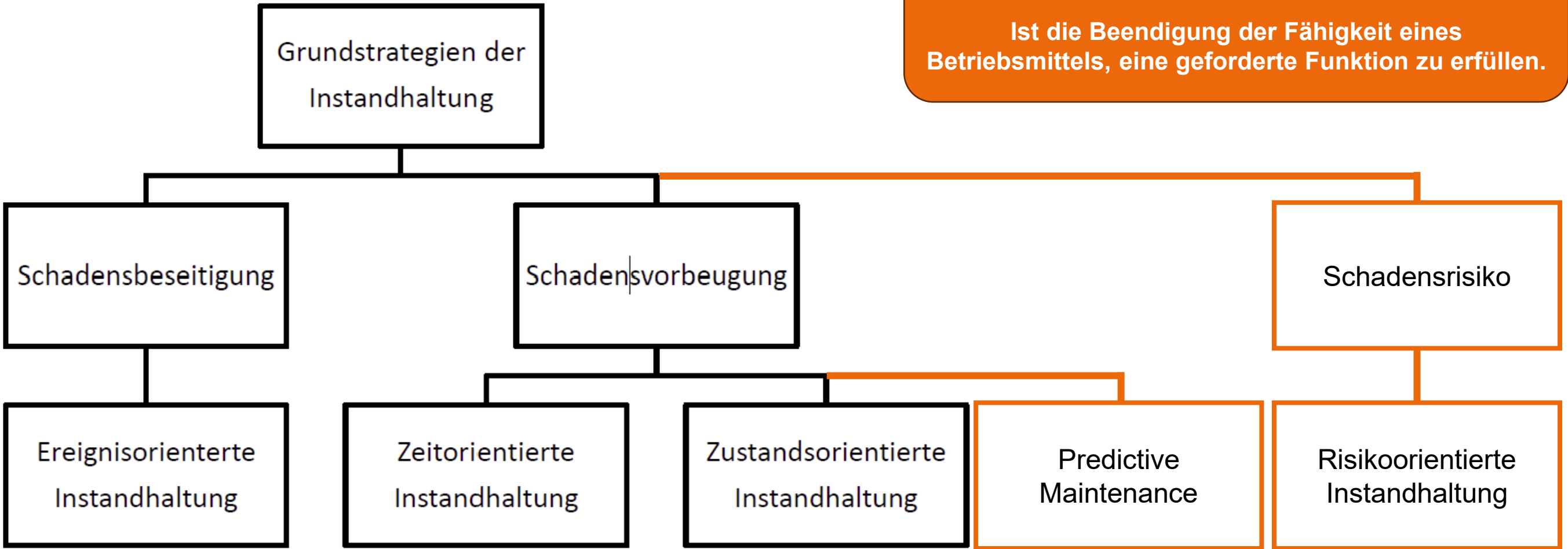


Entwicklung der Trassenlänge in Deutschland auf Basis verfügbarer AGFW-Hauptberichte und [5], Quelle: eigene Darstellung

Asset Management (AM) & Instandhaltungsstrategien in der Fernwärme

Definition eines “Schadens” nach [4]:

Ist die Beendigung der Fähigkeit eines Betriebsmittels, eine geforderte Funktion zu erfüllen.



Grundstrategien der Instandhaltung aus AGFW FW 114 [4] erweitert um risikoorientierte Instandhaltung und Predictive Maintenance, Quelle: eigene Darstellung



Praxisbeispiele für Gebäudeleitungen und Freileitungen, Quelle: AGFW

Systemkomponenten

- » **Stahlmediumrohr** (u. a. **Wasserchemie, Betriebsweise**)
- » **Systemkomponenten wie Kompensatoren, Lager, etc.** (u. a. **Korrosion und wirkende Beanspruchungen**)
- » **Wärmedämmung und Umhüllung**

Methoden zur Zustandserfassung und -bewertung

- » **visuelle Inaugenscheinnahme (subjektiv)**
- » **Thermografie**
- » **Regelmäßige Inaugenscheinnahme**
- » **Zustandserfassung und -bewertung**
- » **Dokumentation**

Systemkomponenten

- » **Stahlmediumrohr (u. a. Wasserchemie, Betriebsweise)**
- » **Systemkomponenten wie Kompensatoren, Lager, etc. (u. a. Korrosion und wirkende Beanspruchungen)**
- » **Wärmedämmung und Umhüllung**
- » **Kanal- und Schachtbauwerk**

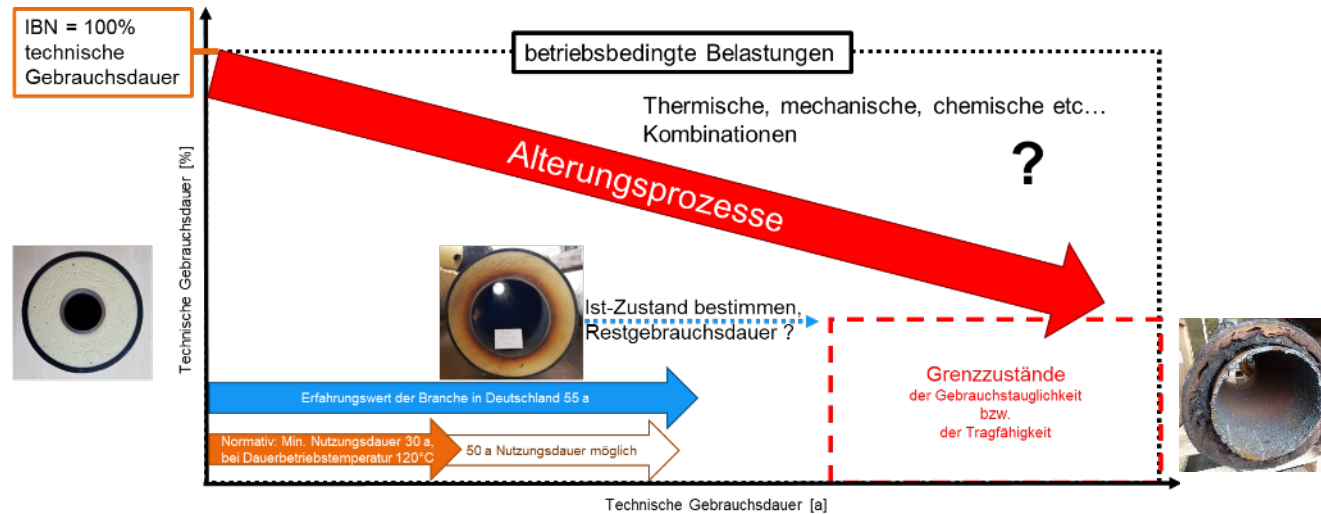
Methoden zur Zustandserfassung und -bewertung

- » **visuelle Inaugenscheinnahme (u. a. AGFW FW 437 [7])**
- » **Visuell: Kameragestützte Befahrung, Begehung, Befliegung**
- » **Thermografie**
- » **Messtechnik (u. a. Wanddicke Mediumrohr, Zustandsgrößen im Bauwerk)**
- » **Zustandserfassung und –bewertung (regelmäßig)**
- » **Dokumentation**

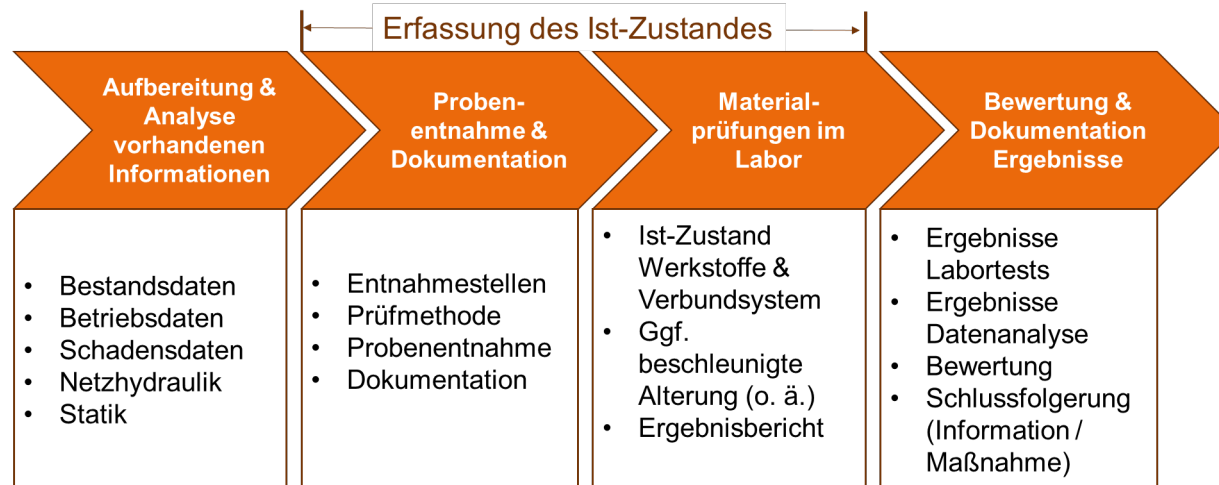


Praxisbeispiele für nicht-begehbare Fernwärmekanäle und Schachtbauwerke, Quelle: AGFW





Schematische Darstellung zur Nutzungsdauer erdverlegter KMR, Quelle: eigene Darstellung



Schematische Darstellung des methodischen Vorgehens zur Zustandserfassung und -bewertung, Quelle: eigene Darstellung

Systemkomponenten

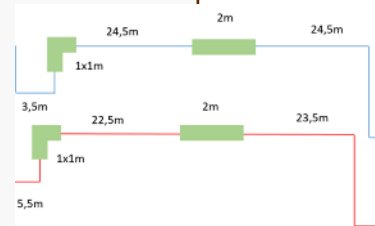
- » **Stahlmediumrohr (u. a. Wasserchemie, Betriebsweise)**
- » **Polyurethan-Hartschaumstoffwärmedämmung**
- » **Polyethylen Ummantelung**
- » **Systemkomponenten wie Muffen, Formteile, etc.**

Methoden zur Zustandserfassung und –bewertung, u. a.:

- » **Leckageüberwachungssysteme**
- » **Thermografie**
- » **Datenbasierte Auswertung und Nutzung materialbasierter Alterungsmodelle**
- » **Zerstörende Materialprüfungen (z. B. nach EN 253:2023)**
- » **Bewertung der Ergebnisse**

Restnutzungsdauer von in Betrieb gealterten KMR: Praxisbeispiel Untersuchungen in Duisburg, Quelle: [8]

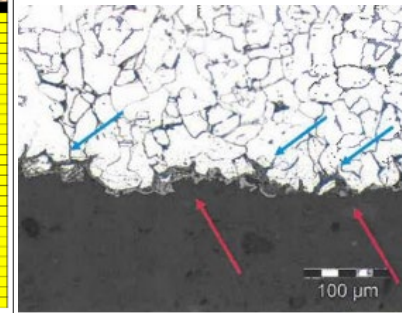
- Untersuchung in 4 Abschnitten
- Alter zwischen 34..39 a
- Analyse verfügbarer Informationen



- Bauteileigenschaften erfüllen EN 253
 - Nutzung der TGA-Methode zur restnutzungsdauer-Abschätzung

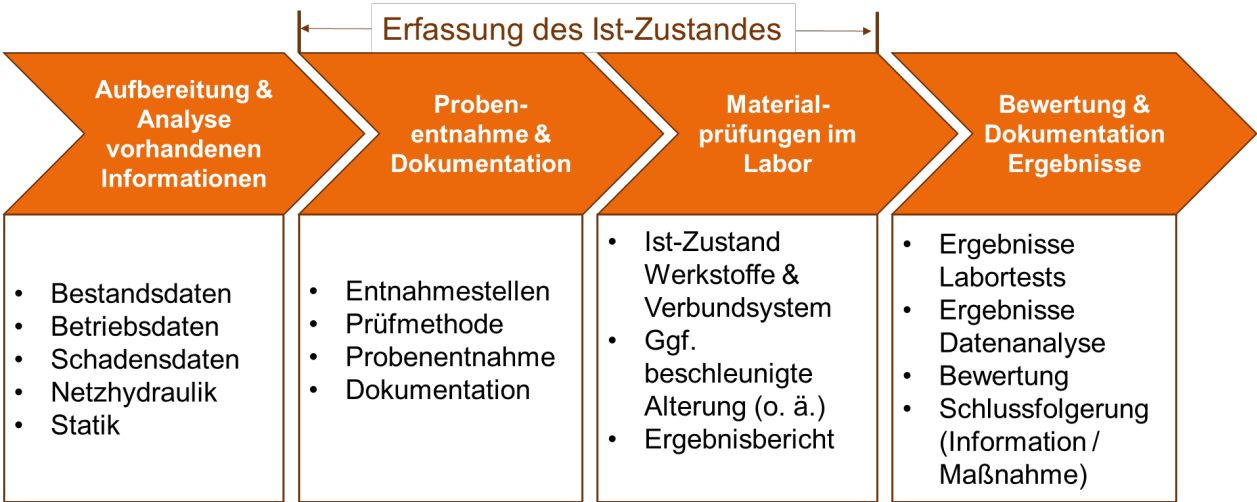
- Ermittelte Materialeigenschaften höher als Belastungen und Beanspruchungen im Betrieb
- Verschlechterung der Materialeigenschaften von PUR-Schaumstoff entscheidend für die Restlebensdauer

PUR	Mittelwert 2007-2009	Maximalwert 1985-2005	Maximalwert 1985-2005
Temperatur [°C]	0,33333333	7,33333333	10,33333333
0	0	0	1
10	0	0	1
15	0	0	1
20	0	0	1
25	0	0	1
30	0	0	1
35	0	0	1
40	0	0	1
45	0	0	1
50	0,33333333	7,33333333	11,33333333
55	1	22	22
60	0,80888889	14,88888889	13,88888889
65	3,33333333	73,33333333	81,33333333
70	7,77777778	110,000000	133,333333
75	7,77777778	139,222222	133,333333
80	14,88888889	81,222222	85,777778
85	8,77777778	11,222222	11,111111
90	8,77777778	14,888889	17,111111
95	40,888889	111,111111	111,111111
100	40,888889	111,111111	11,111111
105	81,111111	139,222222	139,222222
110	81,111111	139,222222	139,222222
115	132,222222	238,888889	238,888889
120	238,888889	238,888889	14,888889
125	22	22	22
130	22	22	22
135	22	22	22
140	22	22	22
145	22	22	22



- Schweißnähte in Biegungen geprüft
- Typische Verschleißerscheinungen
- unkritisch für den weiteren Betrieb der Rohrleitungsabschnitte

Ansatz im Forschungsvorhaben „SAM-FW“



Zustand	Abgeschätzte Restnutzungsdauer	Beschreibung
	<5 Jahre	Das Rohr hat in mehreren Prüfungen die Sollwerte nicht erfüllt oder die Messergebnisse deuten auf ein baldiges Versagen des Verbundes hin. Das Versagen des Verbundes gilt nach AGFW FW 401-Teil 10 als Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit, dessen Erreichen kurzfristig zu Folgeschäden führen kann.
	>5 Jahre	Das Rohr erfüllt die meisten Sollwerte, jedoch sind Alterungserscheinungen nachweisbar. Ein kurzfristiges Versagen des Verbundes ist unwahrscheinlich.
	>10 Jahre	Das Rohr erfüllt alle Sollwerte. Alterungserscheinungen sind nicht oder nur im geringen Maße feststellbar. Ein Versagen des Verbundes ist in absehbarer Zeit unwahrscheinlich.

Praxisbeispiel: Bewertung anhand z. T. innovativer Verfahren zur Zustandserfassung

	Bewertung	Begründung
IST Zustand EN 253		Sowohl im Vorlauf als auch im Rücklauf liegen einzelne Werte der Wasseraufnahme geringfügig oberhalb des Grenzwerts. Die weiteren Untersuchungsergebnisse am Polyurethanschaum sowie der axialen Scherfestigkeit liegen im Bereich der Grenzwerte der EN 253.
Verbundeigenschaften & betriebsbedingte Beanspruchung		Die gemessenen Verbundeigenschaften halten der berechneten, betriebsbedingten Beanspruchung stand. Es lassen sich jedoch Alterungserscheinungen anhand der axialen Scherfestigkeit feststellen. So liegt diese bei ca. 30% des errechneten Anfangswertes. Auch die aus den Temperaturen berechneten Vollastwechsel des Stahls sind gering. <u>Die Bewertung gilt für den Vor- und Rücklauf.</u>
Erwartete Restnutzungsdauer TGA		Sowohl Vorlauf als auch Rücklauf weisen hohe Aktivierungsenergien aus der TGA-Messung auf. Es ist daher nicht mit einem baldigen Versagen des Polyurethans zu rechnen. Die erwartete Restnutzungsdauer beträgt im VL etwa 10 Jahre, im RL mehr als 10 Jahre.
Erwartete Restnutzungsdauer FT-IR	VL:	Im Vorlauf sind sehr deutliche Abbauerscheinungen des Polyurethans nachweisbar.
	RL:	Abbauerscheinungen des Polyurethans sind nachweisbar. Der Zustand des KMR wird als akzeptabel eingeschätzt.

Chemische Analyse der PUR-Wärmedämmung



» **Projekttitel:** Sustainable Asset Management Fernwärme: Nachhaltigkeitsbewertung von Wärmenetzen für die Erhöhung der Nutzungsdauer und Effizienzsteigerung im Betrieb

» **Projektlaufzeit:** 01.09.2023 – 31.08.2027 (48 Monate)

» **Förderkennzeichen:** 03EN3078

» **Gefördert durch:**



» **Projektpartner:**



*1 – Partner im Unterauftrag bei AGFW mit geringerem Projektbudget integriert



Sustainable Asset Management Fernwärme: Nachhaltigkeitsbewertung von Wärmenetzen für die Erhöhung der Nutzungsdauer und Effizienzsteigerung im Betrieb

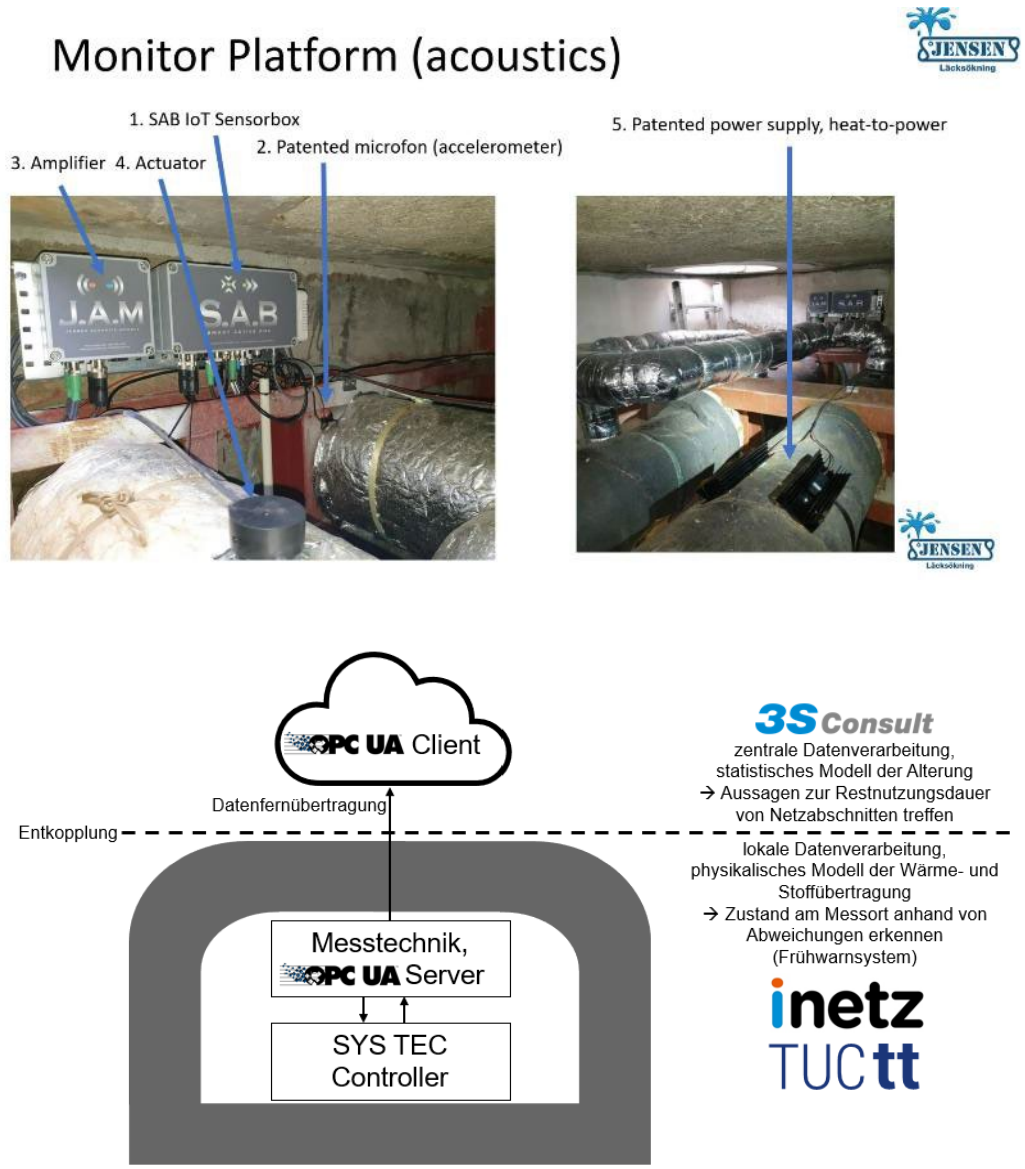
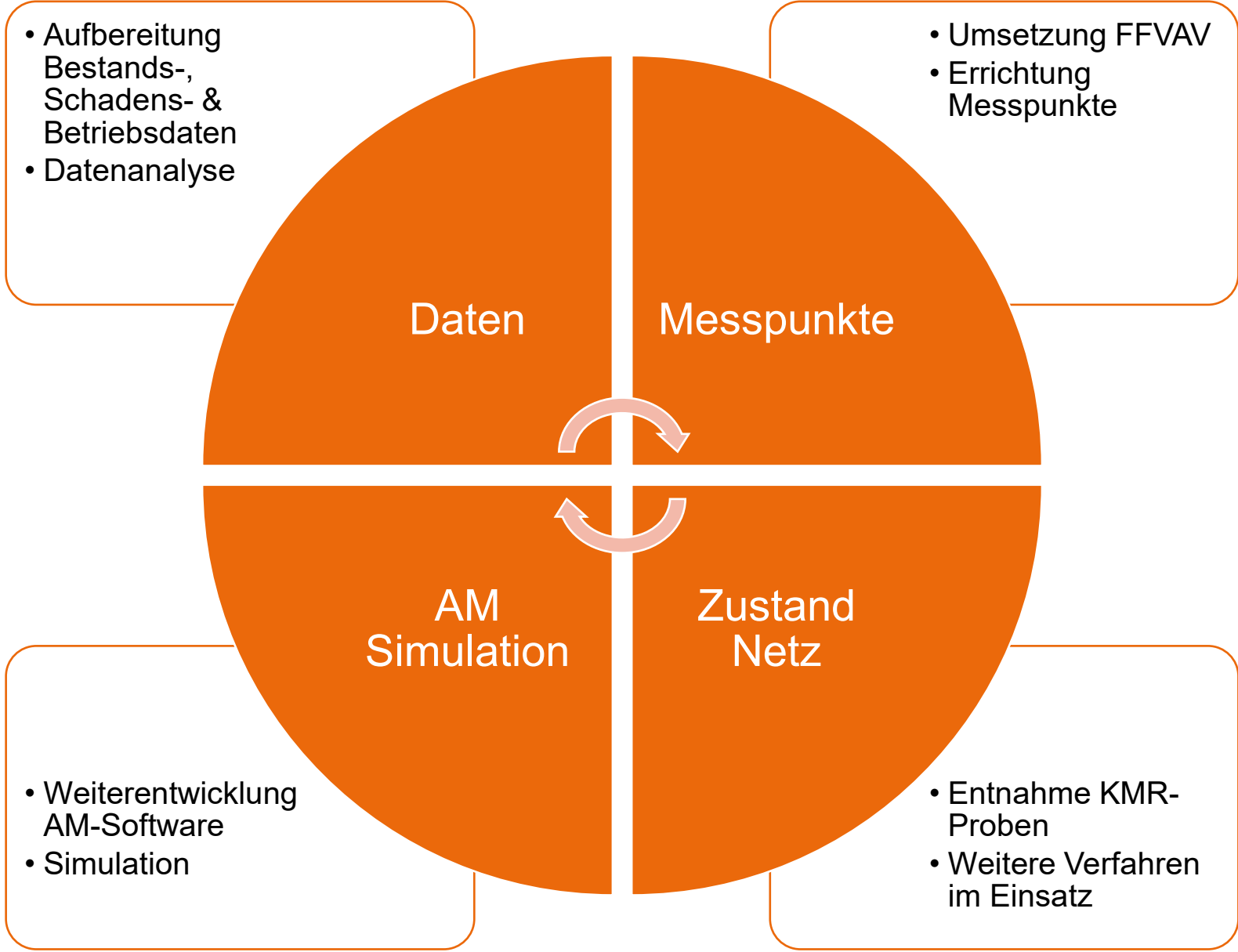


Untersuchungen an praxisgealterten Fernwärmerohren

Entwicklung von Kennzahlen (Key Performance Indicator) und Nachhaltigkeitskriterien für das Asset Management

Installation von Messtechnik zur Erfassung von Betriebsparametern und betriebsbedingten Belastungen

Software Entwicklungen zur Umsetzung von Predictive Maintenance Strategien



Inhalte u. a.:

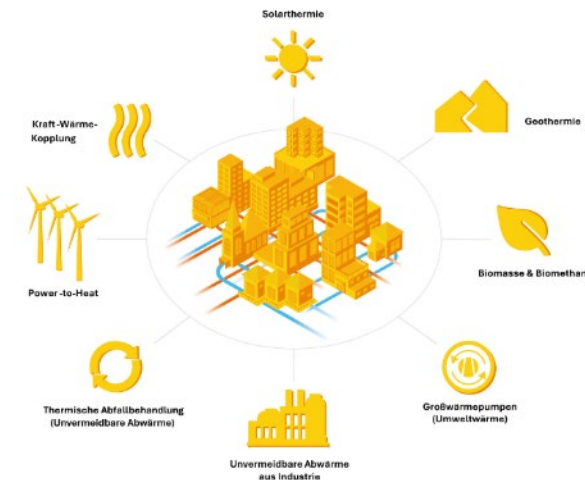
- » **Asset Management Fernwärmenetze heute**
- » **Stand der Technik und der Forschung bei vorausschauenden Instandhaltungsalgorithmen**
- » **Entwicklungen bzgl. Lebenszyklus-Bewertung und Kreislaufwirtschaft von Wärmenetzen**
- » **Entwicklung eines Kennzahlensystems (KPI-System) für Fernwärmenetze**

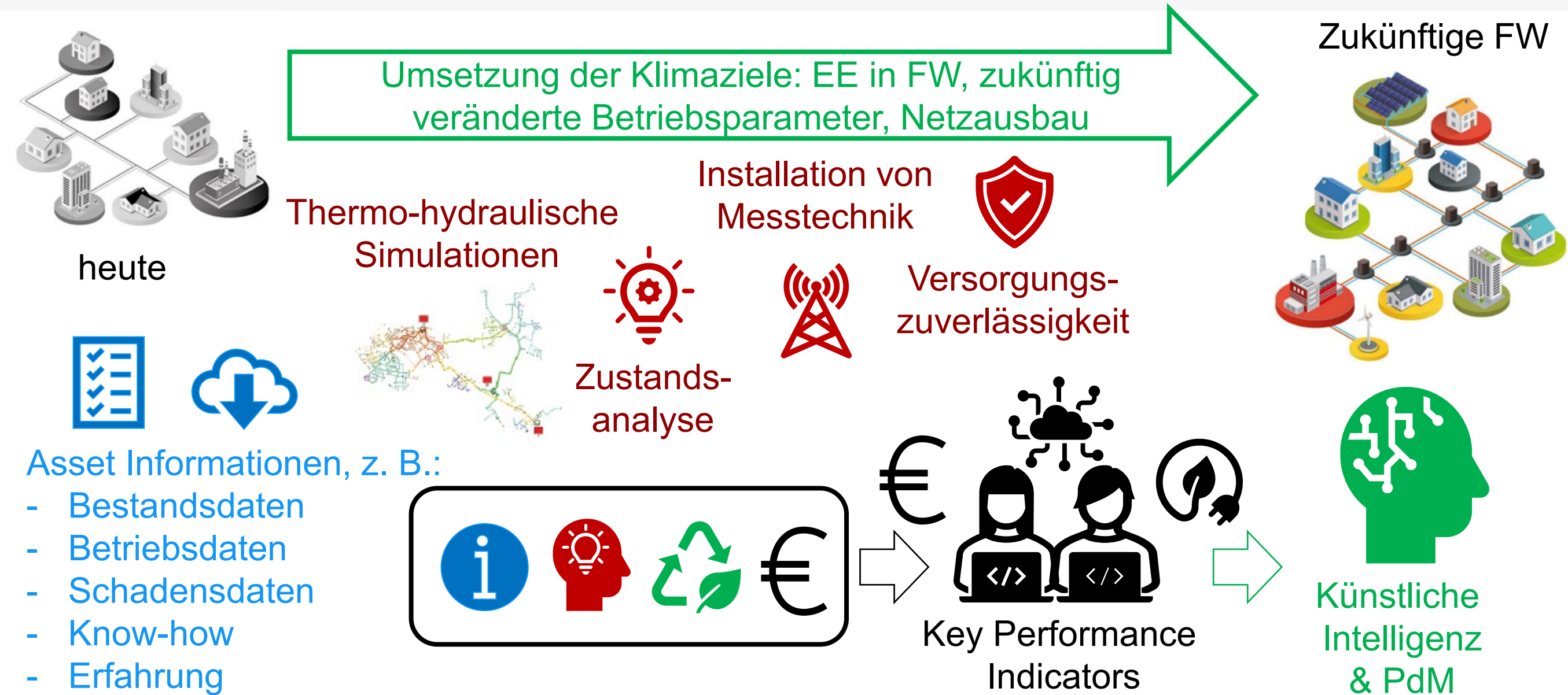
Kostenloser Download auf der Projektwebsite (QR-Code)



- » Umsetzung der Klimaziele erfordert hohe Investitionen
- » Bestandsnetze: Verschiedene Rohrsysteme, unterschiedliche Komponenten und Werkstoffe
- » Asset Management: Know-how im Unternehmen bündeln, erweitern und digitalisieren
- » Durch Zustandserfassung und –bewertung das Risiko für ungeplante Schadensereignisse und hohe Instandhaltungskosten reduzieren!

ZUKUNFTSFÄHIGE WÄRMENETZE: KLIMANEUTRAL & RESILIENT





*Als zentrale Drehscheibe
schaffen wir Innovationen und
Lösungen für die erfolgreiche
Umsetzung der Wärmewende.*



NEUER FÖRDERAUFRUF DES BWME FÜR DEN FERNWÄRMELEITUNGSBAU!!!!

Kosteneffiziente Erschließung von entfernten klimaneutralen Wärmequellen durch innovative Anbindung (KEWinnA)

- » **Projektlaufzeit:** 6-9 Monate (max. 12 Monate)
- » **Verfahren:** Einstufig, vorher verpflichtende Kurzberatung
- » **Einreichung:** ab sofort, Frist 15.03.2026 über Projektträger Jülich: ptj-fa-kewinna@fz-juelich.de
- » **Zielgruppe:** Energieversorger & - dienstleister und ggf. Hersteller (als Unterauftragnehmer)

- » **Mehr unter:** <https://www.energieforschung.de/de/foerderung/foerderangebote/foerderaufruf-ideenwettbewerb-kosteneffiziente-erschliessung-entfernter-klimaneutraler-waermequellen>

NEUER FÖRDERAUFRUF DES BWME FÜR DEN FERNWÄRMELEITUNGSBAU – KEWinnA!!



Anreiz für die Erschließung von entfernten Wärmequellen

Innovative Projekte mit bspw. neuen Leitungstypen, Verlegverfahren, alternativen Transportoptionen oder Instandhaltungsmaßnahmen

Ganzheitliche Planung und Konzeption der Erschließung von entfernten klimaneutralen Wärmequellen (Abwärme, Geo- und Solarthermie)

praktische, umsetzbare Konzepte mit direktem Anwendungsbezug

AGFW Forschungshefte



Jetzt downloaden unter:

Die aktuellen AGFW Forschungshefte stehen Ihnen als Mitgliedsunternehmen unter **www.agfw.de/agfw-forschungshefte** exklusiv zur Verfügung.

- [1] AGFW-Hauptbericht 2024, (<https://www.agfw.de/zahlen-und-statistiken/agfw-hauptbericht>), Frankfurt am Main, Dezember 2025
- [2] Mödl, C., Bantle, C., „Wie heizt Deutschland?“ (2023) - Ergebnisbericht -, BDEW 2024
([https://www.bdew.de/media/documents/Wie heizt Deutschland 2023 -aktualisierte Fassung- BDEW 1.pdf](https://www.bdew.de/media/documents/Wie_heizt_Deutschland_2023_-aktualisierte_Fassung-_BDEW_1.pdf))
- [3] Hay S., Deselaers T., Huther H., Langroudi P., Dollhopf S., Weidlich I., Kropp I., Schwarze M., Cadenbach A., Lottis D., Dittmer H., Urbaneck T., Zimmerling N., „Sustainable Asset Management Fernwärme - aktueller Stand und zukünftige Entwicklungen –“, Hrsg. AGFW e.V. im April 2025 (Download unter: <https://www.agfw.de/forschung/sam-fw>)
- [4] AGFW FW 114, „Merkblatt AGFW FW 114, Instandhaltungsstrategien und Rehabilitationsplanung, Mindestanforderungen“, AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V., Frankfurt, Germany, 2013.
- [5] Perspektiven der Fernwärme, Aktualisierung des Gutachtens, Prognos AG im Auftrag des AGFW e. V. und des VKU e. V., 2024
(<https://www.agfw.de/strategien-der-waermewende/perspektive-der-fw-7070-4040>)
- [6] KRITIS Definitionen der Bundesregierungen (<https://www.bmi.bund.de/DE/themen/bevoelkerungsschutz/schutz-kritischer-infrastrukturen/schutz-kritischer-infrastrukturen-artikel.html>, Aufruf am 04.02.2026)
- [7] AGFW FW 437, „Arbeitsblatt AGFW FW 437, Bauliche Anlagen in der Fernwärme“, AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V., Frankfurt, Germany, 2017.
- [8] S. Hay, A. Leuteritz, M. Morgenthum, "Remaining service life of preinsulated bonded pipes—A key element of transformation strategies and future district heating systems in Germany ", Energy Reports Volume 7, Supplement 4, Pages 440-448, 28. October 2021, contribution to the "17th International Symposium on District Heating and Cooling, Nottingham Trent University, 2021, 6–9 September 2021, Nottingham, United Kingdom", <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2021.08.084>.

darum fernwärme ...

denn sie ist stubenrein und hilft,
CO₂ zu vermeiden.

fernwärme 
rein ins haus.



www.fernwaerme-info.eu

Stefan Hay
Forschung &
Entwicklung
s.hay@agfw.org
+49 69 6304-345