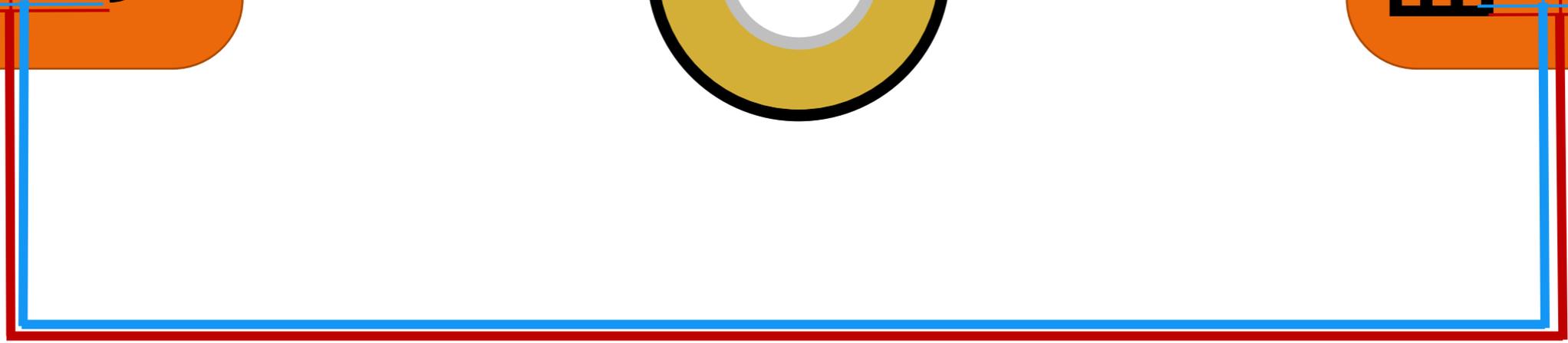
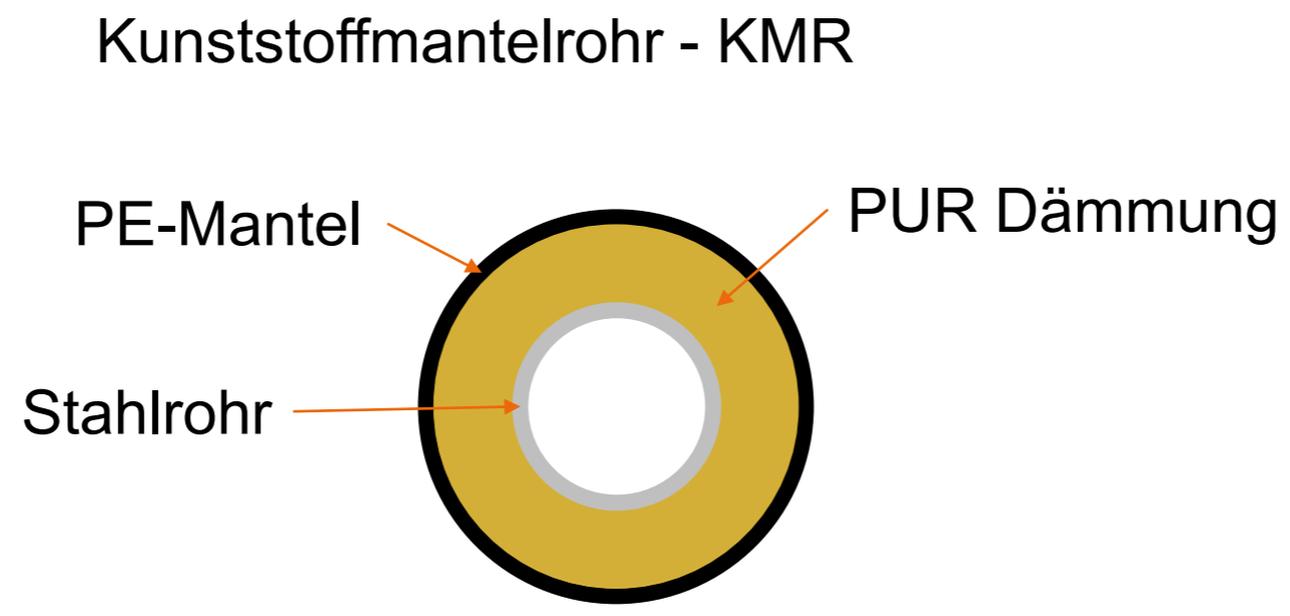
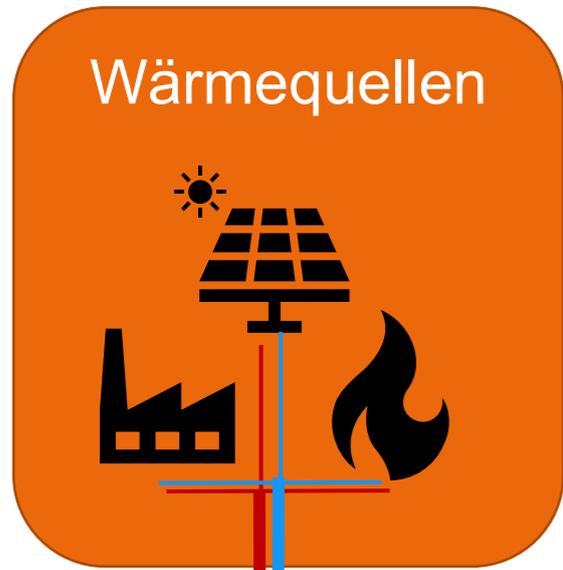


# „Untersuchung der Interaktion zwischen Bäumen/Baumwurzeln und unterirdischen Fernwärmeleitungen“

Stadtbäume und ihre Standorte – Ergebnisse aus der DBU-  
Forschung

Sebastian Grimm, Kilian Möllers, Thomas Stützel | Osnabrück | 13.12.2023

- » **Fernwärme und der AGFW**
- » **Einleitung Forschungsaktivitäten „Fernwärme & Vegetation“**
- » **Der Einfluss von Baumwurzeln auf KMR**
- » **Der Einfluss von Fernwärme auf Bäume**
  - Wärmefelder im Erdreich
  - Wurzelversuche
- » **Der Einfluss des Verfüllmaterials**
- » **Praxiserfahrungen FW-Leitungsnahe Bäume**
  - Frankfurt Riedberg
  - Chemnitz
- » **Fazit**





- » **AGFW** fördert seit über 50 Jahren als effizienter, unabhängiger, neutraler Verband die KWK sowie Wärme- und Kältesysteme auf nationaler und internationaler Ebene.
- » **AGFW** vereint rund 680 Fernwärme- und Kälteversorger (regional und kommunal) sowie Industriebetriebe der Branche aus Deutschland und Europa
- » **AGFW** vertritt über 95% des deutschen Fernwärmeanschlusswertes (57.000 MW<sub>th</sub>) – den größten Westeuropas
- » **AGFW** hat die Fachkompetenz über die gesamte Prozesskette der effizienten Wärme- und Kälteversorgung sowie der Kraft-Wärme-Kopplung



## 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**



Zukünftige  
Wärmenetze



Asset-  
management

Erneuerbare  
Energien



Digitalisierung  
in der  
Fernwärme

Internationale  
Vernetzung



„Untersuchung der Interaktion zwischen Bäumen/ Baumwurzeln und unterirdischen FW-leitungen“

- » **Förderkennzeichen:** 33759
- » **Laufzeit des Vorhabens:** 01.07.2017 – 30.06.2020 (30+ 6 Monate)

» **Gefördert durch:**



» **Projektpartner:**



**„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:**



## Projektpartner

### **Prof. Dr. Thomas Stützel**

- » Lehrstuhl für Evolution und Biodiversität der Pflanzen
- » Ruhr-Universität Bochum

### **Dr.-Ing. Mirko Salomon, Kilian Möllers, M.Eng.**

- » Wissenschaftliche Mitarbeiter
- » IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur gGmbH

### **Claudia Hodel, M.Sc., B.Sc.\***

- » Sachverständige vom RP Kassel im Sachgebiet 2.4.4
- » Zorn Sachverständigenbüro Gartenbau

\*kein Formaler Antragspartner

## Projektbegleitkreis

- » **Versorgungsunternehmen**
- » **Grünflächenämter**
- » **Planungsbüros**
- » **Fachkräfte im Bereich Fernwärmestatik**
- » **Baumsachverständige**
- » **Tiefbaufirmen**
- » **Stadtplanungsbüros**
- » **Forschung & Wissenschaft**

- » Fernwärmetrassen meist erdverlegt
- » Wichtiger Baustein der Energie- bzw. Wärmewende
- » Bäume sind u.a. für das urbane Klima sehr wertvoll
- » Konkurrenz im (unterirdischen) Straßenraum:
  - andere leitungsgebundene Infrastruktur
  - Enger werdende Straßenzüge
  - wachsende Bedeutung von „Grün“



Quelle: [www.agora-energiwende.de](http://www.agora-energiwende.de)

## Motivation

### Leck in Leitung für Fernwärme

27. April 2018, 21:59 Uhr

#### Pro Tag versickern 50 000 Liter Wasser an Karl-Theodor-Straße

**Schwabing** - Die Fernwärmeleitung unter der Karl-Theodor-Straße hat ein Leck. Bis zu 50 000 Liter 130 Grad heißes Wasser versickern auf Höhe des Sophie-Scholl-Gymnasiums jeden Tag im Untergrund. Das haben die Stadtwerke jetzt bei einer oberirdischen

Wasserverlustes vorgenommenen oberirdischen Messung festgestellt. Ursache für die undichte Stelle sind vermutlich Baumwurzeln, die in den sogenannten Haubenkanal eingedrungen sind. Der Baum oberhalb der undichten Stelle wird nun schnellstmöglich gefällt

werden, das heiße Wasser hat sein Wurzelwerk beschädigt und damit seine Standsicherheit eingebüßt. Eine Fällmaßnahme ist auch deshalb geboten, weil

dort täglich mehrere hundert Schüler vorbeigehen. "Ob die Wurzeln tatsächlich der Grund für das Leck sind, werden wir allerdings erst sehen, wenn wir die Schadensstelle aufgegraben haben", sagt Stadtwerke-Sprecherin Bettina Hess. So etwas wie hier komme "sehr, sehr selten" vor. Ungeachtet des Prüfergebnisses der Stadtwerke hat der Bezirksausschuss Schwabing-West bereits in einem Eilantrag die Stadt gebeten, im Zuge des für 2019 geplanten Umbaus der Karl-Theodor-Straße die Fernwärmeleitungen neu zu verlegen - diesmal unter der Fahrbahn. Die Lokalpolitiker sorgen sich um den Erhalt der

majestätischen Bäume: Nach einem Gespräch mit einem von den Stadtwerken beauftragten Ingenieurbüro befürchtet Gremiums-Chef Walter Klein (SPD), dass der aktuelle Schaden kein Einzelfall bleiben wird. Sondern dass, sollte sich an der Kanalsituation nichts ändern, in nächster Zeit weitere Lecks an anderen Stellen der Baum-Allee auftreten könnten. Entschieden ist bislang nichts. Fakt ist lediglich, dass die bislang vierspurige Karl-Theodor-Straße auf der Strecke zwischen der Schleißheimer und der Belgradstraße 2019 auf jeweils eine Fahrspur in beide Richtungen reduziert und der Radweg auf die Straße verlegt werden soll.

Quelle: [www.sueddeutsche.de](http://www.sueddeutsche.de)

oberirdischen Messung festgestellt. Ursache für die undichte Stelle sind vermutlich Baumwurzeln, die in den sogenannten Haubenkanal eingedrungen sind. Der Baum oberhalb der undichten Stelle wird nun schnellstmöglich gefällt

mehrere hundert Schüler vorbeigehen. "Ob die Wurzeln tatsächlich der Grund für das Leck sind, werden wir allerdings erst sehen, wenn wir die Schadensstelle aufgegraben haben", sagt Stadtwerke-Sprecherin Bettina Hess. So etwas wie hier komme "sehr, sehr selten" vor. Ungeachtet des Prüfergebnisses der Stadtwerke hat der Bezirksausschuss Schwabing-West bereits in einem Eilantrag die Stadt gebeten, im Zuge des für 2019 geplanten Umbaus der Karl-Theodor-Straße die Fernwärmeleitungen neu zu verlegen - diesmal unter der Fahrbahn. Die



## Regelwerk des AGFW FW 401-09: 2021:

- » „Bei der Annäherung an Bäume ist DVGW GW 125 oder FGSV 939 zu beachten. Weitere Hinweise können [6] und [7] entnommen werden.“

## Im wortgleichen Regelwerk: DVGW GW 125, FGSV 939 & 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** [...].

[6] DIN 18920:2014, *Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Schutz von Bäumen, Pflanzenbeständen und Vegetationsflächen bei Baumaßnahmen*

[7] [DE] RAS-LP 4, *Richtlinie für die Anlage von Straßen, Teil Landschaftspflege, Abschnitt 4: Schutz von Bäumen, Vegetationsbeständen und Tieren bei Baumaßnahmen*



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. Praxiserfahrungen von Bäumen in der Nähe von Fernwärmeleitungen

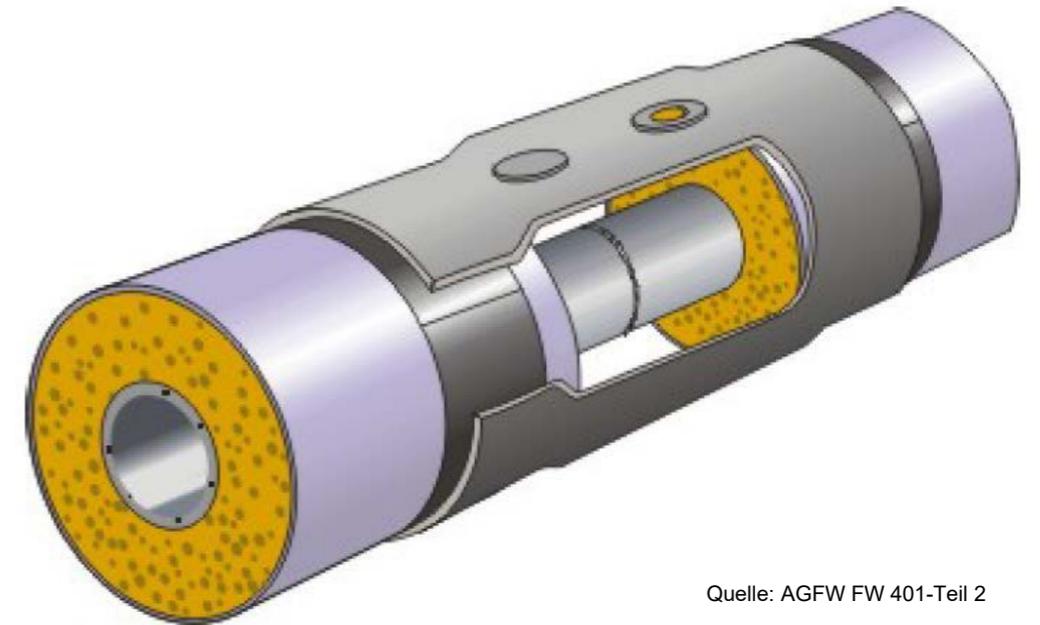


Quelle: pixabay.com

## **Der Einfluss von Baumwurzeln auf KMR**

## 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?

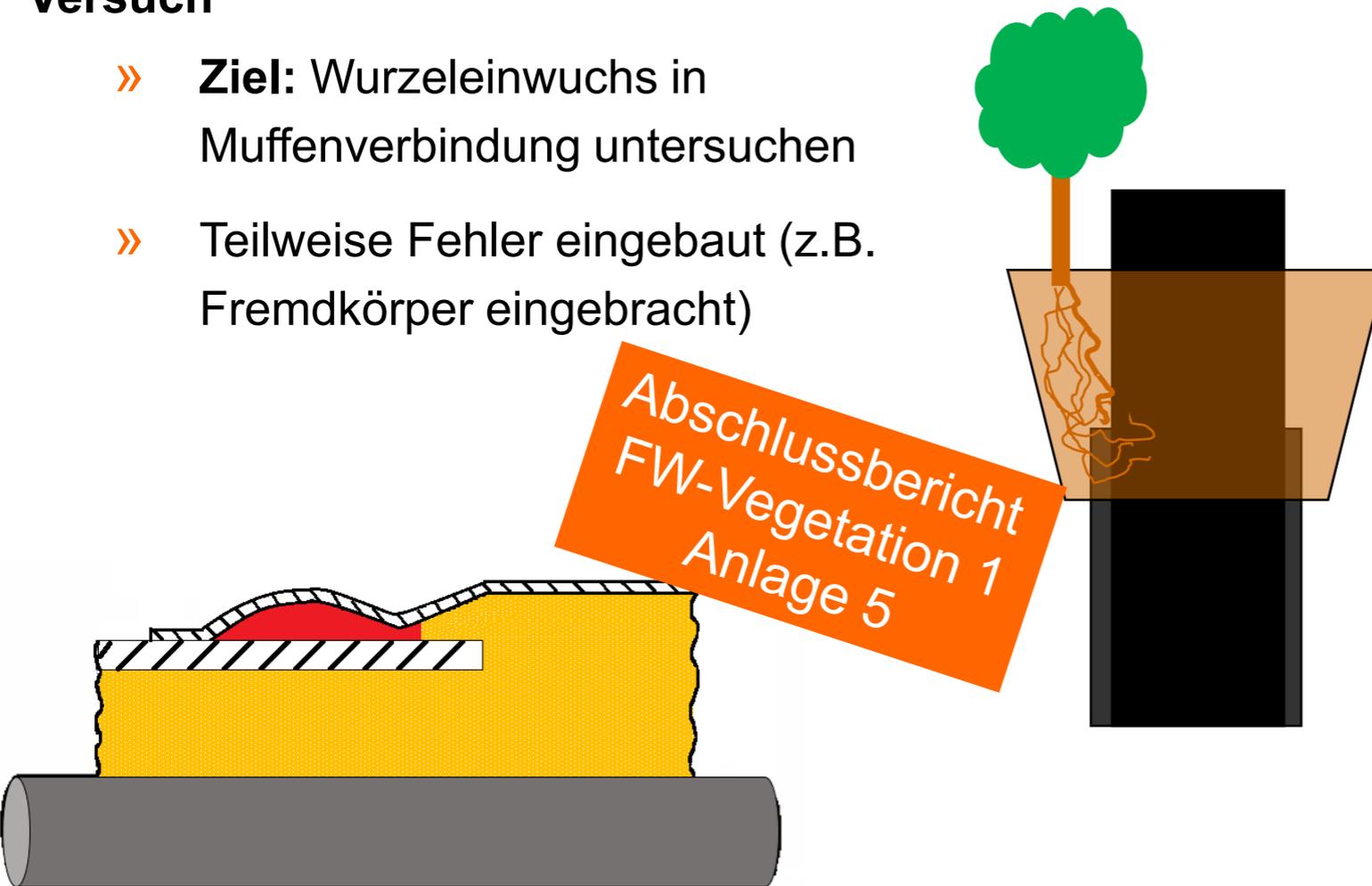


Quelle: AGFW FW 401-Teil 2

## Können Wurzeln in KMR-Muffenverbindungen einwachsen?

### Versuch

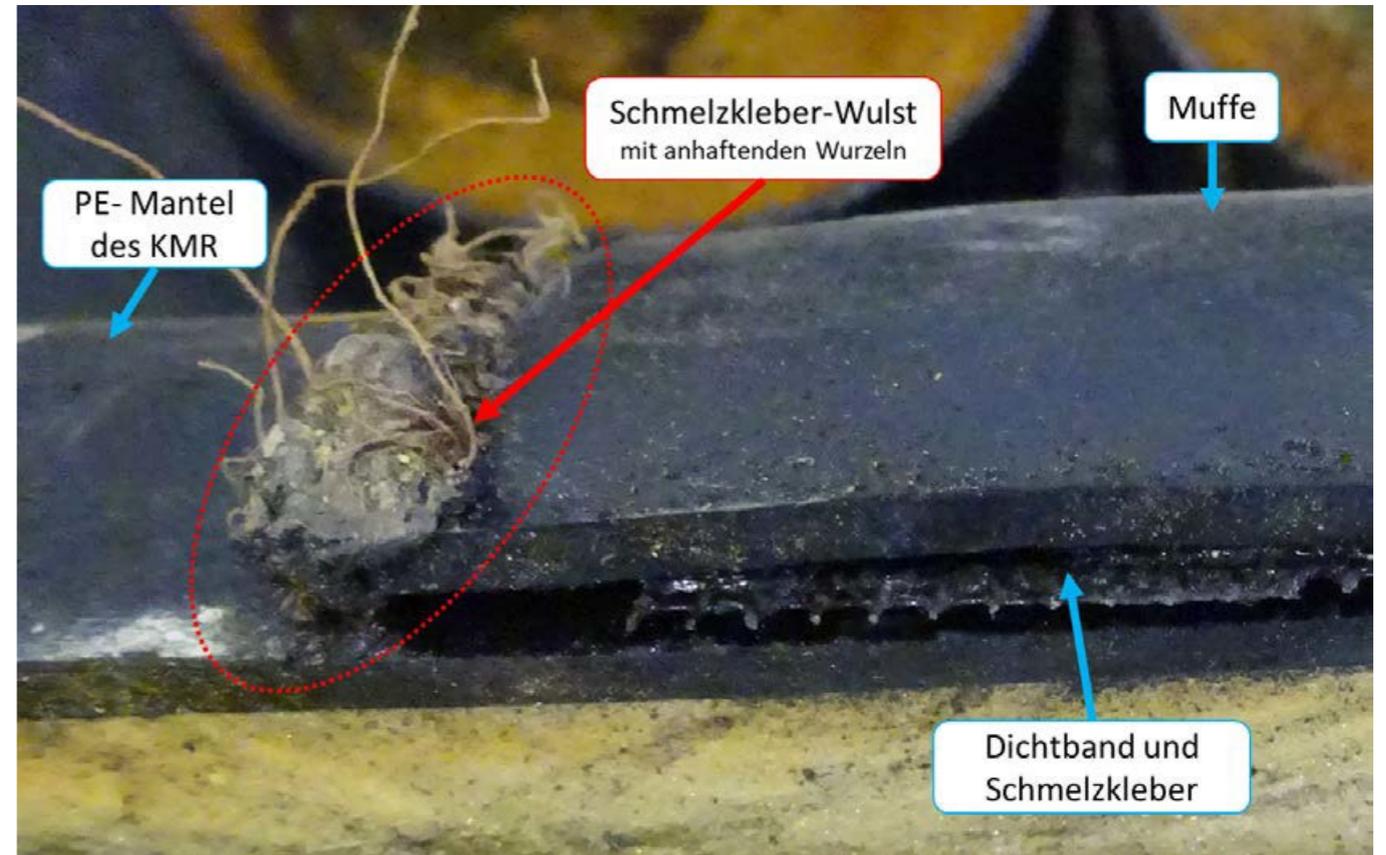
- » **Ziel:** Wurzeleinwuchs in Muffenverbindung untersuchen
- » Teilweise Fehler eingebaut (z.B. Fremdkörper eingebracht)



## Können Wurzeln in KMR-Muffenverbindungen einwachsen?

### Ergebnis

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



## Können Wurzeln in KMR-Muffenverbindungen einwachsen?

### Ergebnis

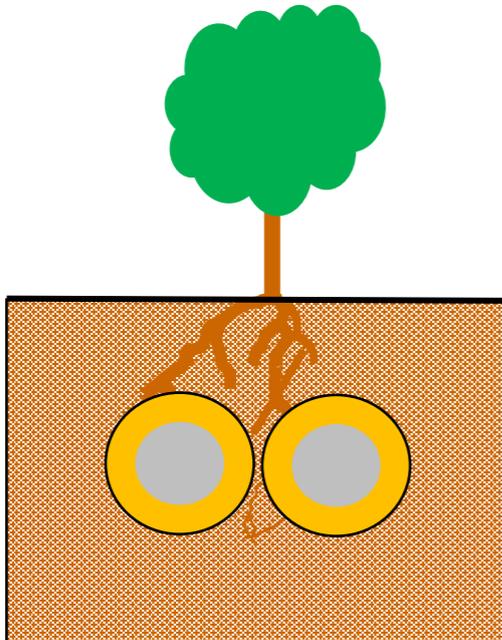
- » Grobe Fehler, ermöglichen auch das Eindringen von Substrat und Wurzeln



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



Abschlussbericht  
FW-Vegetation 1  
Anlage 6



Quelle: IKT

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

## Beeinflussen Wurzeln die FW-Statik?

- » Im Rahmen der Forschungsvorhabens „FW-Vegetation“ konnte diese Fragestellung nicht detailliert untersucht werden.
- » Berichte über entsprechende Probleme sind dem Projektkreis nicht bekannt / zugetragen worden.
- » Eine Veröffentlichung von Bartsch et al. [1] beschreibt ein entsprechendes Phänomen. Es ist zu empfehlen bei KMR den Einfluss von Bäumen unter Windlast auf die Rohrstatik zu prüfen.

[1] Bartsch D., Buchner P., Schleyer A., Eigner G., „Bäume verursachen Verschiebung bei kaltverlegten KMR-Leitungen“, Euroheat & Power 5/2001 S. 52-59.



Entwurzelte Bäume in einem Straßenzug (ohne Fernwärme)  
Quelle: ZDF Heute-Journal 05.07.2023

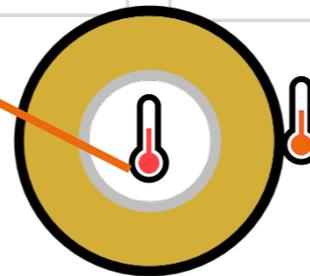
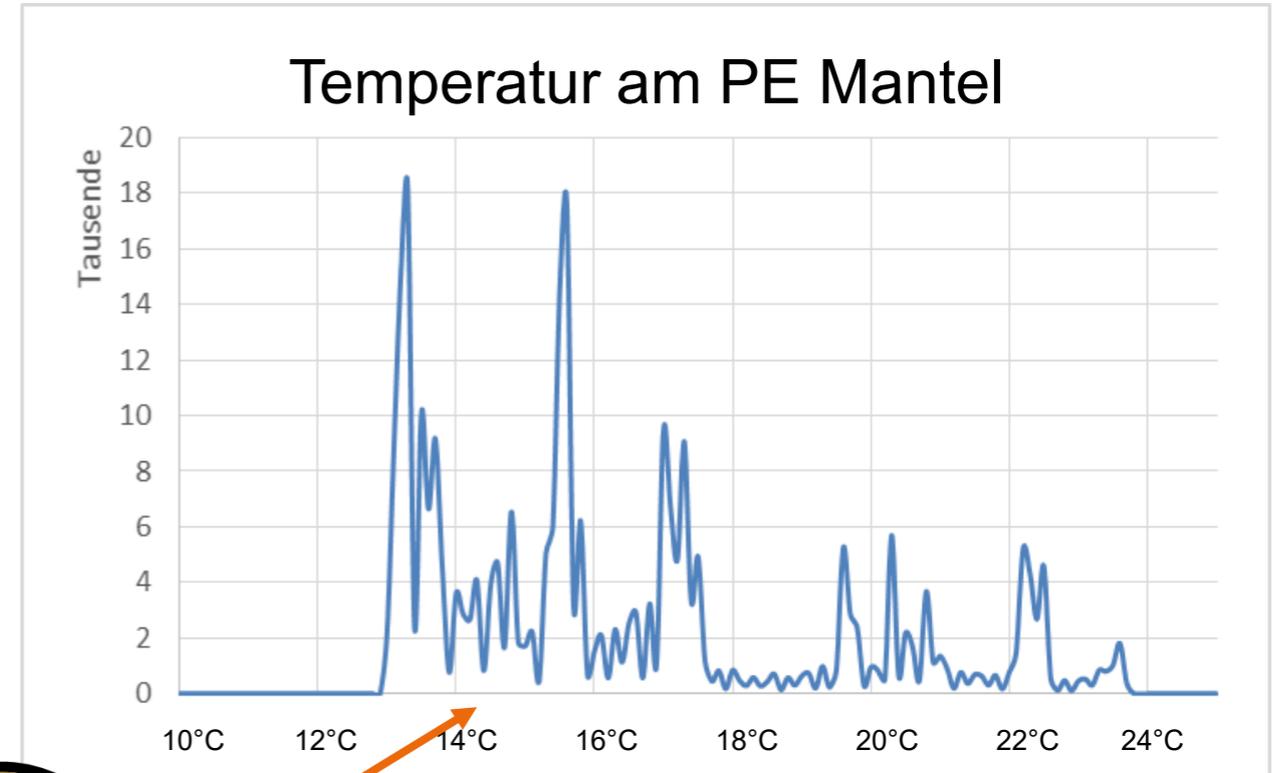
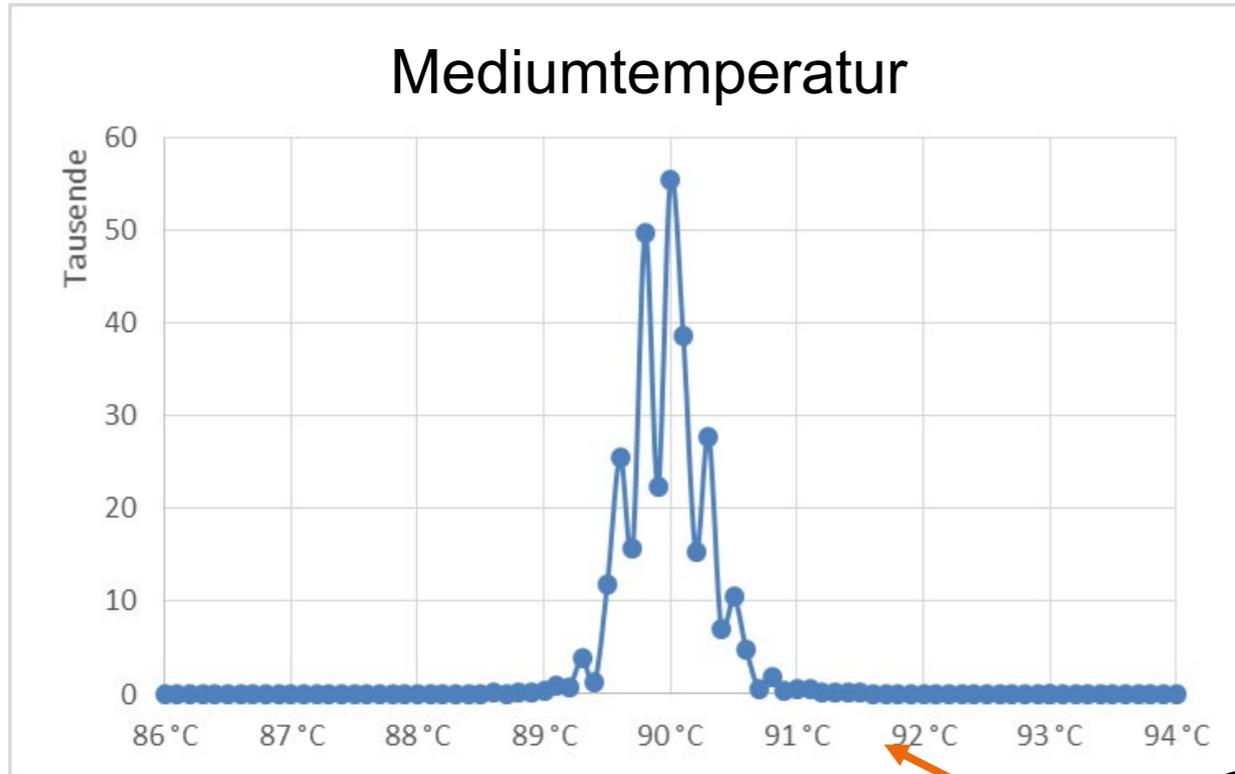
## **Der Einfluss von Fernwärme auf Bäume**

## **Wärmefelder im Erdreich**

## 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?

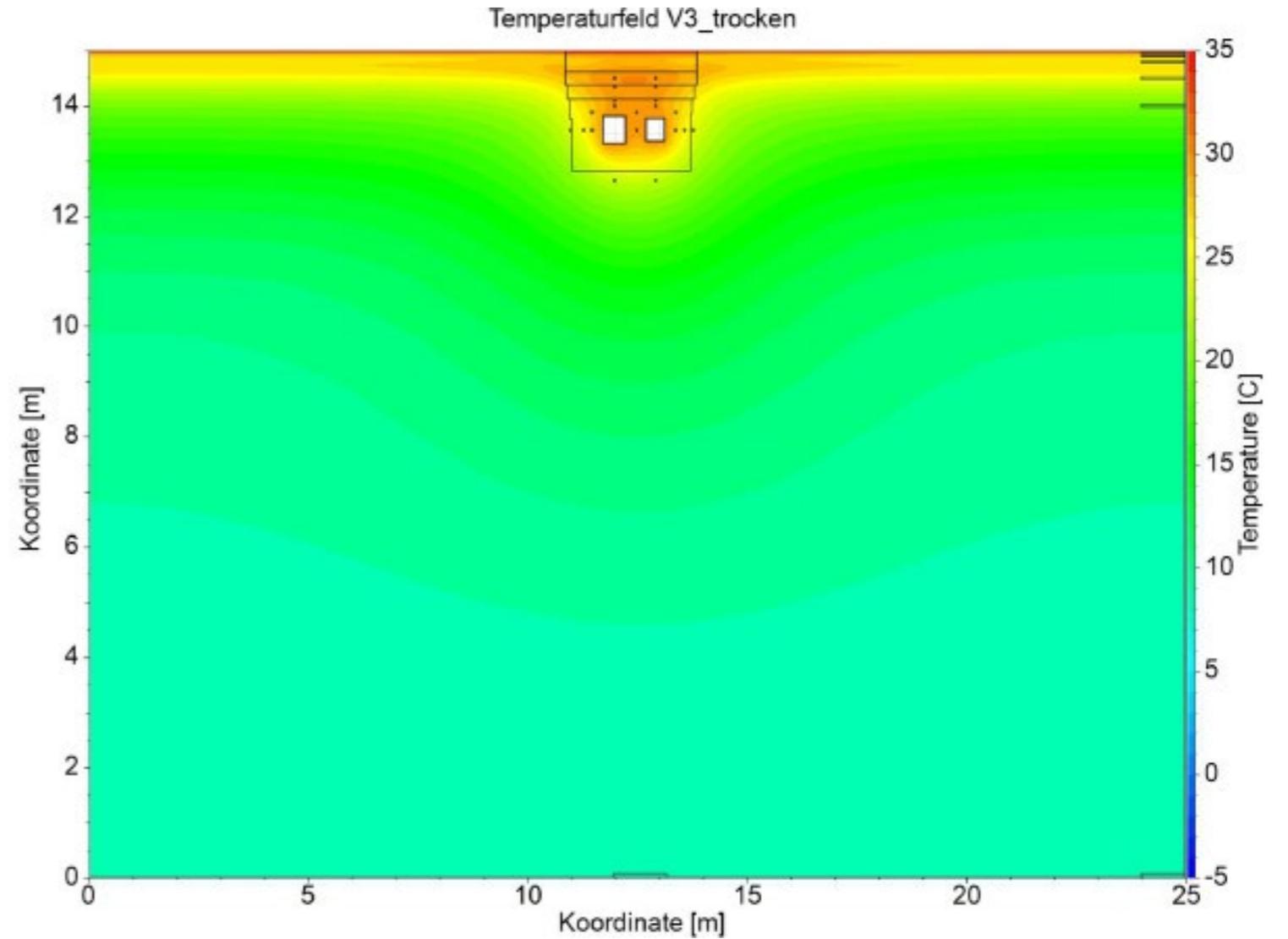
## Anzahl gemessener Temperaturen an einer Forschungsleitung



## Dynamische Simulationsmodelle

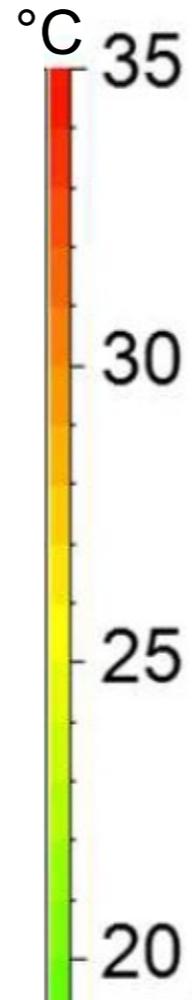
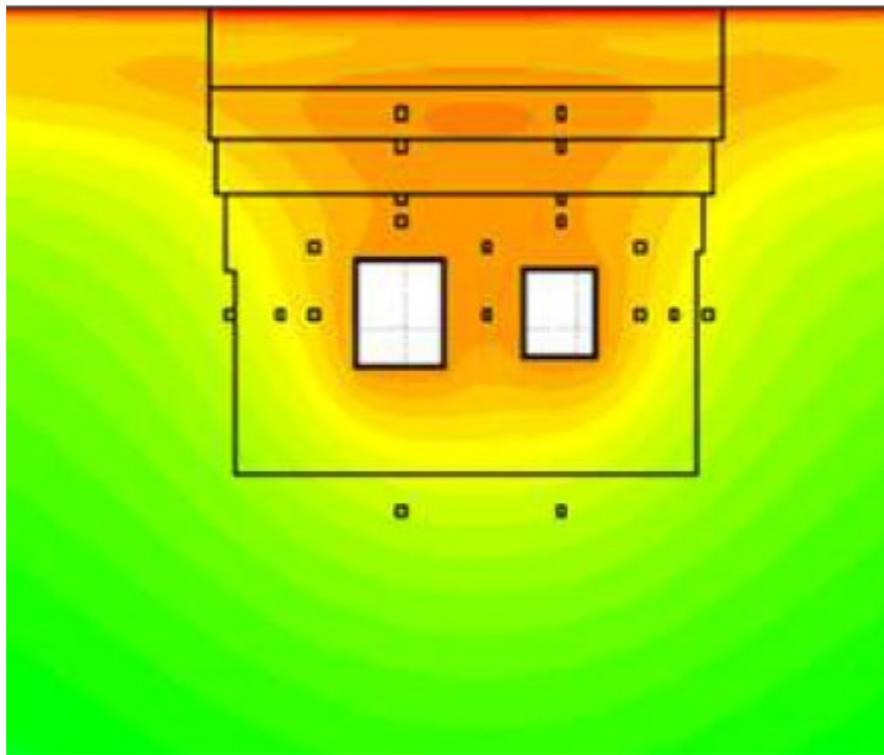
- » **Dynamische Vorlauftemperaturen**
- » **Dynamische Wetterdaten (Testreferenzjahr)**
- » **Strahlungseinflüsse (Verschattung)**

Abschlussbericht  
FW-Vegetation 1  
Anlage 3

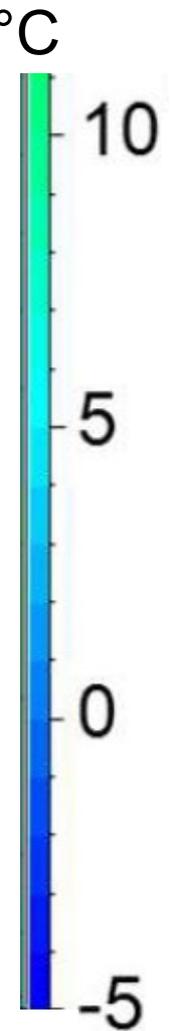
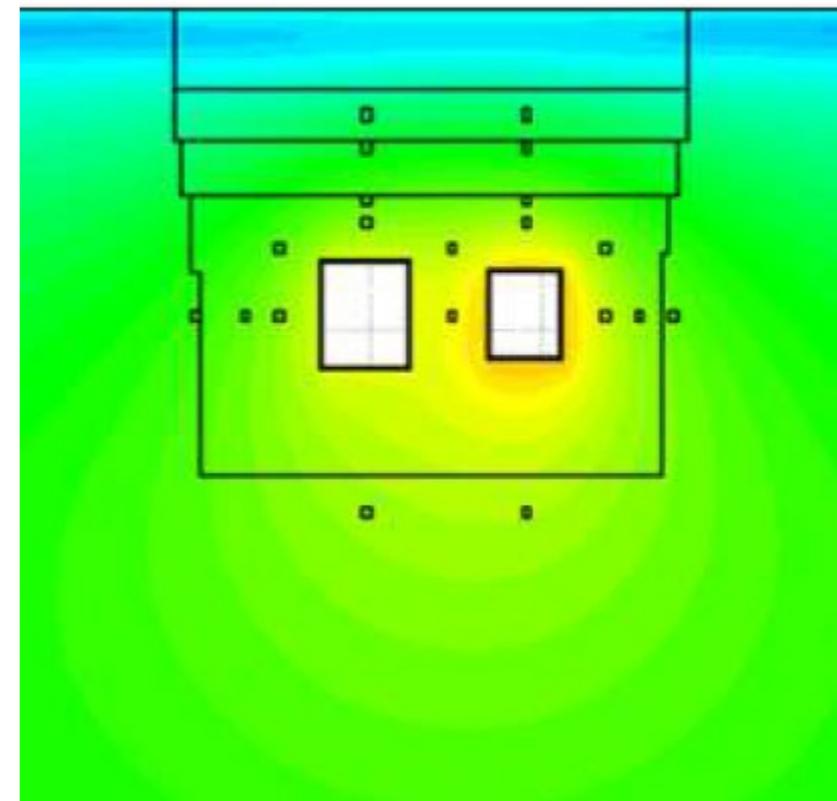


**Dynamische Simulation unter Einbeziehung realer Messwerte**

Sommer (trocken)

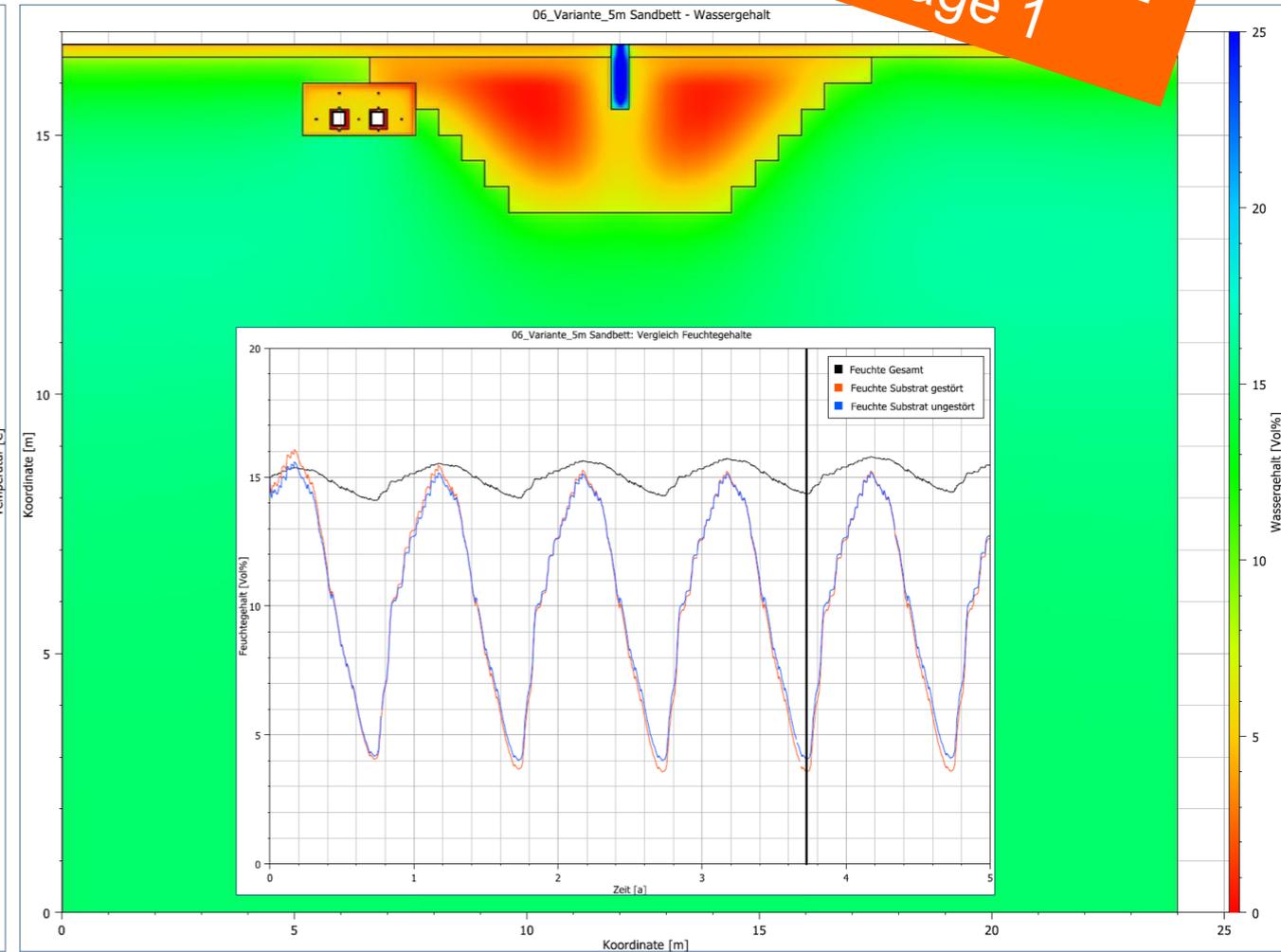
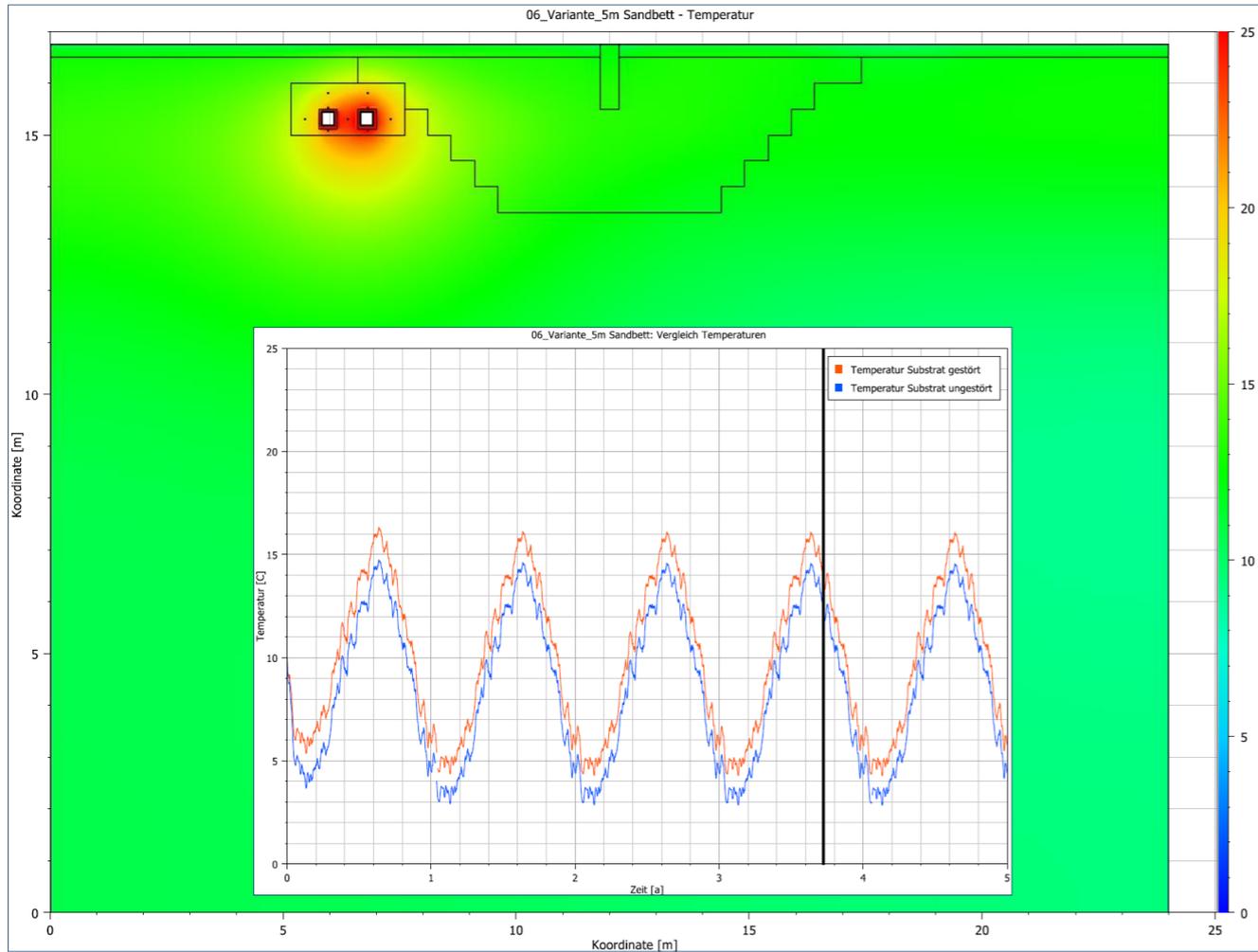


Winter (trocken)



Abschlussbericht  
FW-Vegetation 2  
Anlage 1

## Temperatur und Feuchte (03.09.)

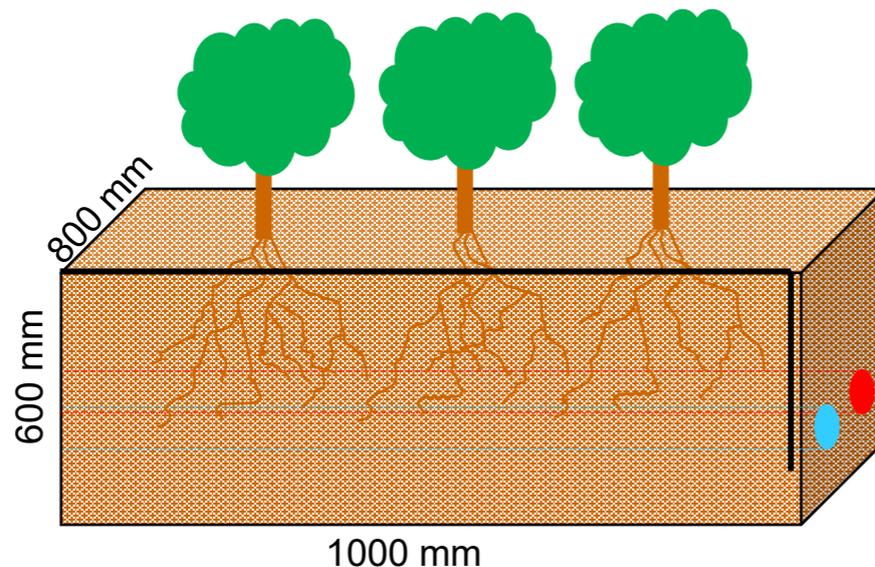


## **Wurzelversuche**

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

### Versuch

- » Simulation von Wärmefeldern in bepflanzten Versuchskisten zur Untersuchung von Wärmeausbreitung und Auswirkungen auf das Wurzelwachstum (Standzeit April 2018 bis November 2019)
- » Versuche im Freien, Standort Botanischer Garten der RUB Bochum
- » Heizpatrone ca. 36° Celsius (**roter Punkt**)
- » Trinkwasserleitung (**blauer Punkt**)



Abschlussbericht

FW-Vegetation 1  
Anlage 4

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

### Ergebnisse

- » In allen Kisten ausgeprägtes Wurzelwachstum in Leitungszone erkennbar
- » Keine bevorzugte Wachstumsrichtung 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
- » Interaktion zwischen Fernwärmeleitung und Wurzel (3/11)
- » Interaktion zwischen Bettung und Wurzel (4/11)
- » Keine Interaktion (4/11)
  
- » Keine Beeinträchtigung der Vitalität der Bäume feststellbar



## **Der Einfluss des Verfüllmaterials**

## Wurzelsubstrat und passiver Wurzelschutz?

Forschungsprojekte des IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur und der Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für Biodiversität der Pflanzen

### Wurzelsubstrat - Untersuchungen im Rahmen der Vorgängerprojekte:

- » „Umweltsicherer Kanalbau durch wurzelfeste Bettung der Rohre“ ([Bericht](#))
- » Wurzeleinwuchs in Abwasserleitungen und Kanäle  
[Kurzbericht 1](#); [Kurzbericht 2](#); [Kurzbericht 3](#)

### Partnerprojekt zu passivem Wurzelschutz

- » IKT testet passive Wurzelschutzmaßnahmen in weltweit einmaligem Versuchsaufbau in Almere, NL ([Infos](#))

## Eignet sich ZFSV als Wurzelbarriere?



Quelle: IKT

## Baumsubstrate und Belüftungsrohre als Schutzmaßnahme des Baumes – Gute Bedingungen für Wurzelwachstum



- » Ausgeprägtes Wurzelwachstum in Baumsubstrat nach ca. 10 Jahren festgestellt
- » Wurzel wachsen von Rehabilitationszone in den anstehenden Boden
- » Kombination aus porenreichen Böden und vertikalen Belüftungselementen fördern das Wurzelwachstum, Starkwurzeln verbleiben in Baumsubstrat

## ZFSV als passive Schutzmaßnahme vor Wurzeleinwuchs in den Leitungsgraben



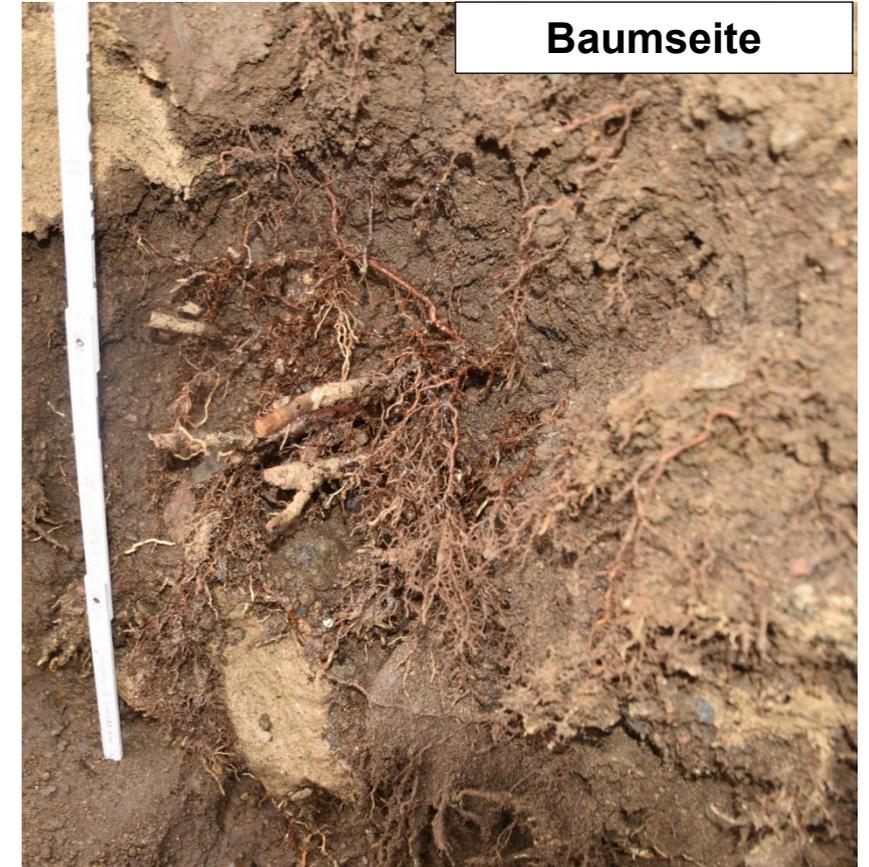
- » Unabhängig von der Baumart konnte keine Einwurzelung in ZFSV festgestellt werden
- » ZFSV bildet eine glatte Oberfläche, Wurzeln bilden einen dichten Filz
- » Beim Umwerfen der Blöcke blieben die Wurzeln zumeist an der Grabenwand zurück

## ZFSV als Schutzmaßnahme vor Wurzeleinwuchs in den Leitungsgraben

- » Im ZFSV umschlossene Wurzeln sterben ab
- » Wurzeln treiben im Baumsubstrat bzw. im gewachsenen Boden neu aus und regenerieren
- » Anmerkung: 12 Monate Versuchszeit



Quelle: Stützel



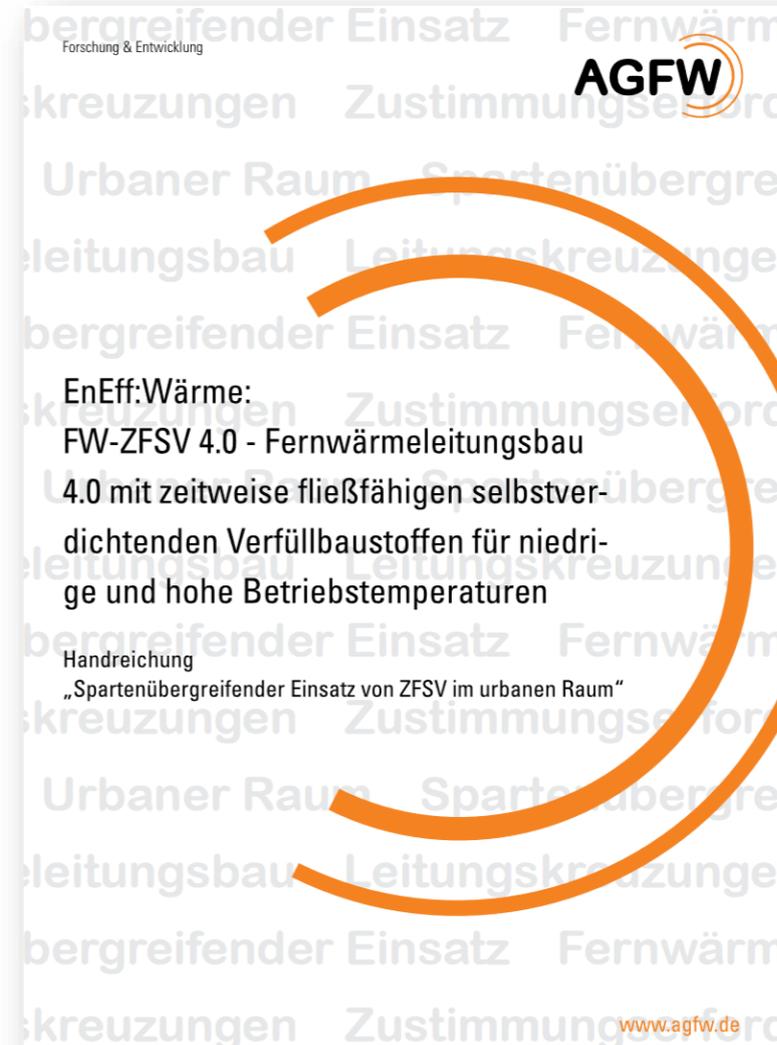
Baumseite

## Eignet sich ZFSV als Wurzelbarriere?

### Leitsatz 5

- » 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**.

## Eignet sich ZFSV für Fernwärmeleitungen?



Forschung & Entwicklung

**AGFW**

EnEff:Wärme:  
FW-ZFSV 4.0 - Fernwärmeleitungsbau  
4.0 mit zeitweise fließfähigen selbstverdichtenden Verfüllbaustoffen für niedrige und hohe Betriebstemperaturen

Handreichung  
„Spartenübergreifender Einsatz von ZFSV im urbanen Raum“

[www.agfw.de](http://www.agfw.de)

Download unter <https://www.agfw.de/zfsv>

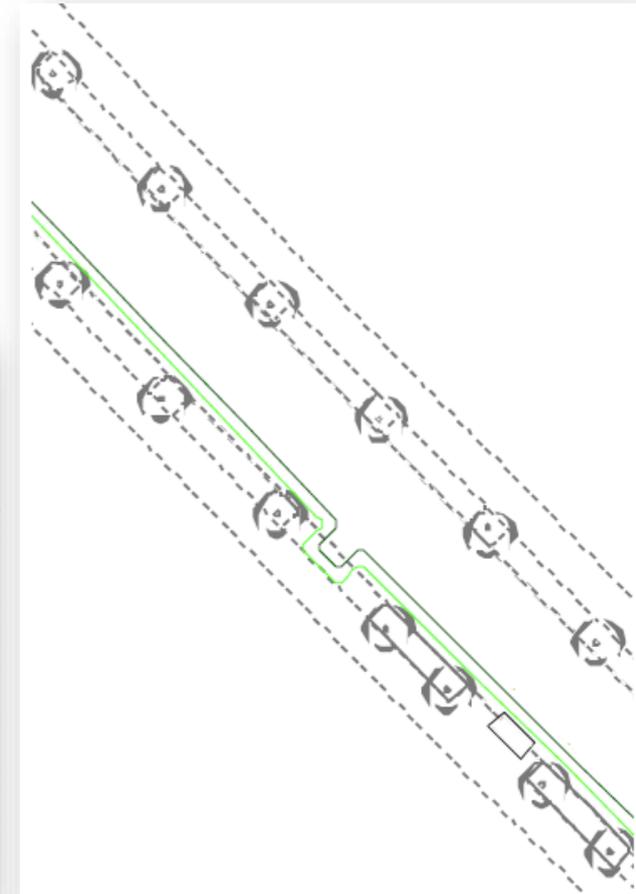
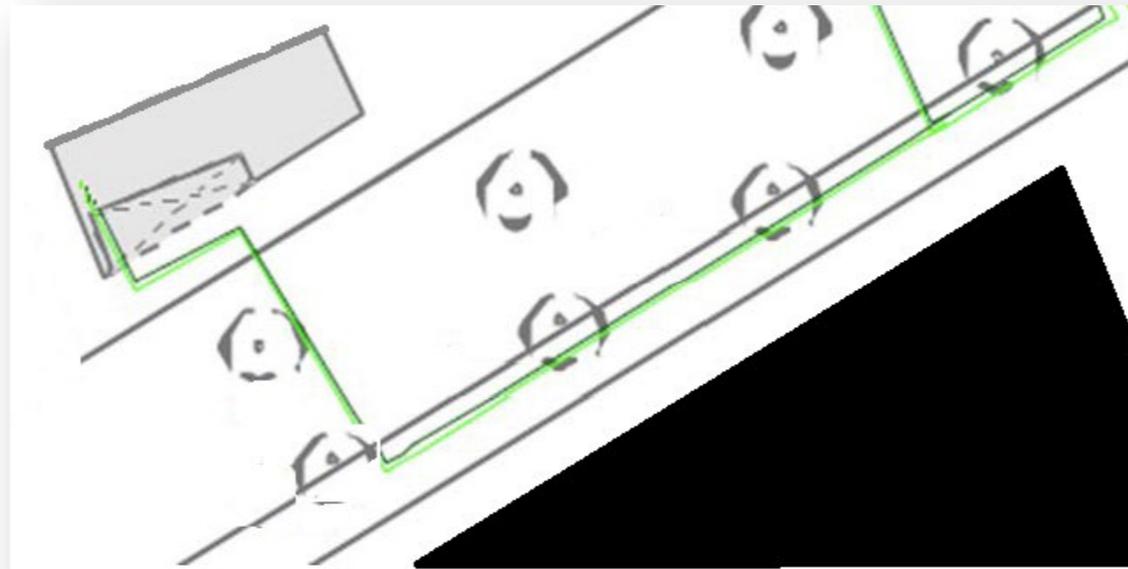
## **Praxiserfahrungen FW- Leitungsnahe Bäume**

## Frankfurt Riedberg

- » Entwicklung des Stadtbezirks im Norden Frankfurts zu Beginn der 2000er
- » Planung Abschluss bis Ende 2020
- » zahlreiche Neubauten, die zum größten Teil mit Fernwärme versorgt werden
- » Straßen überwiegend mit alleenartigen Baumreihen entlang der Bebauung versehen



- » Entwicklung des Stadtbezirks im Norden Frankfurts zu Beginn der 2000er
- » Planung Abschluss bis Ende 2020
- » zahlreiche Neubauten, die zum größten Teil mit Fernwärme versorgt werden
- » Straßen überwiegend mit alleenartigen Baumreihen entlang der Bebauung versehen
- » Fernwärmetrassen wurden frühzeitig verlegt und befinden sich heute weitestgehend unter Gehwegen oder an Straßenrändern
- » teilweise verlaufen die Fernwärmetrassen einseitig nahe der Vegetation



Skizzen nach Plan Mainova AG



1. **Übereinanderlegen des Fernwärmenetzplans und des Baumkatasters**
2. **Identifikation aller Straßenzüge mit beidseitiger Bepflanzung und einseitiger Fernwärmetrasse ( $\geq$ DN 50)**
3. **Aufnahmen der Vegetation (Gattung, Anzahl, Pflanzjahr) und der Trasseneigenschaften (Nennweite, Baujahr)**
4. **Abstand FW/ Vegetation nach Planungsdaten**
5. **Kategorisieren der Abschnitte nach**
  - a) Geeignete Gattung der Vegetation (Visuelle Merkmale sichtbar, relevant als Stadtbaum)
  - b) Mehr als 25 Bäume in einem Abschnitt mit einseitiger Fernwärmetrasse
  - c) Große Nennweiten ( $>$ DN 250) oder geringe Abstände ( $<$ 2,5m)
6. **Vor-Ort Begehung und Prüfung der 11 Abschnitte**

30 Abschnitte

11 relevante Abschnitte

4 geeignete Abschnitte

4 geeignete Abschnitte +1



Voraussetzungen für einen sinnvolle Vergleich zwischen der Baumreihe nahe der Fernwärmeleitung und weiter entfernt davon:

1. Auf beiden Straßenseiten muss dieselbe Baumart stehen.
2. Alle Bäume müssen gesund und ohne äußerlich erkennbare Vorschäden sein.
3. Pflanzstreifen müssen etwa gleich breit und groß sein (Unterbrechungen durch Zufahrten!)
4. Die Belichtungsverhältnisse sollten möglichst ähnlich sein.
5. Die Straße muss lang genug sein (genügend Bäume haben), damit einzelne „Ausreißer“ auch als solche auffallen



Wenn sich beide Straßenseiten nur durch die Fernwärme-Leitung unterscheiden, müssten sich Auswirkungen der Leitung an den Baumreihen erkennen lassen.

Denkbar sind folgende Unterschiede:

1. Zeitpunkt des Laubaustriebs
2. Zeitpunkt von Öffnung der Blütenknospen und voller Blüte
3. Beginn des Laubfalls

Im Untersuchungsgebiet wurden verschiedene Baumarten verwendet. Diese unterscheiden sich im Zeitpunkt des Laubaustriebs (früh oder spät), im Zeitpunkt der Blüte (vor dem Laubaustrieb im Frühjahr oder danach im Sommer) und es wird ihnen teilweise eine unterschiedliche Eignung im Hinblick auf den Klimawandel nachgesagt.



#	Vegetation	Pflanzjahr	Anzahl	Abstand	FW-DN	Verlege-Jahr	Anmerkung
02	Tilia cordata -Greenspire-, Stadt-Linde	2012	40	2,25	100-250	2008	+ Blütenbildung im Sommer
05	Acer platanoides -Columnare-, Säulenförmiger Spitz-Ahorn	2014	30	1,7	65	2013	
06	Tilia cordata -Greenspire-, Stadt-Linde	2014	50	2,5	80	2011	+ Blütenbildung im Sommer
08	Acer campestre -Elsrijk-, Kegel-Feld-Ahorn	2008/2012	40	1,9	80	2003/2004	
12	Liquidambar styraciflua, Amerikanischer Amberbaum	2010	17	2	100	2011	+ Abgsafester Baum (Zukunftsbaum)





## **Chemnitz**

## Versuchsfeld Chemnitz (Bau in Projektphase I - 2019)

- » Begleitung während der Bauphase

### Besonderheit

- » Bepflanzung in unmittelbarer Nähe zur Leitungstrasse
- » Bepflanzung erfolgte zentral auf der Leitungstrasse

### Untersuchungen in der aktuellen Projektphase

- » Beobachtung der Vitalität und Periodizität der Bäume in Blüte- und Laubfallzeiten wöchentlich



## Versuchsfeld Chemnitz - Stand August 2020

- » Deutlicher Wachstum der neu gepflanzten Bäume (zentral auf Leitungstrasse)
- » Ansiedlung von weiterer Vegetation (Gräser, Sträucher etc.) im gesamten Leitungsbereich
- » Vorhandene Bestandsbäume weisen weiterhin eine gute Vitalität auf



## Versuchsfeld Chemnitz - Stand August 2020



Jungbäume  
auf der Trasse

Bestand an  
Leitungstrasse

## Versuchsfeld Chemnitz - Stand August 2020



## Versuchsfeld Chemnitz – Auszug aus Beobachtungsprotokoll (Grünflächenamt Chemnitz)

### Zeitraum:

» 23.03.22 – 06.05.22

### Protokollierte Baumarten:

- » Hainbuche - *Carpinus betulus*
- » *Fagus sylvatica* - Rotbuche
- » Tilia Cordata - Winterlinde
- » *Pouulus tremula* - Zitterpappel
- » *Fraxinus excelsior* - Gemeine Esche

### Bemerkungen:

- » Keine Unterschiede zwischen den verschiedenen (Baum)Standorten auf und neben der Trasse sichtbar



Quelle: Grünflächenamt Chemnitz

## **Fazit/ Ergebnisse**

## Teil - Ergebnisse des F&E Vorhabens

Abschlussbericht  
FW-Vegetation 1 (S.161 ff)  
FW-Vegetation 2(S. 47 ff)

### Leitsatz 2 „Wärmefeld im Erdreich“

- » Die **Wärmeabstrahlung von KMR-Fernwärmeleitungen**, hat **keinen erkennbaren Einfluss auf das Wurzelwachstum** von Bäumen (auch bei Unterschreitung des nach DIN 18920 empfohlenen Mindestabstandes).

### Leitsatz 3 „Muffenverbindungen an KMR“

- » Nur **bei fachgerecht** (nach den Vorgaben der gültigen Technischen Regeln AGFW FW 401-14 und DIN EN 13941 Teil 2) **ausgeführten 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 – „Zeitweise fließfähige selbstverdichtende Verfüllbaustoffe (ZFSV)“

- » **ZFSV** können so eingestellt werden, dass sie **schlechter durchwurzelt** werden und so **vor Wurzeleinwuchs schützen**.

### Leitsatz 6 „Substrate“

- » **Porenrreichen Böden** (Substrate) können das **Wurzelwachstum auf gewünschte Bereiche konzentriert**

# darum fernwärme ...

denn sie ist stubenrein und hilft,  
CO<sub>2</sub> zu vermeiden.



[www.agfw.de/fw-vegetation](http://www.agfw.de/fw-vegetation)

Sebastian Grimm  
Forschung &  
Entwicklung  
E-Mail:

[s.grimm@agfw.org](mailto:s.grimm@agfw.org)

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

## Teil - Ergebnisse des F&E Vorhabens

### Leitsatz 1 „Szenarienanalyse zur Trassenauswahl“

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

### Leitsatz 2 „Wärmefeld im Erdreich“

- » Die **Wärmeabstrahlung von KMR-Fernwärmeleitungen**, hat **keinen erkennbaren Einfluss auf das Wurzelwachstum** von Bäumen (auch bei Unterschreitung des nach DIN 18920 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.

### Leitsatz 3 „Muffenverbindungen an KMR“

- » Nur **bei fachgerecht** (nach den Vorgaben der gültigen Technischen Regeln AGFW FW 401-14 und DIN EN 13941 Teil 2) **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.

## Teil - Ergebnisse des F&E Vorhabens

### Leitsatz 4 „Interaktion von Wurzeln und FW-Leitungen“

- » Eine **Interaktion** zwischen Wurzeln und Fernwärmeleitung **ist weitestgehend schadensfrei möglich.**

### Leitsatz 5 – „Zeitweise fließfähige selbstverdichtende Verfüllbaustoffe (ZFSV)“

- » „**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.**“

### Leitsatz 6 „Substrate“

- » „Durch das Einbringen von **porenrreichen 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.“

