



- » **Name:** Stefan Hay
- » **Branchenerfahrung:** Fernwärme > 8 Jahre
- » **Organisation:** AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V.
- » **Short CV**
 - **Seit 2014** Referent & Projektleiter Forschung
 - **2014** Planung und Bau von Fernwärmenetzen
 - **Bis 2013** Studium allgem. Maschinenbau

- » **Schwerpunkt:** *Lebensdauer, Instandhaltung und Transformation von Wärmenetzen*
- » **Motivation:** *Unterstützung von Versorgungsunternehmen bei der Transformation ihrer Fernwärmesysteme hin zu einen höheren Anteil regenerativer Energien*

Migration von Forschungsergebnissen in die Praxis

am Beispiel des Verbundvorhabens „EnEff:Wärme: FW-ZFSV4.0“

Dipl.-Ing. Stefan Hay | EWB Stunde (virtuell) | 01.09.2022



- » **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 550 Fernwärme- und Kälteversorger (regional und kommunal) sowie Industriebetriebe der Branche aus Deutschland und Europa
- » **AGFW** vertritt über 95% des deutschen Fernwärmeanschlusswertes (57.000 MW_{th}) – den größten Westeuropas
- » **AGFW** hat die Fachkompetenz über die gesamte Prozesskette der effizienten Wärme- und Kälteversorgung sowie der Kraft-Wärme-Kopplung

» **Stand der Technik:**

„entwickeltes **Stadium der technischen Möglichkeiten** zu einem bestimmten Zeitpunkt, soweit Produkte, Prozesse und Dienstleistungen betroffen sind, basierend auf entsprechenden **gesicherten Erkenntnissen** aus **Wissenschaft, Technik und Erfahrung**“

Quelle: DIN EN 45020:2007-03, Begriff 1.4 [1]

» **Anerkannte Regel der Technik:**

„technische Festlegung, die von einer **Mehrheit repräsentativer Fachleute** als Wiedergabe des Standes der Technik angesehen wird“

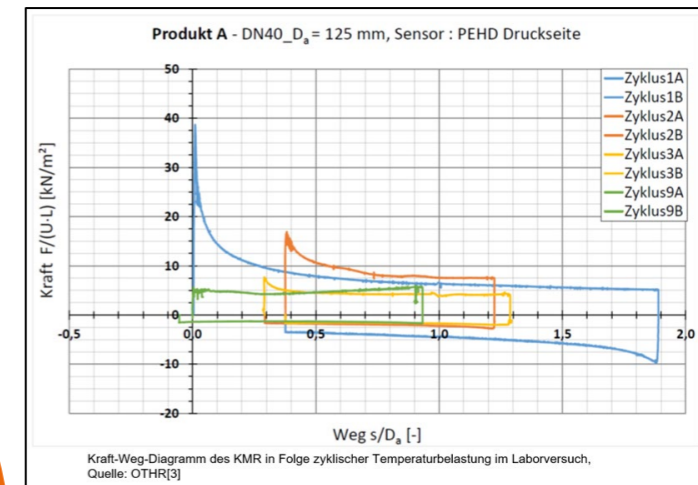
Quelle: DIN EN 45020:2007-03, Begriff 1.5 [1]

Anmerkung zum Begriff: „Ein **normatives Dokument** zu einem technischen Gegenstand wird zum **Zeitpunkt seiner Annahme** als der Ausdruck einer **anerkannten Regel der Technik** anzusehen sein, wenn es in Zusammenarbeit der betroffenen Interessen durch Umfrage- und Konsensverfahren erzielt wurde.“

Quelle: Arbeitsblatt AGFW FW 100:2020, S. 5 [2]



Quelle: MVV [4]



Quelle: OTHR [3]



Quelle: AGFW

Stand des Wissens

u. a.:

- » Teil der Ausbildung an Hochschulen und Universitäten
- » Wissenschaftliche Publikationen
 - Dissertationen
 - Peer Reviewed Journals
 - Abschlussberichte von Forschungsprojekten
- » Fachvorträge

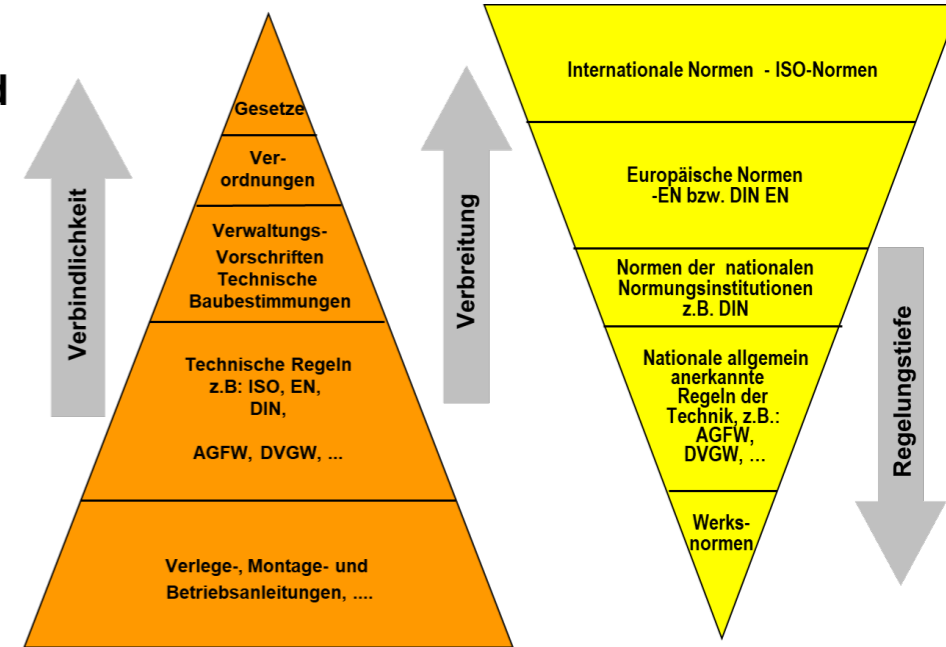
Zusätzliche Elemente der Kommunikation im AGFW

- » Heftreihe Forschung & Entwicklung
- » AGFW Gremien zu Forschungsthemen
- » Fachveranstaltungen und Exkursionen

Stand der Technik

u. a.:

- » Normen und Regelwerke



Besonderheit des AGFW

- » AGFW Regelwerk
- » Gemeinsame Weiterentwicklung des Standes der Technik mit Experten in AGFW-Gremien
- » Fachveranstaltung zur Weiterbildung von Fachkräften im Bereich Fernwärme
- » Dokumentenkategorien im AGFW Regelwerk

Kunststoffmantelrohr (KMR)



Quelle: MVV [4]

Zeitweise fließfähige selbstverdichtende Verfüllbaustoffe (ZFSV)



Quelle: AGFW

Forschung und Entwicklung | Heft 43

EnEff:Wärme
Einsatz fließfähiger
Verfüllstoffe zur
KMR-Verlegung

www.agfw.de

Quelle [3]

2017



Forschung & Entwicklung | Heft 50

Nachhaltige
Sektordurchdringung von
ZFSV als Bettungsmaterial im
Fernwärmeleitungsbau

www.agfw.de

Quelle [5]

2019



AGFW-REGELWERK

AGFW

Arbeitsblatt AGFW FW 401 Teil 12

Kunststoffmantelrohre (KMR) als Verlegesystem der Fernwärme
Organisation der Bauausführung, Tiefbau

Pipe system of factory made and thermal insulated pipe elements for district heating – Execution of installation work, civil engineering

Februar 2021

Erstausgabe Dezember 2007
Frühere Ausgaben: Februar 1999
Kunststoff-Verbundmantelrohre für Fernwärmeleitungen, 1983
Flächverlegung von Kunststoff-Verbundmantelrohren für Fernwärmeleitungen, 1984
Grabenröhren, 1985

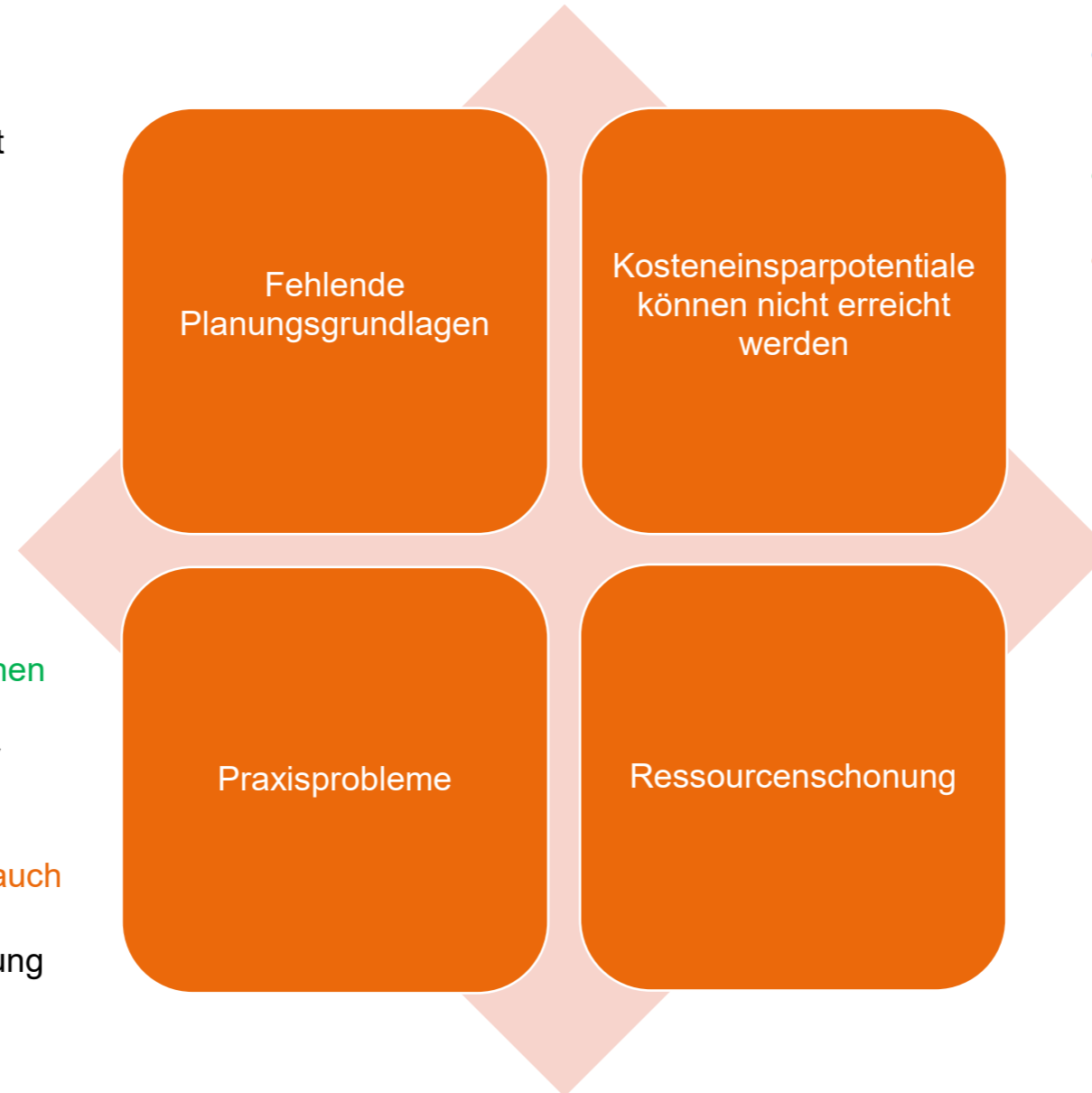
AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V.

Quelle [6]

2021

Trotzdem wurde (zum Zeitpunkt des Projektantrages) und wird (heute) ZFSV bislang hauptsächlich bei besonderen Anforderungen als Bettungsmaterial im FW-Leitungsbau eingesetzt!

- Keine Standardlösung in etablierten Planungstools
- Berechnung der FW Statik nicht direkt von Sand übertragbar
- Zeitabhängiges Kontaktverhalten zwischen ZFSV und KMR
- Ausgeprägte kohäsives und adhäsives Anteile des Dehnungswiderstandes
- **Fehlende Langzeiterfahrungen**
- **Fehlende LV Grundlage**
- **Schlechte Erfahrungen im eigenen Netz**
- Undefinierte Verfüllungen in der Vergangenheit
- **Wideraushubfähigkeit nicht gegeben /Nicht jeder Beton ist auch ein ZFSV**
- Unzureichende Qualitätssicherung



- **Einsparpotentiale werden nicht an Auftraggeber weitergereicht**
- **Qualifikation von MAB und Lieferanten aufwändig**
- **Aushärtung bis zur Überbaubarkeit verringert Zeiteinsparung**
- Keine Verwendung des Aushubs möglich
- Aufwand für individuelle Rezepturanpassung bei kleinen Aushubmengen überproportional

- » **Titel:** „Fernwärmeleitungsbau 4.0 mit zeitweise fließfähigen selbstverdichtenden Verfüllbaustoffen für niedrige und hohe Betriebstemperaturen“
- » **Laufzeit:** 36 Monate (01.08.2020 – 31.07.2023)
- » **Förderkennzeichen:** 03EN3022A
- » **Projektpartner:**



- » **Fördermittelgeber:**





- » Große Streuung bei den Produkten/Eigenschaften der Ausgangsmaterialien → **Vergleichbarkeit** und **Prognostizierbarkeit** herstellen
- » Kriterium für die **Wiederaushubfähigkeit** auf der Baustelle/beim Einbau
- » **Zustand** ZFSV, speziell auch **am Rohr**
- » **Planungssicherheit schaffen**
- » **Statische Berechnung** ermöglichen/**Potenzial** aufzeigen
- » Unsicherheiten abbauen → **Qualitätssicherung**
- » Qualifizierung in der Prozesskette, speziell Tiefbauunternehmen
- » Vorteile ZFSV (weg vom Nischenprodukt) → **Wirtschaftlichkeit**

- » **Fernwärmeversorgungsunternehmen als LOI-Partner**
Ziel: Anwendung in der Praxis sicherstellen

- » **Gründung eines projektbegleitenden Arbeitskreises**
Ziel: Verzahnung von Wissenschaft und Praxis, Akzeptanz der Forschungsergebnisse
Teilnehmer: u. a. Fernwärmeversorgungsunternehmen, Rohrhersteller, Tiefbauunternehmen, Planungsbüros und Mitglieder von Normungsgremien

- » **Veröffentlichung von Projektergebnissen zum frühestmöglichen Zeitpunkt**
Ziel: Feedback von Anwendern siehe Beispiel „Handreichung ZFSV“

- » **Einladung des Fachpublikums zu Probenentnahmen bei LOI-Partnern**
Ziel: Forschungsprojekt durch Kommunikation und Austausch mit dem interessierten Fachpublikum „erlebbar machen“

- » **Wissensvermittlung durch**
 - Fachseminare zum Stand der Forschung
 - Beiträge zu thematisch verwandten Veranstaltungen
 - Fachartikel

» **Motivation**

- Eignung von ZFSV für Leitungskreuzungen/Parallelführungen mit anderen erdverlegten Leitungen
- aber i.d.R. Zustimmung der für die kreuzende/parallelgeführte Leitung verantwortlichen Stellen erforderlich
- zusätzliche Anforderungen an den ZFSV

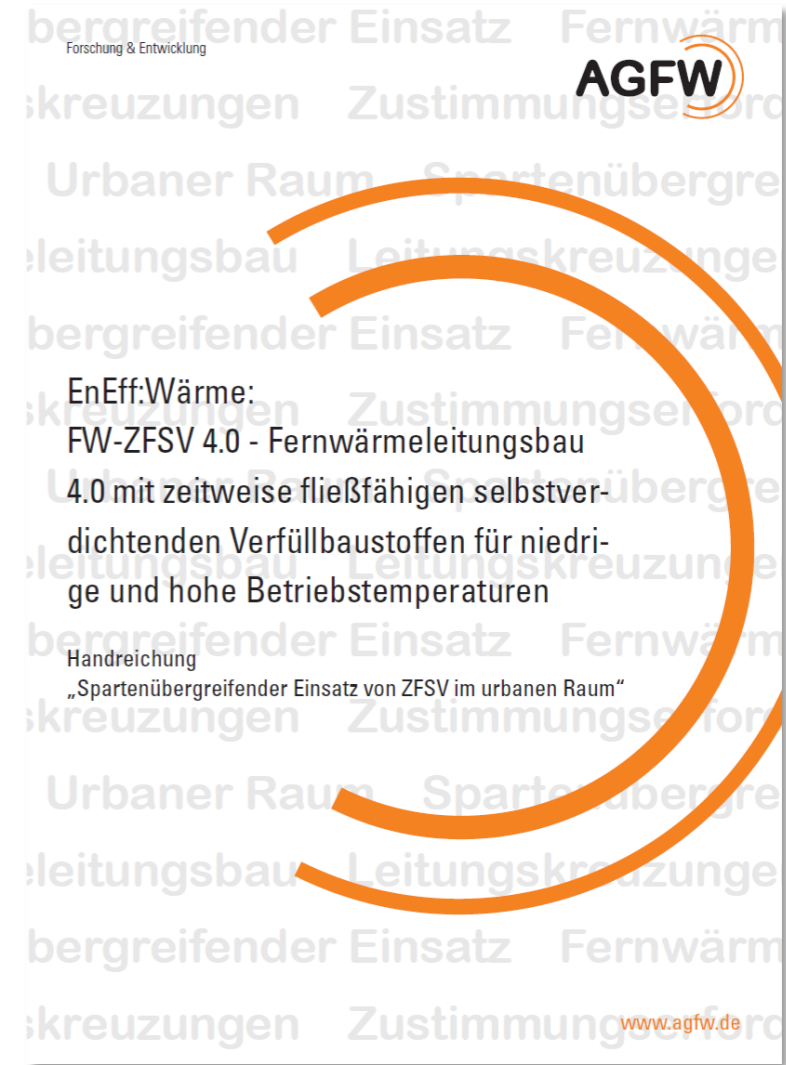
» **Vorgehensweise**

- Sichtung und Zusammenstellung spartenspezifischer Regelwerke mit ZFSV-Bezug und der darin enthaltenen Anforderungen

» **Ergebnis**

- Factsheets Anforderungen an ZFSV für einzelne Sparten und Anwendungsgebiete

⇒ **Arbeitsmittel für Einzelplanung und Einzelfallabstimmung**



Quelle [7]

Laboruntersuchungen

- » Entwicklung zuverlässiger Testmethoden zur Bewertung der Wiederaushubfähigkeit sowie des Langzeitverhaltens im Labor



Entnahme von Probekörpern mittels Kernbohrgerät an Aufgrabungen KMR in ZFSV-Bettung in Zusammenarbeit mit Lol-Partnern, Quelle: AGFW/OTHR



Ausstechzylinder und leichte Rammsondierung ungeeignet als Testmethode zur Bewertung der Wiederaushubfähigkeit bzw. des Langzeitverhaltens ZFSV, Ansatz Entnahme von Probekörpern mittels Kernbohrgerät, Quelle: OTHR

Validierung der Testmethoden im Feld

- » Aufgrabung an mehreren Strecken mit KMR in ZFSV-Bettung bei **LOI-Partnern**

- Verzahnung von Wissenschaft und Praxis in der Projektbearbeitung
- Wissensvermittlung (z. B. Durchführung von Seminaren)
- Kommunikation der Ergebnisse (z. B. Fachbeiträge)
- Vorschläge zur Anpassung relevanter Normen

Ansätze im Projekt „FW-ZFSV 4.0“:

- » Einbindung der Praxis bei der Erarbeitung der Projektidee
- » Beteiligung von Unternehmen über LOI's am Projekt
- » Projektbegleitender Arbeitskreis
- » Frühestmögliche Bereitstellung von (Teil-)Ergebnissen mit dem Ziel des Feedback von Anwendern bis Projektende
- » Normgerechte Aufbereitung der Projektergebnisse / Vorschläge zur Anpassung relevanter Regelwerke



- [1] **DIN EN 45020:2007-03 „Normung und damit zusammenhängende Tätigkeiten - Allgemeine Begriffe“, Hrsg. Beuth Verlag (2007)**
- [2] **Arbeitsblatt AGFW FW 100:2020-01 „Grundsätze für das AGFW Regelwerk“, Hrsg. AGFW (2020)**
- [3] **Abschlussbericht des Forschungsvorhabens „EnEff:Wärme, Einsatz fließfähiger Verfüllstoffe zur KMR-Verlegung“ erschienen in AGFW Forschung und Entwicklung als Heft 43, ISBN 3-89999-068-4, Hrsg. AGFW (2017)**
- [4] **Abschlussbericht des Forschungsvorhabens „EnEff:Wärme - Kostengünstiger Fernwärmetransport für den effektiven Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung“, erschienen in AGFW Forschung und Entwicklung als Heft 32, ISBN 3-89999-052-8, Hrsg. AGFW (2015)**
- [5] **Weidlich, I. : „Nachhaltige Sektordurchdringung von ZFSV als Bettungsmaterial im Fernwärmeleitungsbau“, erschienen in AGFW Forschung und Entwicklung als Heft 50, ISBN 3-89999-079-X, Hrsg. AGFW (2019)**
- [6] **Arbeitsblatt AGFW FW 401 Teil 12:2021-02 „Kunststoffmantelrohre (KMR) als Verlegesystem der Fernwärme – Organisation der Bauausführung, Tiefbau“, Hrsg. AGFW (2020)**
- [7] **Handreichung des Forschungsvorhabens „EnEff: Wärme: FW-ZFSV 4.0 – Fernwärmeleitungsbau 4.0 mit zeitweise fließfähigen selbstverdichtenden Verfüllbaustoffen für niedrige und hohe Betriebstemperaturen“
Titel: „Spartenübergreifender Einsatz von ZFSV im urbanen Raum“, erschienen in AGFW Forschung und Entwicklung als Sonderdruck, Hrsg. AGFW (2021)**

darum fernwärme ...

denn sie ist stubenrein und hilft,
CO₂ zu vermeiden.

www.fernwaerme-info.eu

fernwärme 
rein ins haus.

Noch Fragen?



Dipl.-Ing. Stefan Hay
AGFW – F&E
s.hay@agfw.de
+49 69 6304-345



AP 1 – Theorie (HCU)

- Schnittstellen innovativer Bauverfahren
- Qualitätssicherung und Genehmigung ZFSV

ausgehend von Heft 43 neue Empfehlungen zu **QS und QÜ** zusammenführen

Baustellentauglichkeit der Prüfverfahren beim Einbau in Hinblick auf Materialfehler weiterentwickeln/ergänzen und bestehende Prüfverfahren prüfen

Eignung von ZFSV für **verschiedene Rohrleitungssysteme**

Handreichung „Spartenübergreifender Einsatz von ZFSV im urbanen Raum“

AP 2 - Planung (OTHR)

- Praxistaugliche Berechnungsmodelle
- Standardfälle
- (In Situ Begleitung einer Baumaßnahme)

Rechenmodelle in praxistaugliche Anwendertools überführen

Entwicklung und Einführung von Referenzrechenfällen (einfach bis komplex)

Hinterlegung von ZFSV-spezifischen Parametersätzen

AP 3 – Feldversuch (AGFW)

- Überwachter Rückbau der „Bypassleitung“
- Qualitätssicherung ZFSV

Entwicklung schonender Verfahren zur **Gewinnung ungestörter Proben**

Entnahme ungestörter Proben aus den KMR-Bettungen

Untersuchungen an drei weiteren **Strecken in Zusammenarbeit mit den LOI-Partnern**

AP 4 - Laborversuche (OTHR)

- Temperatureinflüsse auf ZFSV
- Innovative (Recycling-) Baustoffe / ZFSV
- Wärmefelder im ZFSV

Triaxialversuche mit den Proben aus den KMR-Bettungen, Wassergehaltsveränderungen, Wärmeleitfähigkeit, Einaxiale Druckfestigkeit

Untersuchungen an Rohrleitungen im ZFSV (Durchschiebeversuche)

Entwicklung von ZFSV-Mischungen aus recycelten Baustoffen (Druckfestigkeit, Nacherhärtung, Wiederaushubfähigkeit)

Erddruck auf flexible Rohre im ZFSV

AP 5 – Auswertung (AGFW)

- Entwürfe zum Regelwerk
- Ergänzungen H ZFSV
- (Wirtschaftliche Bewertung)

Überwindung planerischer Hemmnisse für ZFSV-Bettung

Gegenüberstellung Standard FW 401, Teil 12/neue Verfahren

Herausstellen ZFSV-spezifische Abläufe und Einsparpotenziale mit Aktualisierung der bisherigen Erkenntnisse

Darstellung genereller Bauablauf und Personaleinsatz inklusive Personalqualifikation

Ableitung von Anforderungen an ein fernwärmespezifisches Regelwerk
(Ziel: vorhandene Lücken schließen)

Erarbeitung eines Konzeptes für ein transparentes und neutrales Qualifizierungs-/Prüfverfahren für ZFSV-Hersteller