



Koexistenz von Bäumen und Fernwärme

Schweizer Baumtagung

Sebastian Grimm | Lausanne | 07. November 2025

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

Agenda

- » **AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V.**
- » **Was ist eigentlich Fernwärme?**
- » **Leitungszone und Wurzelraum**
- » **Fernwärme und Vegetation**
- » **Fazit**
- » **Quellen**



- » **AGFW** fördert seit über 50 Jahren als effizienter, unabhängiger, neutraler Verband die KWK sowie Wärme- und Kältesysteme auf nationaler und internationaler Ebene.
- » **AGFW** vereint mehr als 700 Fernwärme- und Kälteversorger (regional und kommunal) sowie Industriebetriebe der Branche aus Deutschland und Europa
- » **AGFW** vertritt über 95 % des deutschen Fernwärmeanschlusswertes – den größten Westeuropas
- » **AGFW** hat die Fachkompetenz über die gesamte Prozesskette der effizienten Wärme- und Kälteversorgung sowie der Kraft-Wärme-Kopplung

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

Dr.-Ing. Heiko Huther

Bereichsleiter Forschung & Entwicklung
Geschäftsführer AGFW-Projekt GmbH



Dipl.-Ing. Stefan Hay

stellvertretender Bereichsleiter



Dipl.-Ing. (FH) Daniel Heiler



Dr.-Ing. Andrej Jentsch



Sebastian Grimm M.Sc.



Dr.-Ing. Bernd Wagner



Heike Kratzert



Kibriye Sercan-Çalışmaz M.Sc.



Tillmann Deselaers M.Sc.



Dr.-Ing. Pascal Koschwitz



Dipl.-Ing. Thomas Pauschinger



AGFW Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V.

FORSCHUNG & ENTWICKLUNG

AKTUELLE PROJEKTE

The infographic features a central orange hexagon with the text 'Zukünftige Wärmenetze und Innovativer Leitungsbau'. Surrounding it are several other hexagons, each containing an image and a project name:

- fernwärme digital** (with image of pipes)
- Digitalisierung in der Fernwärme** (with image of a person at a computer)
- IEA DHC** (with image of a meeting)
- AGFW Verbandsarbeit** (with image of pipes)
- Vernetzung und Branchenaktivitäten** (with image of pipes)
- Energieerzeugung, -konzepte und -speicher** (with image of solar panels)

Eine Übersicht zu Forschungsprojekten und Arbeitsschwerpunkten des Bereichs F&E und der Fernwärmebranche.



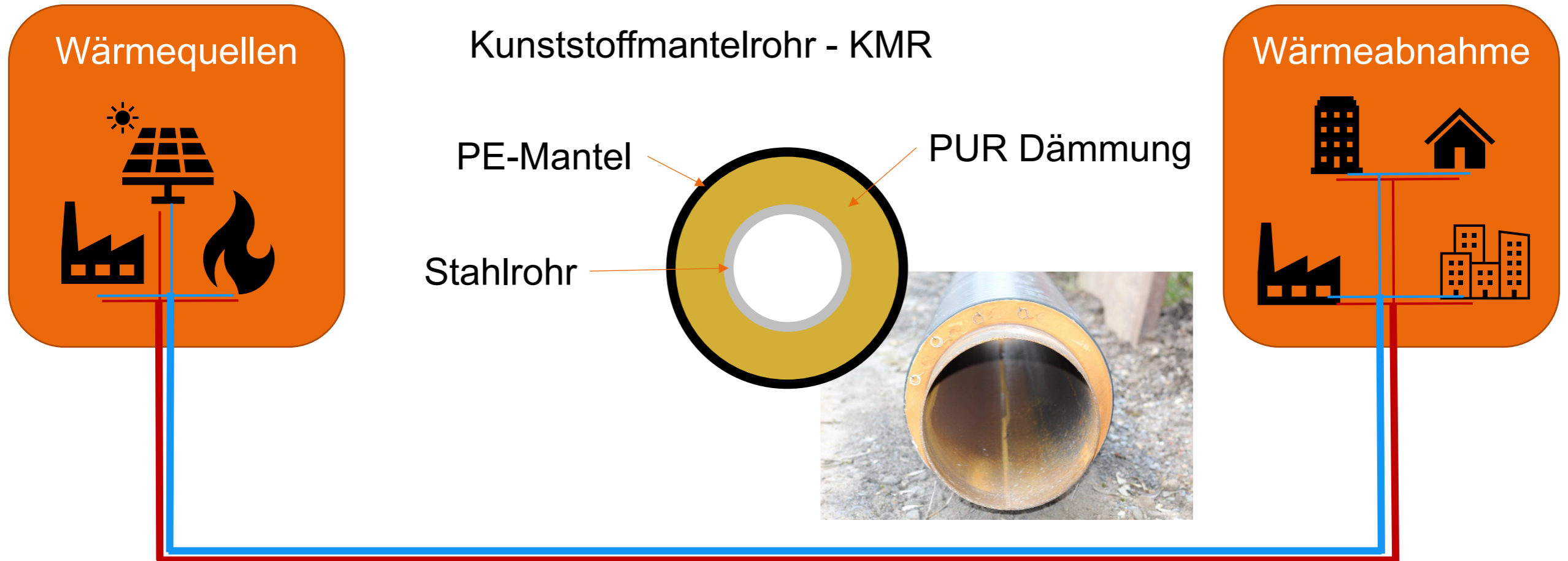


Das Regelwerk des AGFW

- » Teil 1 Fernwärmeversorgung allgemein
- » Teil 2 Wärmemessung und –abrechnung
- » Teil 3 Wärmeerzeugung
- » Teil 4 Wärmeverteilung
- » Teil 5 Anschluss- und Kundenanlagen
- » Teil 6 Maßnahmen zur Qualifizierung
- » Teil 7 Stadtentwicklung
- » Teil 10 Arbeits- und Organisationssicherheit

Was ist eigentlich Fernwärme?

Wie sehen Fernwärmeleitungen aus?





FFVAV §2 (3)

- » „Fernwärme ist die gewerbliche Lieferung von Wärme aus einer nicht im Eigentum des Gebäudeeigentümers stehenden Wärmeerzeugungsanlage.“



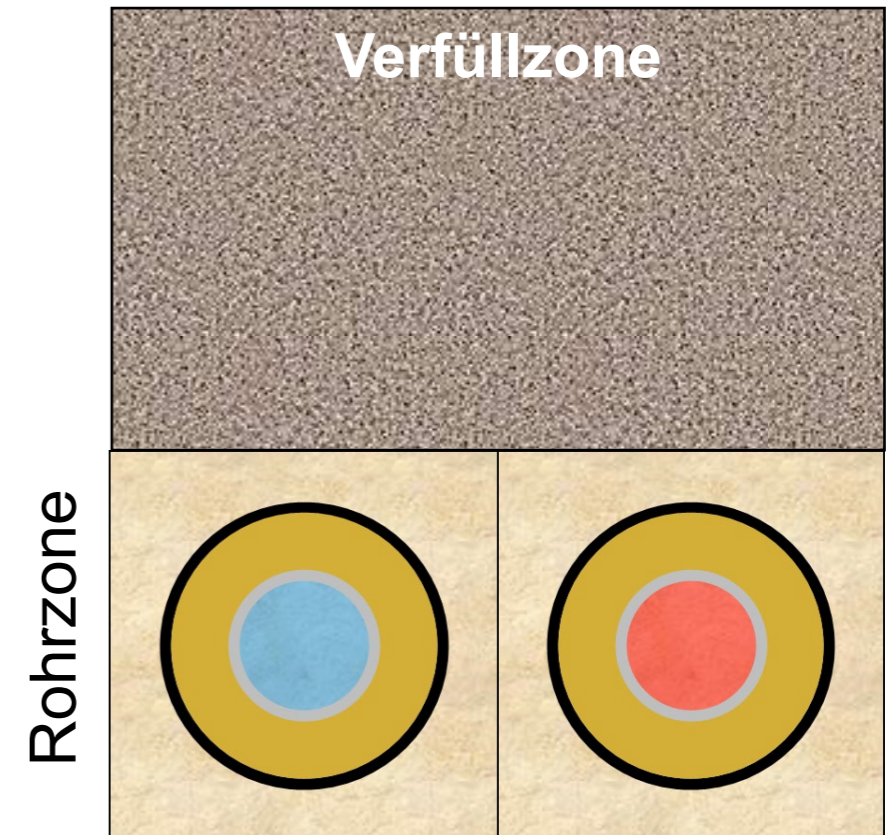
- » *Die smarte Lösung, die nachhaltige Wärmequellen und lokale Abwärmepotenziale effizient nutzt, um unsere Städte umweltfreundlich zu heizen!*

Leitungszone und Wurzelraum

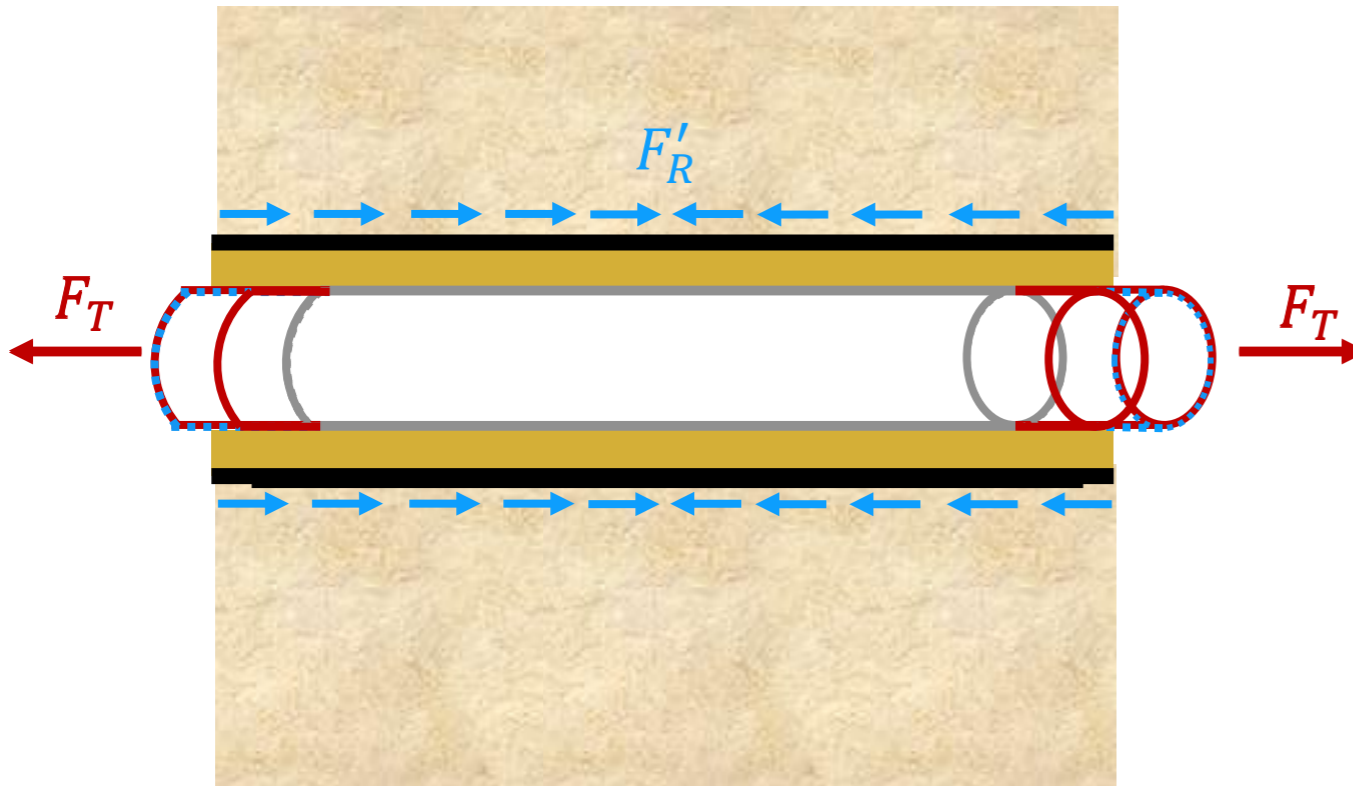
Besonderheit: Bettungsmaterial

Maßgebliche Vorgaben aus DIN EN 13941-2 (1)

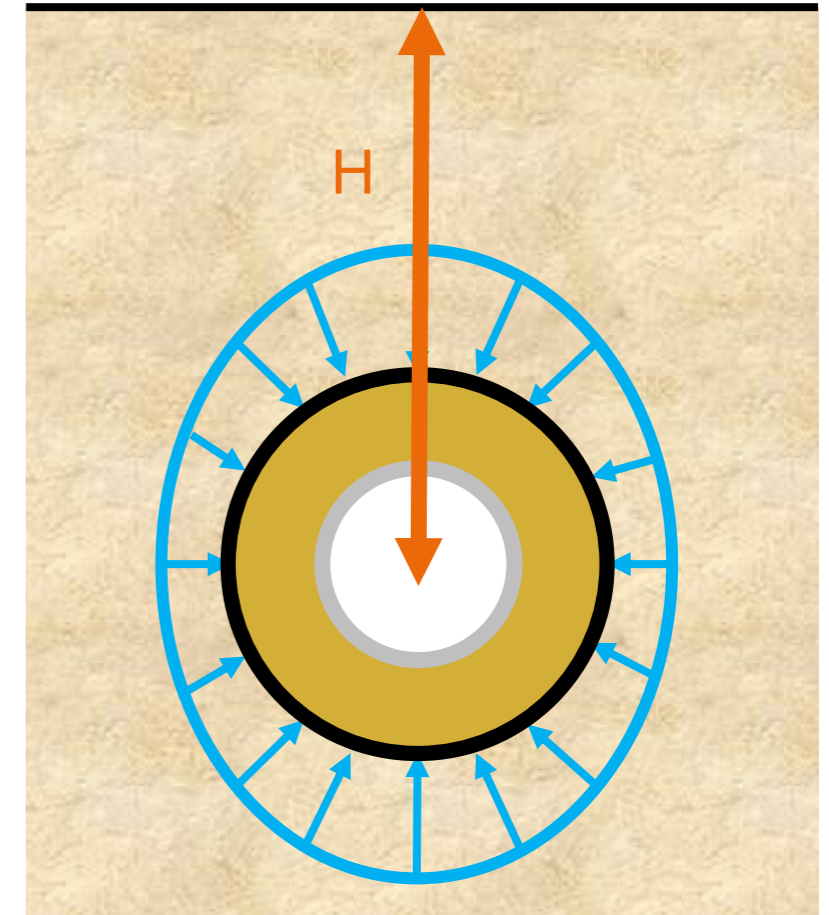
- » Die Vorgaben für die **Verfüllzone** richten sich nach den baulichen Vorgaben dessen, was oberhalb der Rohrleitung ist.
 - Ungeeignetes Material (z. B. Steine und Felsbrocken) darf nicht verwendet werden.
- » Die **Rohrzone** (mindestens ein Bereich von 0,1 m um die Ummantelung herum) muss mit dem **spezifizierten Bettungsmaterial** verfüllt werden. Vorgaben sind u.a.:
 - **Kornform:** KEINE großen, scharfkantige Körner,
 - **Verdichtung:** Proctorwerte \varnothing 97 % - 98 % (min. 94 %)



Besonderheiten: Wärmedehnung



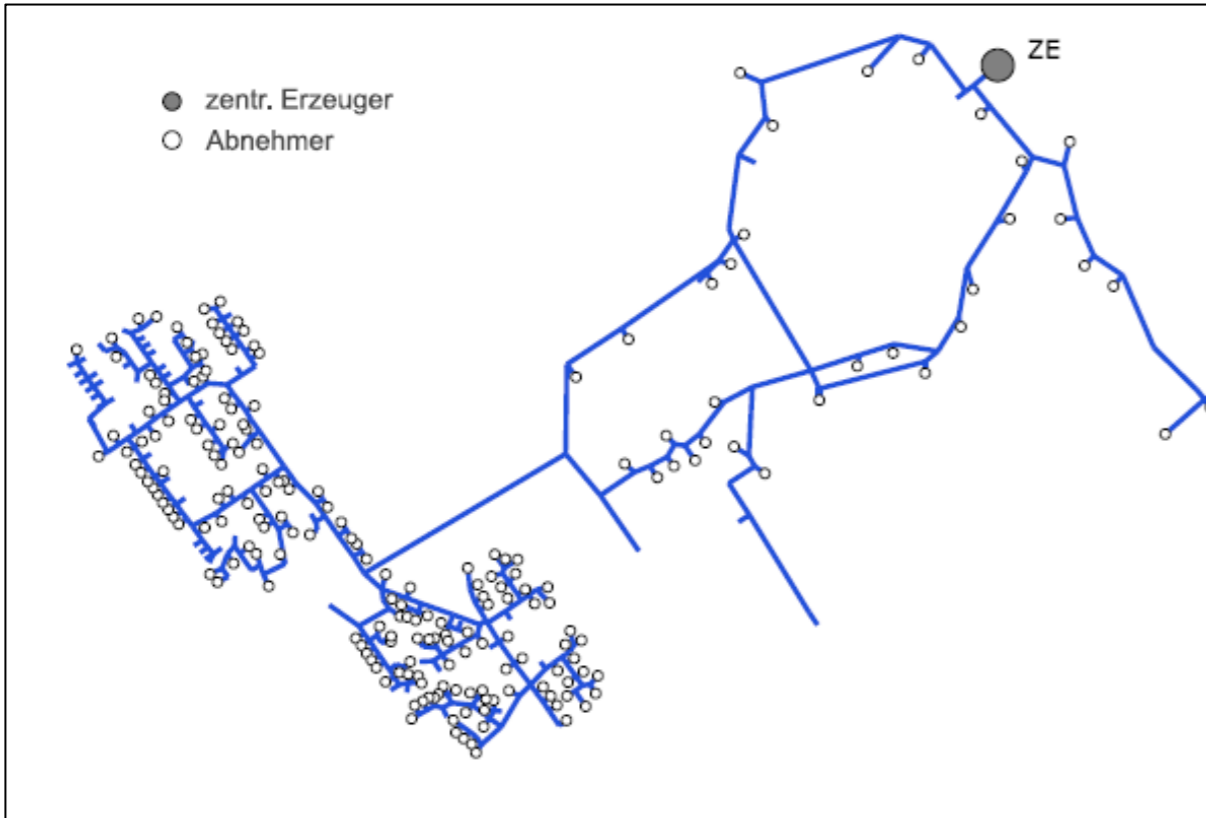
Weitere Bestandteile durch Innendruck und Querkraft aus Querschenkel werden hier vernachlässigt. Umfassende Erklärungen und Berechnungsvorgaben sind in AGFW FW401 Teil 10 (2) zu finden.



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an AGFW FW 401_10 (2)

Die „**Erdüberdeckung ab Rohrachse**“ (H) beeinflusst direkt die **radiale Erdruckspannung** und diese die **axialen Reibkräfte!**

Besonderheiten: Verlegefiguren



Quelle: AGFW Heftreihe F&E Nr. 54 Abschlussbericht DELFIN (3)



Regelwerk des AGFW FW 401-09: 2021 (4):

- » „Bei der Annäherung an Bäume ist DVGW GW 125 oder FGSV 939 zu beachten. Weitere Hinweise können [DIN18920:2014] und [RAS-LP 4*] entnommen werden.“

Im wortgleichen Regelwerk: DVGW GW 125, FGSV 939 (5) & DWA-M 162 aus 2013 heißt es:

- » Als Planungsgrundsatz sollte [...] der **Abstand** der unterirdischen Leitungen (Außendurchmesser) **mindestens 2,50 m** von der Stammachse betragen. [...] **Größere Abstände empfehlen** sich auch bei Grabenaushub in **offener Bauweise** [...].

*muss angepasst werden auf FGSV 293/4 - R SBB“ Richtlinien zum Schutz von Bäumen und Vegetationsbeständen bei Baumaßnahmen“



Lebensphasen (siehe auch AGFW Fachbericht FW 451 (6))

Bauphase

Großer Einfluss



Betriebsphase

Kaum Einfluss

Nachverdichten

Schäden

Lebensdauer von KMR

- 30 / 50 Jahre Auslegung nach (7)
- 70 bis 100 Jahre Praxiserfahrungen
- Tendenz steigend bspw. aufgrund niedriger Temperaturfahrweisen



Fernwärme und Vegetation

„Praxisvalidierung langfristiger Schutzmaßnahmen von Bäumen/ Baumwurzeln in Versuchsstrecken unterirdischer Fernwärmeleitungen in Frankfurt a.M. und Chemnitz“

- » Förderkennzeichen: 37838/01-23
- » Laufzeit des Vorhabens: 01.02.2022 – 31.01.2023 (12 Monate)
- » Gefördert durch:



- » Projektpartner:



1. Können (Baum-) Wurzeln Fernwärmeleitungen beschädigen oder negativ beeinflussen?
2. Hat der Wärmeeintrag von Fernwärmeleitungen einen Einfluss auf das Wachstumsverhalten oder die Vitalität von Bäumen und Wurzeln?
3. Welchen Einfluss hat das Verfüllmaterial auf das Wurzelwachstum?
4. Welche Besonderheiten sind bei der Planung von Fernwärmetrassen an Baumstandorten zu berücksichtigen?



Quelle: pixabay.com

Können (Baum-) Wurzeln Fernwärmeleitungen beschädigen oder negativ beeinflussen?

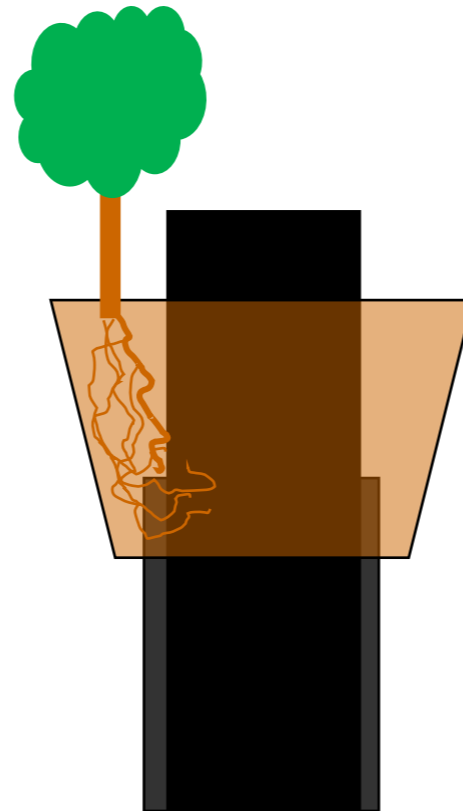
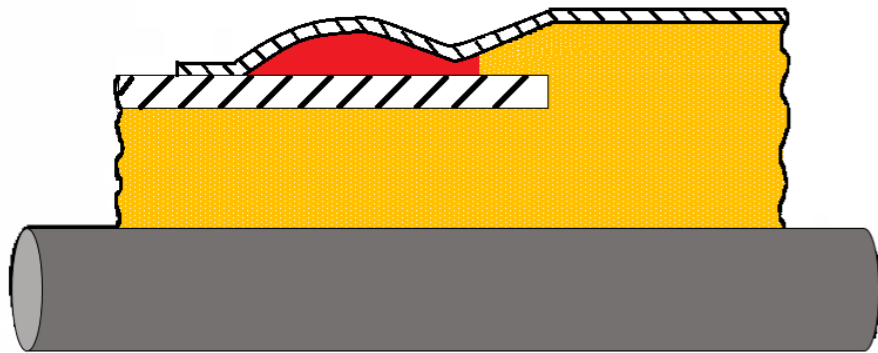
- a. Können Wurzeln in KMR-Muffenverbindungen einwachsen?
- b. Sind Wurzeln in der Lage KMR zu verformen/ einzudrücken?
- c. Beeinflussen Wurzeln die FW-Statik?



Können Wurzeln in KMR-Muffenverbindungen einwachsen?

Versuch

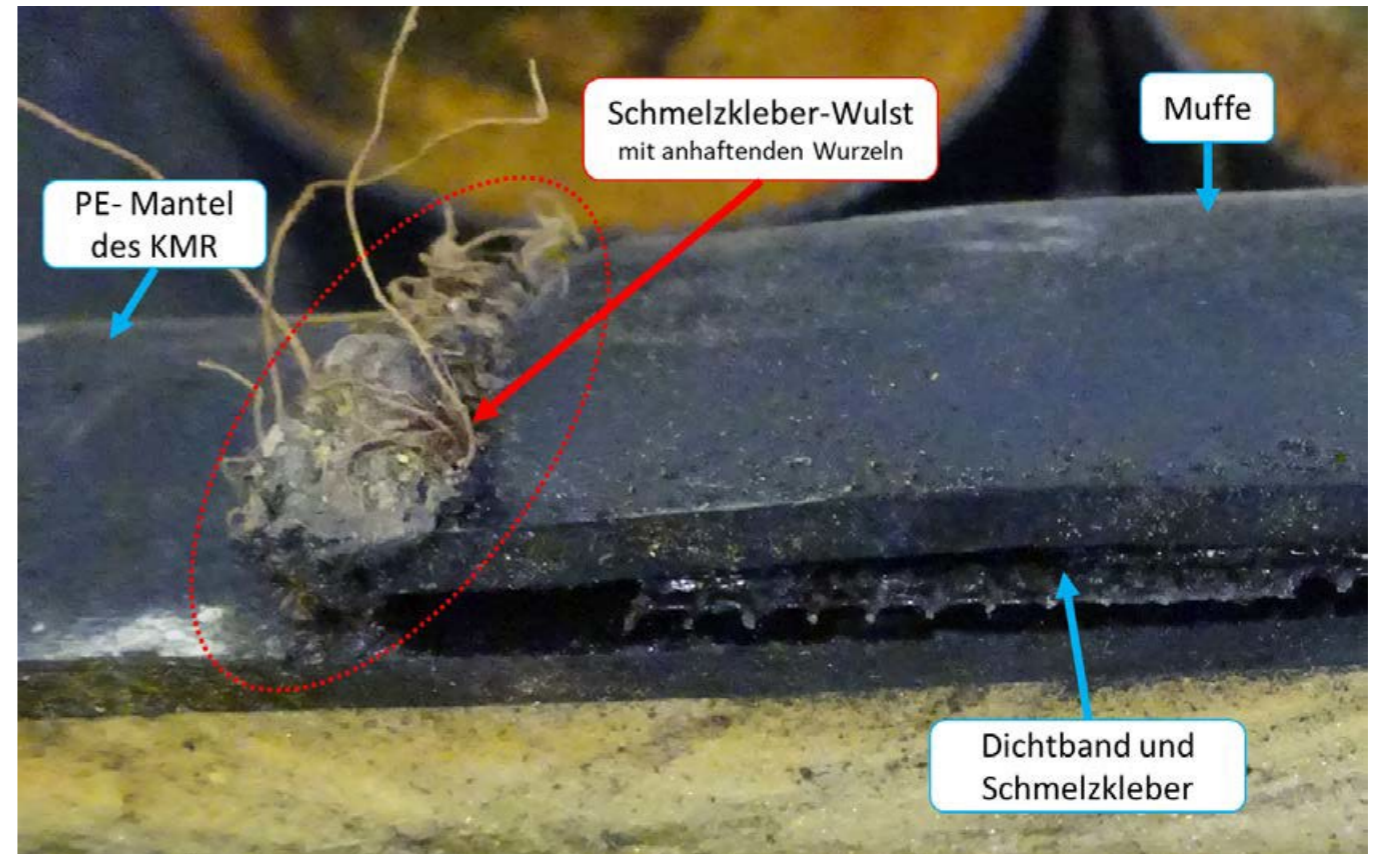
- » **Ziel:** Wurzeleinwuchs in Muffenverbindung untersuchen
- » Teilweise Fehler eingebaut (z.B. Fremdkörper eingebracht)



Können Wurzeln in KMR-Muffenverbindungen einwachsen?

Ergebnis

- » Bei fachgerecht ausgeführten PE-Muffen ist kein Wurzeleinwuchs zu erwarten.



Können Wurzeln in KMR-Muffenverbindungen einwachsen?

Ergebnis

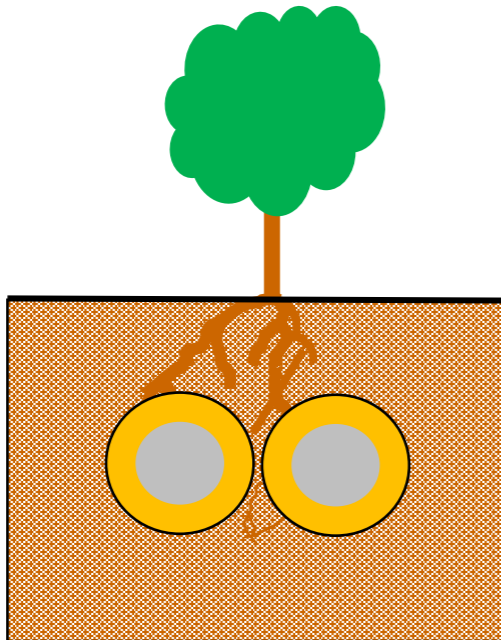
- » Grobe Fehler, ermöglichen auch das Eindringen von Substrat und Wurzeln



Sind Wurzeln in der Lage KMR zu verformen/ einzudrücken?

Versuch

- » **Ziel:** Untersuchen ob Wurzeln durch Dickenwachstum eine PE-Ummantelung beschädigen können?
- » Dickenwachstum an PE-Ummantelung mit Widerlager



Sind Wurzeln in der Lage KMR zu verformen/ einzudrücken?

Ergebnis

- » Bisher keine Schäden an der Rohroberfläche feststellbar.



Sind Wurzeln in der Lage KMR zu verformen/ einzudrücken?



» Wurzelwachstum nach 13 Monaten



≈ 18,5 mm

≈ 64 mm

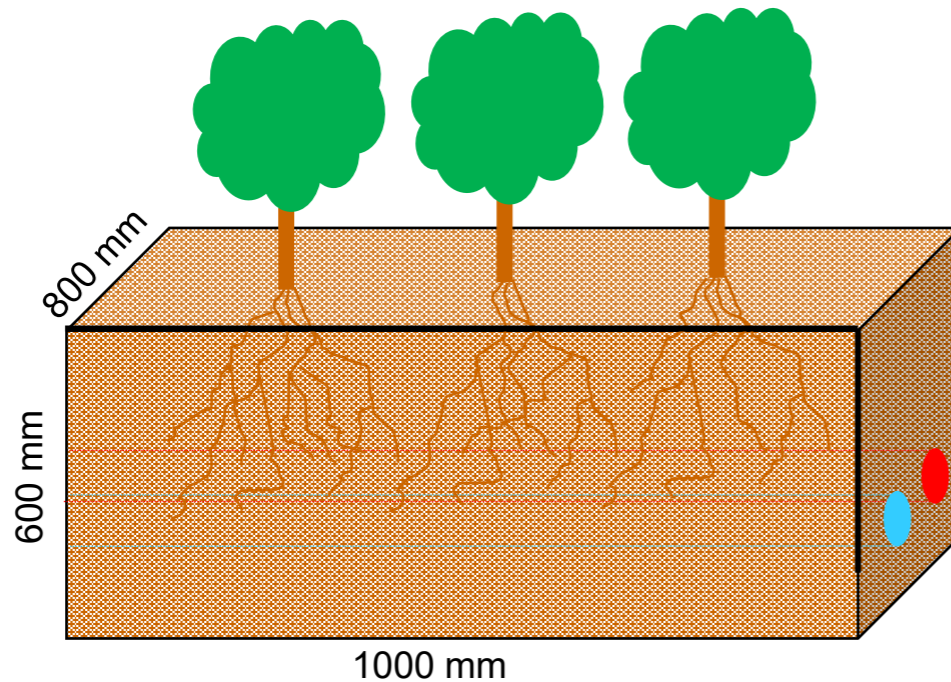
Hat der Wärmeeintrag von Fernwärmeleitungen einen Einfluss auf das Wachstumsverhalten oder die Vitalität von Bäumen und Wurzeln?

- a. Wärmefelder um FW-Leitungen
- b. Beeinflusst der Wärmeeintrag von Fernwärme-Leitungen ins Erdreich das Wurzelwachstum?
- c. Ändert sich das (Wachstums-) Verhalten von Bäumen im Fernwärme-Leitungsbereich?

Beeinflusst der Wärmeeintrag von Fernwärme-Leitungen ins Erdreich das Wurzelwachstum?

Versuch

- » Einflusses von Wärme Ausbreitung des Wurzelwachstums
- » Versuche im Freien bei T_U
- » Heizpatrone ca. 36° Celsius (roter Punkt)
- » Trinkwasserleitung (blauer Punkt)



Beeinflusst der Wärmeeintrag von Fernwärme-Leitungen ins Erdreich das Wurzelwachstum?

Ergebnisse

- » Wurzeln erreichen Kistensohle
- » Keine Vorzugsrichtung erkennbar
- » Im Bild beispielhaft:
 - » von **Warm zu Kalt**
 - » und **Kalt zu Warm**
- » **Kein Einfluss auf das Wurzelwachstum durch Heizpatrone mit ca. 36° Celsius erkennbar!**



Ändert sich das (Wachstums-) Verhalten von Bäumen im Fernwärme-Leitungsbereich?

Ergebnisse

- » Laboruntersuchungen ergänzt um 11x In-situ-Aufgrabungen
- » Keine Beeinträchtigung der Vitalität feststellbar



» **Leitsatz 2 „Wärmefeld im Erdreich“**

Die Wärmeabstrahlung von KMR-Fernwärmeleitungen, hat keinen erkennbaren Einfluss auf das Wurzelwachstum von Bäumen.

» **Leitsatz 3 „Muffenverbindungen an KMR“**

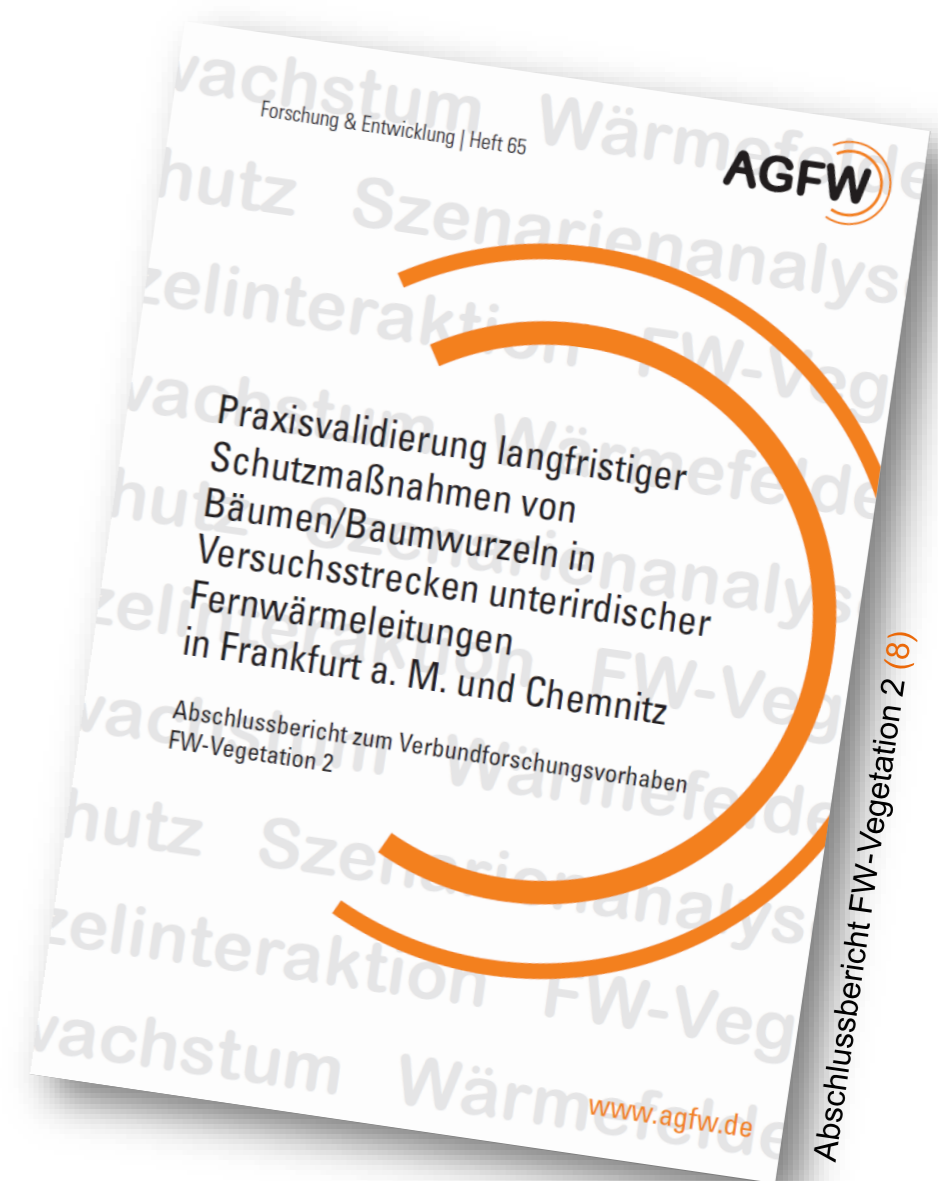
Bei fachgerecht ausgeführten KMR Fernwärmeleitungen ist kein Wurzeleinwuchs zu erwarten.

» **Leitsatz 4 „Interaktion von Wurzeln und FW-Leitungen“**

Eine Interaktion zwischen Wurzeln und Fernwärmeleitung ist weitestgehend schadensfrei möglich

» **Leitsatz 5 & 6 „Substrate“**

Durch den gezielten Einsatz von porenreichen Böden (Substraten) und porenarmen (z.B. ZFSV) kann das Wurzelwachstum auf bestimmte Bereiche konzentriert werden, sodass die Wahrscheinlichkeit von Wurzelwachstum in andere Bereiche (z.B. Bettungsbereich der Leitungszone) verringert wird.



- » Nur durch Kompromisse kann das „Bäumen oder Fernwärme“ aufgelöst werden.
- » Die Forschungsergebnisse bilden eine sachliche Diskussionsgrundlage, da die Interaktion von Vegetation mit KMR im Einzelfall weder für die Rohrleitung noch die Pflanze ein Problem darstellt.
- » In der Praxis ist ein gegenseitiges Verständnis wichtig, da es nachvollziehbare Gründe gibt Wurzeln und erdverlegte Leitungen auf Abstand zu halten.
- » Tiefbaumaßnahmen (auch bei Nachverdichtung, oder Leitungsschäden) sind bei offener Bauweise immer mit einem Eingriff ins Erdreich verbunden.
- » Die erwartete Lebensdauer von Fernwärmeleitungen und Bäumen übersteigt im Regelfall die Lebensarbeitszeit der initialen Akteure, sodass Kompromisse nachvollziehbar und rechtssicher dokumentiert werden müssen.
- » **Nachhaltige Energieversorgung und lebenswerte, grüne Städte schließen sich nicht aus!**



Praxishilfe Fernwärmeleitungen und Bäume (9)

- (1) DIN EN 13941-2:2019. Fernwärmerohre - Auslegung und Installation von gedämmten Einzel- und Doppelrohr- Verbundsystemen für direkt erdverlegte Fernwärmenetze.
- (2) AGFW FW 401-10:2022. Teil 10: Statische Auslegung; Grundlagen der Spannungsermittlung. In: AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V. (Hrsg.): Regelwerk Fernwärme. Acknowledged rules of technology for district heating cooling and CHP.
- (3) AGFW Heftreihe F&E Heft 54: DELFIN - Decentralized Feed-In "Prognose der Auswirkung dezentraler Einbindung von Wärme aus erneuerbaren Energien und anderen Wärmeerzeugern in Fernwärmenetze", März 2020, ISBN: 3-89999-084-6.
- (4) AGFW FW 401-9:2021. Teil 9: Verlegung und Statik von Kunststoffmantelrohren (KMR) für Fernwärmenetze. Entwurfs- und Ausführungsplanung. In: AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V. (Hrsg.): Regelwerk Fernwärme. Acknowledged rules of technology for district heating. cooling and CHP.
- (5) Merkblatt Bäume, unterirdische Leitungen und Kanäle. FGSV R2 - Regelwerke FGSV 939, FGSV - DWA - DVGW, Köln 2013
- (6) AGFW FW 451:2024. Fachbericht: „Verlegung und Betrieb von Fernwärme-leitungen – Auswirkungen auf Schutzgüter, Umgang mit Kampfmitteln und Natureinwirkungen“. In: AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V. (Hrsg.): Regelwerk Fernwärme. Acknowledged rules of technology for district heating. cooling and CHP.
- (7) DIN EN 13941-1:2019. Fernwärmerohre – Auslegung und Installation von gedämmten Einzel- und Doppelrohr- Verbundsystemen für direkt erdverlegte Heißwasser-Fernwärmenetze.
- (8) Grimm, S., Stützel, T., Salomon, M., Möllers, K., Huther, H. u. Bossler, B.: Praxisvalidierung langfristiger Schutzmaßnahmen von Bäumen/ Baumwurzeln in Versuchsstrecken unterirdischer Fernwärmeleitungen in Frankfurt a. M. und Chemnitz. Abschlussbericht zum Verbundforschungsvorhaben FW-Vegetation 2. AGFW Heftreihe "Forschung & Entwicklung", Bd. 65, ISBN: 3-89999-095-1, Frankfurt am Main: AGFW-Projektgesellschaft für Rationalisierung, Information und Standardisierung mbH
- (9) AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V.: Praxishilfe Fernwärmeleitungen und Bäume,2022. Espig, Frank; Gauger, Frank. www.agfw.de

darum fernwärme ...

denn sie ist stubenrein und hilft,
CO₂ zu vermeiden.



www.agfw.de/fw-vegetation

Sebastian Grimm
Forschung &
Entwicklung
E-Mail:

s.grimm@agfw.de

Tel: +49 (0)69/ 6304-
200

„Durch eine strukturierte Szenarienanalyse können die Vor- und Nachteile verschiedener Trassenalternativen transparent und nachvollziehbar bewertet werden.“

- » **Bereits im Forschungsvorhaben FW-Vegetation 1 wurde darauf verwiesen, dass eine funktionierende Kommunikation zwischen allen Beteiligten eine zentrale Rolle bei der Bewertung von Trassenalternativen einnimmt.**
- » **AGFW Praxishilfe, mit dem Schwerpunkt auf den zu vereinbarenden rechtlichen und organisatorischen Rahmenbedingungen bei gemeinsamer Nutzung des unterirdischen Raums durch Fernwärmeleitungen und Bäume (siehe [15]).**

„Die Wärmeabstrahlung von KMR-Fernwärmeleitungen hat keinen erkennbaren Einfluss auf das Wurzelwachstum von Bäumen (auch bei Unterschreitung des nach DIN 18920 [9] empfohlenen Mindestabstandes). An den Bau und Betrieb von FW-Leitungen (KMR) an Baumstandorten müssen somit keine weitergehenden Anforderungen im vgl. zu anderen unterirdischen Leitungen und Kanälen gestellt werden.“

- » **Dieser Leitsatz hat sich auf Grundlage der weitergehenden Untersuchungen bekräftigt.**
- » **Sowohl in Chemnitz als auch in Frankfurt Riedberg konnten keine signifikanten Auswirkungen der Fernwärmeleitungen auf das Wurzelwachstum festgestellt werden.**
- » **Das erweiterte und kalibrierte Simulationsmodell zeigt ebenfalls keine als kritisch bewerteten Wärmefelder für Wurzeln und Bäume.**
 - Die Simulationsergebnisse zeigen, dass warmgehende Fernwärmeleitungen die Bodenfeuchte und damit das direkt für die Vegetation verfügbare Wasser in geringem Umfang beeinflussen.
 - Im gesamten Berechnungsgebiet sind diese Effekte allerdings nicht mehr zu erkennen, da sich die Bodenfeuchte im Gesamtgebiet ausgleicht.
 - Umgebungseinflüsse wie Niederschlagsmenge, Sonneneinstrahlung oder Umgebungstemperatur beeinflussen den Feuchtegehalt stärker, was auch zu den Beobachtungen in Frankfurt Riedberg passt.

„Nur bei fachgerecht (nach den Vorgaben der gültigen Technischen Regeln AGFW FW 401-14 [16] und DIN EN 13941 Teil 2 [8]) ausgeführten Fernwärmeleitungen ist kein Wurzeleinwuchs zu erwarten. Die Einhaltung der Qualitätssicherungsstandards, der vorgenannten Technischen Regeln, sind bei der Errichtung von Fernwärmeleitungen an Baumstandorten zwingend erforderlich. Tritt überschüssiger Schmelzklebstoff an den Muffenenden aus, ist auch dort eine stoffschlüssige Verbindung vorhanden, die verhindert, dass an der Muffe potentielle Angriffspunkte (kleinste Hohlräume/ Schlitze) für die Wurzel entstehen.“

- » **In den unterschiedlichen Versuchsfeldern können weiterhin keine Beeinträchtigungen bzw. Problemstellen an KMR-Muffenverbindungen festgestellt werden. Somit kann auch für diese vergleichsweise kurze Versuchsdauer Leitsatz 3 bekräftigt werden.**

„Eine Interaktion zwischen Wurzeln und Fernwärmeleitung ist weitestgehend schadensfrei möglich.“

- » **Die aktuellen Ergebnisse der Bonituren zeigen, dass keine Unterschiede in der Entwicklung und Periodizität der Bäume zwischen fernwärmeleitungsnahen und -fernen Bäumen festzustellen waren.**
- » **Die Auswertung der Eindruckversuche zeigte, dass unter den richtigen „Zwangsbedingungen“ eine Deformation der Rohrleitungen möglich ist, eine schädliche Interaktion in der Praxis weiterhin als unwahrscheinlich angesehen.**
- » **Der Betrieb der Leitungen in den Versuchsfeldern ist nach Kenntnis des Projektteams schadensfrei möglich. Entsprechend kann auch Leitsatz 4 ebenfalls bekräftigt werden.**

„ZFSV-Rezepturen können, unter Berücksichtigung der Eigenschaften des anstehenden Erdreichs, so eingestellt werden, dass sie schlechter durchwurzelt werden können als der anstehende Boden und so vor Wurzeleinwuchs schützen.“

- » **In der Projektphase FW-Vegetation 2 wurden keine eigenen Untersuchungen an zeitweise fließfähigen selbstverdichtenden Verfüllbaustoffen (ZFSV) durchgeführt.**
- » **Weitergehende Untersuchungen im IKT Partnerprojekt „Vergleichende Untersuchung von zeitweise fließfähigen selbstverdichtenden Verfüllbaustoffen (ZFSV), sowie in der Dissertation „Untersuchung von bautechnischen Schutzmaßnahmen gegen Wurzel-Rohr-Interaktionen“ verfolgten das Thema weiter.**
- » **Alle dabei eingesetzten und untersuchten ZFSV können einen Beitrag zum Schutz vor Wurzeleinwuchs leisten.**

„Durch das Einbringen von porenreichen Böden (Substrate) am Baumstandort kann, bei fachgerechtem Einbau, das Wurzelwachstum auf diese Bereiche konzentriert werden, sodass die Wahrscheinlichkeit von Wurzelwachstum in andere Bereiche (z.B. Bettungsbereich Leitungszone) verringert wird.“

- » **Für die Vegetation ist eine ausreichende Wasserverfügbarkeit im Erdreich von entscheidender Bedeutung. Die Wärmeabgabe von KMR-Fernwärmeleitungen beeinflusst die Wasserverfügbarkeit nur in geringem Maße.**
- » **Substrate weisen unterschiedliche Wasserspeicherkapazitäten auf und unterscheiden sich auch bei der vom Baum nutzbaren Wassermenge.**
- » **Bei der Planung von Baumaßnahmen mit Fernwärmetrassen in Vegetationsnähe sollte deshalb auf einen ausreichenden Wurzelraum außerhalb der Rohrleitungszone geachtet werden.**