

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“

Herausgeber:
AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V.
Stresemannallee 30 | D-60596 Frankfurt am Main
E-Mail: h.huther@agfw.de | Internet: www.agfw.de

Förderkennzeichen: 03EN3022

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Bearbeitung:
AGFW-Projektgesellschaft für Rationalisierung, Information und Standardisierung mbH
Stresemannallee 30 | D-60596 Frankfurt am Main
Telefon: +49 69 6304-416 | Telefax: +49 69 6304-391
E-Mail: bestellung@agfw.de | Internet: www.agfw.de

Hinweis:

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages unter den Förderkennzeichen 03EN2022 (A, B, C, D) gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren. Trotzdem kann von den Autoren, den Herausgebern und dem Verlag keine Haftung für etwaige Fehler übernommen werden. Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, ist nur mit Genehmigung der Herausgeber gestattet.

November 2021

© AGFW, Frankfurt am Main

Einsatz zeitweise fließfähiger selbstverdichtender Verfüllbaustoffe (ZFSV) im Fernwärmeleitungsbau

Handreichung:

„Spartenübergreifender Einsatz von ZFSV im urbanen Raum“

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Inhalt

1	Zusammenfassung und Ziel.....	3
1.1	Motivation, Problemstellung und Zielsetzung.....	3
1.2	Aufbau und Gliederung	4
1.3	Abgrenzung.....	4
2	Kurzüberblick ZFSV und Regelwerksrahmen.....	6
2.1	Kurzüberblick ZFSV	6
2.2	Potenziale ZFSV	7
2.3	Regelwerksrahmen	7
3	Factsheets für die einzelnen Sparten, Anwendungs-gebiete und Bauphasen	10
3.1	Factsheet Abwasser.....	11
3.2	Factsheet Trinkwasser	13
3.3	Factsheet Erdgas	15
3.4	Factsheet Elektrizität.....	17
3.5	Factsheet Telekommunikationsanlagen und sonstige erdverlegte Kabel (Kabel und Rohranlagen).....	18
3.6	Factsheet Fernwärme	19
3.7	Factsheet Hinterfüllen und Überschütten von Bauwerken	21
3.8	Factsheet Abdichtungen.....	22
3.9	Factsheet Planung und Bauausführung FGSV 563 allgemein	23
4	Übergreifende Anwendungsbeispiele.....	26
4.1	Praxisbeispiel Langzeitmessstelle D	26
4.2	Projekt Deichquerung Halle a. d. Saale	28
4.3	Projekt FW-Leitung Stadtwerke Ulm / Neu-Ulm (SWU)	30
5	Aktuelle Einschätzung der Branche auf Grundlage von Experteninterviews.....	32
	Literaturverzeichnis	34
	Anlage 1: Textauszug FW 401, Teil 12, Abschnitt 5.4.2.3 [4].....	36

1 Zusammenfassung und Ziel

1.1 Motivation, Problemstellung und Zielsetzung

Zeitweise fließfähige, selbstverdichtende Verfüllbaustoffe (ZFSV) bieten im Fernwärmeleitungsbau eine praktikable und in vielen Aspekten vorteilhafte Bettungs- und Verfüllalternative zur konventionellen Sandbettung: Sie eignen sich beispielsweise auch für Leitungskreuzungen mit anderen erdverlegten Leitungen. Dort sind bei konventionellen Verlegeverfahren Verdichtungsgrade durch entsprechenden Energieeintrag zu erreichen. Die Verdichtungsgrade können an Leitungskreuzungen oftmals aufgrund der baulichen Situation gar nicht erreicht werden. Oder die Leitungen können dem dafür notwendigen Energieeintrag nicht standhalten. An diesen Stellen kann für die Genehmigung zum Einsatz von ZFSV die Abstimmung mit und Zustimmung der für die kreuzende Leitung verantwortlichen Stellen (z.B. Netzbetreiber, Straßenbaulastträger, Naturschutzbehörde, etc.) notwendig sein. Dies kann zu zusätzlichen, nicht fernwärmespezifischen, Anforderungen (von Stadt-/ Abwasser, Gas, Strom, Telekommunikation, etc.) führen, wie beispielsweise die Gasdurchlässigkeit zur etwaigen Leckage-Ortung mittels eines Gas-Sniffers.

Zusätzlich können ZFSV bei Sonderanwendungsfällen (z.B. Deiche, Schutzgebiete, Areale mit „Verschleppungsverbot“) zu Einsatz kommen, was ebenfalls zu zusätzlichen Anforderungen an das betreffende Verfüllmaterial führen kann. Da es bei technischen Lösungen in der Regel nicht gelingt, alle Eigenschaften gleichzeitig in vollem Umfang zu erfüllen (z.B. aufgrund durch sich gegenseitig beeinflussender Parameter oder konträrer Anforderungen), müssen für eine fundierte Bewertung die diversen Anforderungen frühzeitig bekannt sein und gegebenenfalls gegeneinander abgewogen werden.

Die Handreichung zielt darauf ab, praxisrelevante Anforderungen, Vorgehensweisen und Lösungen bereits durchgeführter Anwendungen mit spartenübergreifenden Genehmigungs- oder Zustimmungserfordernissen zusammengeführt, strukturiert und aufbereitet für Planer und Anwender darzustellen. Durch diese Zusammenstellung der sparten- und anwendungsfall-spezifischen Anforderungen, sowie entsprechend gültiger Regelwerke können Planer und Anwender den Einsatz von ZFSV im Fernwärmeleitungsbau spartenübergreifend diskutieren und bestehende Hemmnisse anhand von Fakten bewerten und abbauen.

Es ist vorgesehen, die Handreichung durch Spiegelung in der Branche weiterzuentwickeln und in einen Fachbericht gemäß AGFW-Regelwerk zu überführen.

Im weiteren Verlauf des Forschungsvorhabens ist ebenfalls vorgesehen, die hier dargestellte aktuelle Einschätzung der Branche im Abschnitt *Aktuelle Einschätzung der Branche auf Grundlage von Experteninterviews* mit weiteren Meinungen und Erfahrungen anzureichern, sowie durchgeführte Experteninterviews zu veröffentlichen.

1.2 Aufbau und Gliederung

Das Dokument behandelt folgende Hauptfragestellungen beziehungsweise gibt einen Überblick zu folgenden Punkten:

- Wie gestaltet sich der Regelwerksrahmen (Ausgangspunkt: Fernwärme)?
- Welche sparten- und anwendungsfall-spezifischen Anforderungen gibt es im Überblick bei „Berührungspunkten“ mit anderen Leitungen (mehrere Leitungen in einem Graben, Kontakt bei Kreuzungen, Näherungen an Leitungen bzw. Leitungsanlagen) anhand von Factsheets?
- Beispiele zu bereits durchgeführten, ausgewählten Anwendungen mit spartenübergreifenden Genehmigungs- oder Zustimmungserfordernissen anhand von Projektsteckbriefen.
- Empfehlungen zum Themenkreis anhand von Experteninterviews, die entsprechende Fragestellungen bearbeitet haben.

1.3 Abgrenzung

Es handelt sich nicht um eine Handreichung für

- bautechnische Eigenschaften von ZFSV in Hinblick auf den Einsatz als Verfüllbaustoff sowie
- deren Ausgangsstoffe und die Herstellung und Prüfung von ZFSV.

Hier ist auf die jeweiligen Publikationen zurückzugreifen. Soweit zweckmäßig, werden aber einzelne Hinweise aufgenommen.

Naturgemäß kann die Handreichung im Sinne einer Vorgehensleitlinie eine Einzelplanung und Einzelfallabstimmung nicht ersetzen. Dies muss jeweils Gegenstand der einzelnen Bauaufgabe bleiben. In diesen Bereich fallen auch (allgemeine) Detailregelungen und -anforderungen in den Regelwerken, zusätzliche Regelungen von Netzbetreibern im Einzelfall sowie konkrete Anforderungen hinsichtlich zum Beispiel Kennzahlen und deren Werte. Durch die Anwendung der Handreichung entzieht sich niemand der Verantwortung für eigenes Handeln oder für die richtige Anwendung im konkreten Fall.

Vom Herausgeber und den Autoren kann keine Gewähr für Vollständigkeit und Fehlerfreiheit übernommen werden.

Bei den zitierten Dokumenten gilt nur die Ausgabe, auf die Bezug genommen wird.
Anwender werden gebeten, die Anwendbarkeit neuerer Ausgaben zu prüfen.

2 Kurzüberblick ZFSV und Regelwerksrahmen

2.1 Kurzüberblick ZFSV

Gemäß AGFW-Regelwerk, FW 401, Teil 12 [4] sowie FGSV 563 – H ZFSV [21] (FGSV 563 H ZFSV) gilt:

„Zeitweise fließfähige, selbstverdichtende Verfüllbaustoffe (ZFSV) sind nach FGSV 563 Böden und Baustoffe mit Bindemitteln, welche aufgrund ihrer Fließeigenschaften selbstnivellierend und selbstverdichtend sind. Beim Verfüllen der Leitungszone mit ZFSV können alle vorhandenen Hohlräume ohne mechanische Verdichtung ausgefüllt werden.“

“...Die Verfüllbaustoffe weisen nach einem definierten Zeitraum den Anwendungen entsprechende mechanische und physikalische Eigenschaften auf und gewährleisten diese langfristig...”

Abbildung 1 gibt eine Übersicht zu den in Frage kommenden Böden und Baustoffen für ZFSV. Die weiteren Spezifika zu Bindemittel, Herstellung, Einbringung etc. sind lieferantenspezifisch. Grundsätzlich muss im Bereich Fernwärme der Lieferant den Nachweis der Qualitätssicherung durch ein System der werkseigenen Produktionskontrolle erbringen.

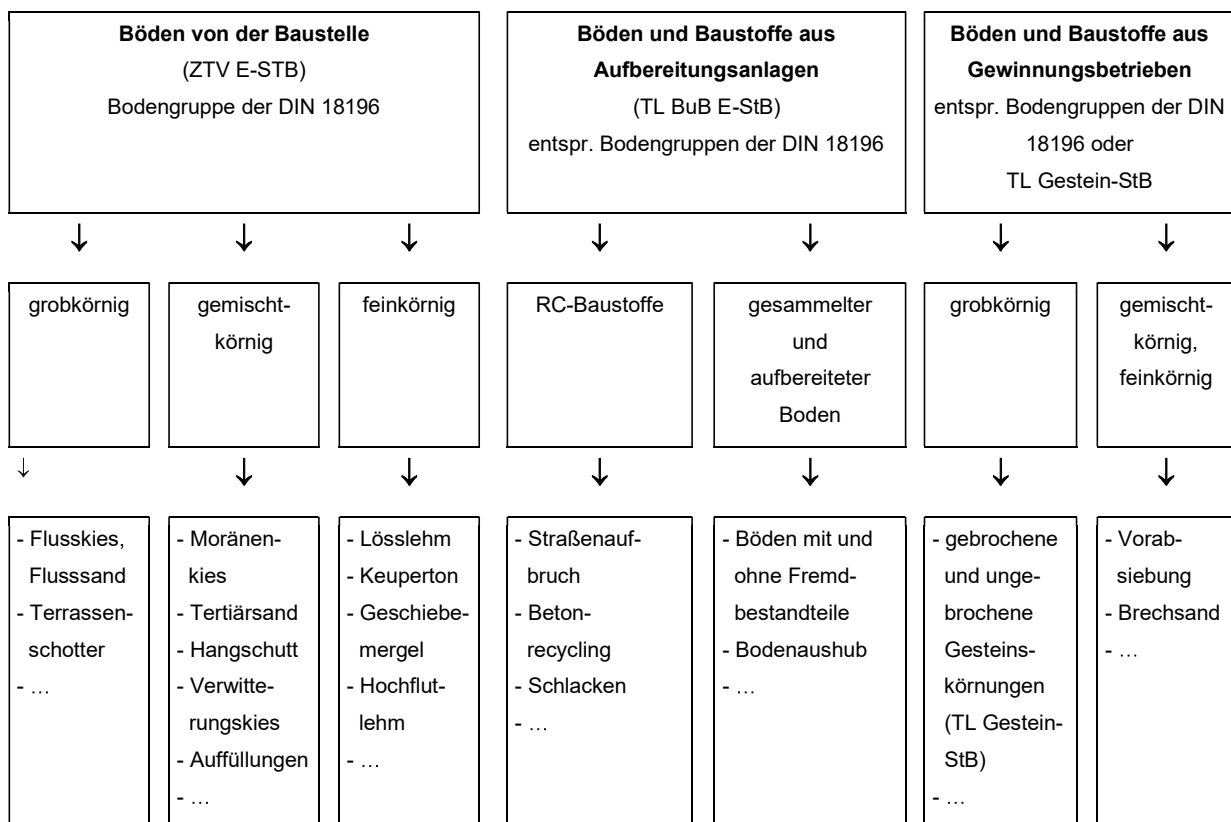


Abbildung 1: Übersicht der Böden und Baustoffe für ZFSV gemäß FGSV 563 – H ZFSV, dortiges Bild 1

2.2 Potenziale ZFSV

Zeitweise fließfähige, selbstverdichtende Verfüllbaustoffe weisen aus verschiedenen Gründen für den (Fernwärme)Leitungsbau ein hohes Potenzial auf.

Bautechnisch sorgen sie für gleichmäßige Bettungsverhältnisse. Sie eignen sich i.d.R. auch für den Einsatz im Grundwasser. Neben der herkömmlichen Verfüllung eignen sie sich auch hervorragend für den Einsatz bei engen Platzverhältnissen und zur Verfüllung von Leitungskreuzungen, bei denen die mechanische Verdichtung grundsätzlich problematisch ist. Ein weiterer Punkt ist der Schutz vor Wurzeleinwuchs

Kosteneinsparpotentiale realisieren sich durch schnelleren Bauablauf, Entfall des Verdichtungsvorganges und möglicherer geringerer Grabenbreiten.

Ein **verringertes Einfluss auf Umgebung und Umwelt** entsteht durch den Fortfall des Einsatzes von Verdichtungsgeräten, die i.d.R. mit Verbrennungsmotor betrieben werden. Damit entfallen

- Erschütterungen aus dem Verdichtungs Vorgang
- Geräuschemissionen beim Betrieb der Verdichtungsgeräte.
- Eine mögliche Staubbelastung bei der Verdichtung

Der Aspekt der **Ressourcenschonung** ergibt sich aus der möglichen (teilweisen) Wiederverwendung des Aushubmaterials. Dies ist im Bereich der Fernwärme wegen abnehmender oder fehlender Quellen für geeignete Natursande sehr interessant. Gleichzeitig geht dies mit Ressourcen- und Klimaschutzziele einher. Nicht zuletzt unter dem Gesichtspunkt der zunehmenden Komplexität bei der Deponierbarkeit von Aushubmaterial.

2.3 Regelwerksrahmen

ZFSV sind im AGFW-Regelwerk, FW 401 Teil 9 – [2], Teil 10 [3] und Teil 12 [4] adressiert. Teil 9 und Teil 10 haben statische Aspekte im Fokus. Teil 12 geht auf das Verfüllen mit ZFSV ein. Die Beachtung und Anwendung des Regelwerksrahmen werden vorausgesetzt.¹

Gemäß Teil 12, Abschnitt 5.4.2.3.2.[4] gilt:

¹ Der vollständige Textauszug aus Teil 12, Abschnitt 5.4.3.2 Verfüllen mit zeitweise fließfähigen, selbstverdichtenden Verfüllbaustoffen findet sich in Anlage 1. Dort finden sich auch grundlegende Anforderungen beim Einsatz von ZFSV.

“Die Verwendung von ZFSV ist mit den zuständigen Behörden, Straßenbaulastträgern, mit von der Verfüllung betroffenen Leitungseigentümern sowie dem Inverkehrbringer der KMR abzustimmen.”

“Für die Herstellung, Anwendung und Qualitätssicherung von ZFSV im Erdbau ist FGSV 563 in der Planung und Bauausführung anzuwenden”.

Die FGSV 563 H ZFSV gelten für „die Herstellung und Anwendung zeitweise fließfähiger, selbstverdichtender Verfüllbaustoffe (ZFSV) im Erdbau mit Bindemitteln in technischen Bauwerken im Straßenbau“

„ZFSV sind sowohl zur Verfüllung der Leitungszone als auch der Verfüllzone geeignet.“² Die letztgültige Möglichkeit zum Einsatz in der Leitungs- und/oder Verfüllzone ergibt sich aus den dem jeweiligen Anwendungsgebiet zugeordneten Regelwerken in ggf. Verbindung mit einer Einzelfallabstimmung.

Im dortigen Abschnitt 2 Anwendungsgebiete und Hinweise wird dann gemäß Tabelle 1 wie folgt auf verschiedene bautechnische Verwendungszwecke eingegangen:

Tabelle 1: Anwendungsgebiete von ZFSV nach FGSV 563 H ZFSV

Anwendungsgebiete und Hinweise		
<ul style="list-style-type: none"> • Allgemeines • Abwasser • Trinkwasser • Erdgas • Elektrizität • Telekommunikationsanlagen und sonstige erdverlegte Kabel (Kabel und Rohranlagen) • Fernwärme 	<ul style="list-style-type: none"> • Hinterfüllen und Überschütten von Bauwerken 	<ul style="list-style-type: none"> • Abdichtungen

² Für die Verfüllzone kann das Kriterium Frostsicherheit gefordert sein. Über die Frostbeständigkeit von ZFSV sind keine wissenschaftlichen Untersuchungen bekannt. Frostsicherheit wird bisher gemäß Expertenaussagen ausgeschlossen.

Nach dortigem Abschnitt 2.1.1 *Allgemeines* gilt:

“Zusätzlich ist eine Abstimmung insbesondere im innerstädtischen Straßenbereich mit allen betroffenen Leitungsbetreibern erforderlich, z.B. bei:

- *mehreren Leitungen in einem Graben,*
- *Kontakt bei Kreuzungen,*
- *Näherungen an Leitungen bzw. Leitungsanlagen.”*

Entsprechend wird zugrunde gelegt, dass die Verfüllung von Fernwärmeleitungen mit ZFSV in Kombination mit anderen Leitungen eine Ausführungsmöglichkeit ist. Dabei sind aber die spezifischen Anforderungen für die weiteren erdverlegten Leitungen zu berücksichtigen.

In den einzelnen Unterabschnitten gemäß Tabelle 1 wird weiter detailliert, welche Regeln und Anforderungen im Einzelnen zu beachten sind. Diese sind im Abschnitt 3 in Factsheets für die einzelnen Sparten zusammengestellt.

3 Factsheets für die einzelnen Sparten, Anwendungsgebiete und Bauphasen

In den nachfolgenden Factsheets sind für die in Tabelle 1 genannten Anwendungsgebiete die wichtigsten Punkte zusammengestellt. Dabei stehen spartenspezifische und explizit genannte Anforderungen beim Einsatz von bzw. an ZFSV im Fokus. Allgemeingültige Anforderungen, die auch für andere Verfüllmaterialien gelten (z.B. Größtkornbeschränkungen, Leitungsabstände etc.), sind nicht berücksichtigt. Damit entsteht die ZFSV-spezifisch erforderliche zügige Orientierung für die übergreifende Diskussion und Abstimmung.

Grundsätzlich sind „Berührungspunkte“ mehrerer Sparten und/oder Anwendungsgebiete möglich. Dazu wären kombinierte Factsheets erforderlich. Hierauf wurde verzichtet. In solchen Fällen führt das kombinierte Heranziehen der jeweils erforderlichen Factsheets zur ersten Lösungsorientierung.

Zusätzlich ist für die Bauphasen Planung und Bauausführung ein gesondertes Factsheet aufgenommen, das wichtige Hinweise der FGSV 563 H ZFSV in der Übersicht darstellt.

Da in der FGSV 563 H ZFSV keine datierten Verweise auf Technische Regelwerke enthalten sind, wurden die jeweils aktuellen Fassungen herangezogen.

3.1 Factsheet Abwasser

Sparte	Abwasser
Wichtige allgemeingültige Anforderungen nach FGSV 563 - H ZFSV, Abschnitte 1.2 und 2.1.1	<ul style="list-style-type: none"> » Ausreichende Homogenität » spatenlösbar“ oder „von Hand“ lösbar » Eignungsprüfung: bei Bettung und Umhüllung von Leitungen und Leitungsanlagen und sonstiger Bauteile muss Verträglichkeit und Beständigkeit gegeben sein » Auftriebssicherung beim Einsatz von ZFSV: <ul style="list-style-type: none"> ○ Haltungsbanke aus einer steiferen Konsistenz oder ○ rechtzeitig zu entfernende mechanische Auftriebs-sicherungen
Spartenspezifische Anforderungen Einsatz von ZFSV nach FGSV 563 - H ZFSV, Abschnitt 2.1.2	<ul style="list-style-type: none"> » Prüfung und Nachweis der Verträglichkeit chemischer und bodenmechanischer Eigenschaften des ZFSV mit Rohren, Schächten und verwendeten Dichtungsmaterialien » Erstellung einer Rohrstatik; Beachtung der Besonderheiten der Lastfälle während und nach dem Einbau
Genannte weiterführende Regelwerke	<ul style="list-style-type: none"> » DIN EN 1610:12/2015: Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen; dt. Fassung EN 1610:2015 [9] » DWA-A 139: 03/2019: Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen [20]
Explizite Anforderungen ZFSV aus genannten weiterführenden Regelwerken	<ul style="list-style-type: none"> » Selbstverdichtende Verfüllbaustoffe müssen mit den Planungsanforderungen übereinstimmen [9] » Bestimmung der Mindestgrabenbreite [9] » Aushärtungsprozess der gebundenen Materialien beachten [9] » Rohrleitung zusätzlich für den Lastfall Auftrieb bemessen [20] » Anforderungen gemäß Abschnitt 7.3.3 Zeitweise fließfähige, selbstverdichtende Verfüllbaustoffe, DWA-A 139 [20] » Anforderungen gemäß Abschnitt 7.3.4 Beurteilung von ZFSV für die statische Berechnung, DWA-A 139 [20] » Anforderungen gemäß Anhang F Qualitätssicherung und Anforderungen zur Herstellung, Lieferung und Einbau von ZFSV, DWA-A 139 [20]

Zusätzliche Regelungen von Netzbetreibern	» Einzelfallprüfung und -abstimmung im Projekt
Weitere/Hinweise	<p>Die Bemessung von in ZFSV verlegten Rohrleitungen ist in kommerzieller Software bereits umgesetzt.</p> <p>Der Einsatz von ZFSV und die zugehörige rohrstatische Bemessung kann zu deutlich wirtschaftlicheren Abmessungen führen.</p>

3.2 Factsheet Trinkwasser

Sparte	Trinkwasser
<p>Wichtige allgemeingültige Anforderungen nach FGSV 563 - H ZFSV, Abschnitte 1.2 und 2.1.1</p>	<ul style="list-style-type: none"> » Ausreichende Homogenität » spatenlösbar“ oder „von Hand“ lösbar » Eignungsprüfung: bei Bettung und Umhüllung von Leitungen und Leitungsanlagen und sonstiger Bauteile muss Verträglichkeit und Beständigkeit gegeben sein » Auftriebssicherung beim Einsatz von ZFSV: <ul style="list-style-type: none"> ○ Haltungsbanke aus einer steiferen Konsistenz oder ○ rechtzeitig zu entfernende mechanische Auftriebs-sicherungen
<p>Spartenspezifische Anforderungen Einsatz von ZFSV nach FGSV 563 - H ZFSV, Abschnitt 2.1.3., 6.4.1 und 6.4.2</p>	<ul style="list-style-type: none"> » Verfüllmaterial muss für die eingebauten bzw. vorhandenen Trinkwasserleitungen geeignet sein » Auswahl passiver Korrosionsschutz/Ausgangsstoffe aus Recyclingmaterial: Vorgaben/Anforderungen DVGW Arbeitsblatt GW 9 „Beurteilung von Böden“ [17] beachten » Kathodischer Korrosionsschutz (KKS): <ul style="list-style-type: none"> ○ Vorgaben AfK-Empfehlung Nr. 3 „Maßnahmen beim Bau und Betrieb von Rohrleitungen im Einflussbereich von Hochspannungs-Drehstromanlagen und Wechselstrom-Bahnanlagen“ [8] berücksichtigen ○ Spezifischer Widerstand von ca. 100 Ohm · m nach dem Abbinden ○ Nachweis, dass durch das Verfüllmaterial keine vollständige Abschirmung der Fehlstelle vom Schutzstrom des KKS entsteht » Anforderungen des DVGW Arbeitsblattes W 400-2 „Technische Regeln Wasserverteilungsanlagen (TRWV); Teil 2: Bau und Prüfung“ [19] einhalten, falls keine anderen Vorgaben Netzbetreiber
<p>Genannte weiterführende Regelwerke</p>	<ul style="list-style-type: none"> » DVGW GW 9: 05/2011: Beurteilung der Korrosionsbelastungen von erdüberdeckten Rohrleitungen und Behältern aus unlegierten und niedrig legierten Eisenwerkstoffen in Böden [17] » DVGW W 400-2: 09/2004: „Technische Regeln Wasser-

	<p>verteilungsanlagen (TRVV); Teil 2: Bau und Prüfung“ [19]</p> <p>» AFK-Empfehlung Nr. 3: 02/2014: Maßnahmen beim Bau und Betrieb von Rohrleitungen im Einflußbereich von Hochspannungs- Drehstromanlagen und Wechselstrom-Bahnanlagen [8]</p>
<p>Explizite Anforderungen ZFSV aus genannten weiterführenden Regelwerken</p>	<p>» Eigenschaften Material für die Leitungszone:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Ausreichende Festigkeit (Verbleib Rohr in Position, Standhalten Rohr äußeren und inneren Kräften) [19] ○ Keine Korrosion, Beschädigung, Beeinträchtigung, mechanische Eigenschaften Rohre und Rohrleitungsteile sowie Beschichtung [19] ○ Chemisch beständig; keine schädlichen Reaktionen in Verbindung mit Boden oder Grundwasser verursachen (keine Schlacken oder sonstige aggressive Stoffe) [19] ○ Material darf nicht enthalten: organisches Material, Steine (> 63 mm), Felsbrocken, Schutt, gefrorener Boden, Wurzeln und ähnliche größere Bestandteile [19] ○ Materialien sollen den Richtwerten des Anhanges G (DVGW W 400-2) entsprechen [19]
<p>Zusätzliche Regelungen von Netzbetreibern</p>	<p>» Einzelfallprüfung und -abstimmung im Projekt</p>

3.3 Factsheet Erdgas

Sparte	Erdgas
<p>Wichtige allgemeingültige Anforderungen nach FGSV 563 - H ZFSV, Abschnitte 1.2 und 2.1.1</p>	<ul style="list-style-type: none"> » Ausreichende Homogenität » spatenlösbar“ oder „von Hand“ lösbar » Eignungsprüfung: bei Bettung und Umhüllung von Leitungen und Leitungsanlagen und sonstiger Bauteile muss Verträglichkeit und Beständigkeit gegeben sein » Auftriebssicherung beim Einsatz von ZFSV: <ul style="list-style-type: none"> ○ Haltungsbanke aus einer steiferen Konsistenz oder ○ rechtzeitig zu entfernende mechanische Auftriebs-sicherungen
<p>Spartenspezifische Anforderungen Einsatz von ZFSV nach FGSV 563 - H ZFSV, Abschnitt 2.1.4, 6.4.1 und 6.4.2</p>	<ul style="list-style-type: none"> » Verfüllmaterial muss für die eingebauten bzw. vorhandenen Gasleitungen geeignet sein » Eignung muss vor dem Einbau des ZFSV nachgewiesen werden » Ausreichend offene Porosität für leichte Ausbreitung und Feststellung Leckagegas nach oben <ul style="list-style-type: none"> ○ Maß über Gasdurchlässigkeit nach FGSV 563 – H ZFSV, Abschnitt 7.3.2 prüfen oder ○ Maß über Wasserdurchlässigkeit nach FGSV 563 – H ZFSV, Abschnitt 7.3.3 prüfen ○ Nachweis Zusammenhang gemessene Porosität als Gas- oder Wasserdurchlässigkeit und tatsächliche Detektierbarkeit Leckagegas eingebautes Verfüllmaterial » Verschleppen Leckagegas entlang der Leitungswand in Längsrichtung durch konstruktive Maßnahmen (ebenso vor Schächten oder Hausanschlussleitungen vor Gebäuden) über größere Distanzen vermeiden » Bettung von Rohren, Formstücke und Armaturen mit nicht längskraftschlüssigen Verbindungen: zusätzliche Maßnahmen zur Aufnahme der Widerlagerkräfte, z.B. nach DVGW GW 310 „Widerlager aus Beton; Bemessungsgrundlagen“ [18] » Korrosionsschutz gemäß Vorgaben FGSV 563 – H ZFSV,

	<p>Abschnitt 2.1.3 (siehe Factsheet Trinkwasser) ausführen</p> <ul style="list-style-type: none"> » Flüssiggasnetze: Besondere Anforderungen sind durch den Betreiber festzulegen
Genannte weiterführende Regelwerke	<ul style="list-style-type: none"> » DVGW GW 9: 05/2011: Beurteilung der Korrosionsbelastungen von erdüberdeckten Rohrleitungen und Behältern aus unlegierten und niedrig legierten Eisenwerkstoffen in Böden [17] » DVGW GW 310: 01/2008: Widerlager aus Beton: Bemessungsgrundlagen [18] » DVGW G 459-1: 10/2019: Gas-Netzanschlüsse für maximale Betriebsdrücke bis 5 bar [14] » DVGW G 462: 03/2020: Gasleitungen aus Stahlrohren bis 16 bar Betriebsdruck; Errichtung [15] » DVGW G 463: 07/2016: Gashochdruckleitungen aus Stahlrohren für einen Auslegungsdruck von mehr als 16 bar; Errichtung [16] » AFK-Empfehlung Nr. 3: 02/2014: Maßnahmen beim Bau und Betrieb von Rohrleitungen im Einflußbereich von Hochspannungs- Drehstromanlagen und Wechselstrom-Bahnanlagen [8]
Explizite Anforderungen ZFSV aus genannten weiterführenden Regelwerken	-
Zusätzliche Regelungen von Netzbetreibern	<ul style="list-style-type: none"> » Einzelfallprüfung und -abstimmung im Projekt

3.4 Factsheet Elektrizität

Sparte	Elektrizität
Wichtige allgemeingültige Anforderungen nach FGSV 563 - H ZFSV, Abschnitte 1.2 und 2.1.1	<ul style="list-style-type: none"> » Ausreichende Homogenität » spatelösbar“ oder „von Hand“ lösbar » Eignungsprüfung: bei Bettung und Umhüllung von Leitungen und Leitungsanlagen und sonstiger Bauteile muss Verträglichkeit und Beständigkeit gegeben sein » Auftriebssicherung beim Einsatz von ZFSV: <ul style="list-style-type: none"> ○ Haltungsbanke aus einer steiferen Konsistenz oder ○ rechtzeitig zu entfernende mechanische Auftriebs-sicherungen
Spartenspezifische Anforderungen Einsatz von ZFSV nach FGSV 563 - H ZFSV, Abschnitt 2.1.5 und 6.4.3	<ul style="list-style-type: none"> » Einbau von ZFSV in der Leitungszone darf keine Änderungen der Kabeleigenschaften bewirken » Neubau: Alterung und Prüfung ist am vollständigen Kabel nachzuweisen » Bauen im Bestand: Abstimmung zwischen den Beteiligten im Rahmen der Planung bzw. Bauvorbereitung » Spezifischer Wärmewiderstand des Verfüllmaterials max $1 \text{ K} \cdot \text{m/W}$ » Beispielhafte höchstzulässige Kabeltemperatur am Leiter bei ungestörtem Betrieb: <ul style="list-style-type: none"> ○ 70 °C für Kabel mit PVC-Isolierung und Mantel ○ 90 °C für Kabel mit VPE-Isolierung und PE-Mantel
Genannte weiterführende Regelwerke	<ul style="list-style-type: none"> » DIN VDE 0276-603: 03/2010: Starkstromkabel; Energieverteilungskabel mit Nennspannung 0,6/1 kV [12] » DIN VDE 0276-620: 04/2018: Starkstromkabel; Energieverteilungskabel mit extrudierter Isolierung für Nennspannungen von 3,6/6 (7,2) kV bis einschließlich 20,8/36 (42) kV [13]
Explizite Anforderungen ZFSV aus genannten weiterführenden Regelwerken	-
Zusätzliche Regelungen von Netzbetreibern	<ul style="list-style-type: none"> » Einzelfallprüfung und -abstimmung im Projekt

3.5 Factsheet Telekommunikationsanlagen und sonstige erdverlegte Kabel (Kabel und Rohranlagen)

Sparte	Telekommunikationsanlagen und sonstige erdverlegte Kabel (Kabel und Rohranlagen)
Wichtige allgemeingültige Anforderungen nach FGSV 563 - H ZFSV, Abschnitte 1.2 und 2.1.1	<ul style="list-style-type: none"> » Definition Leitungszone: Bei Kabel- und Kabelkanalanlagen gelten die Vorschriften des Leitungseigentümers » Ausreichende Homogenität » spatenlösbar“ oder „von Hand“ lösbar » Eignungsprüfung: bei Bettung und Umhüllung von Leitungen und Leitungsanlagen und sonstiger Bauteile muss Verträglichkeit und Beständigkeit gegeben sein » Auftriebssicherung beim Einsatz von ZFSV: <ul style="list-style-type: none"> ○ Haltungsbanke aus einer steiferen Konsistenz oder ○ rechtzeitig zu entfernende mechanische Auftriebs-sicherungen
Spartenspezifische Anforderungen Einsatz von ZFSV nach FGSV 563 - H ZFSV, Abschnitt 2.1.6 und 6.4.3	<ul style="list-style-type: none"> » Auftrieb von Leerrohren durch konstruktive Maßnahmen verhindern oder lagenweise verfüllen » anwendungsspezifisch hergestellter ZFSV für die Verfüllung der Leitungszone von Kabelkanalanlagen » Spezifischer Wärmewiderstand des Verfüllmaterials max $1 \text{ K} \cdot \text{m/W}$ » Beispielhafte höchstzulässige Kabeltemperatur am Leiter bei ungestörtem Betrieb: <ul style="list-style-type: none"> ○ 70 °C für Kabel mit PVC-Isolierung und Mantel ○ 90 °C für Kabel mit VPE-Isolierung und PE-Mantel
Genannte weiterführende Regelwerke	» ZTV-TKNetz 10, Tiefbauarbeiten für Gräben und Baugruben [22]
Explizite Anforderungen ZFSV aus genannten weiterführenden Regelwerken	-
Zusätzliche Regelungen von Netzbetreibern	» Einzelfallprüfung und -abstimmung im Projekt

3.6 Factsheet Fernwärme

Sparte	Fernwärme
<p>Wichtige allgemeingültige Anforderungen nach FGSV 563 - H ZFSV, Abschnitte 1.2 und 2.1.1</p>	<ul style="list-style-type: none"> » Ausreichende Homogenität » spatelösbar“ oder „von Hand“ lösbar » Eignungsprüfung: bei Bettung und Umhüllung von Leitungen und Leitungsanlagen und sonstiger Bauteile muss Verträglichkeit und Beständigkeit gegeben sein » Auftriebssicherung beim Einsatz von ZFSV: <ul style="list-style-type: none"> ○ Haltungsbanke aus einer steiferen Konsistenz oder ○ rechtzeitig zu entfernende mechanische Auftriebs-sicherungen
<p>Spartenspezifische Anforderungen Einsatz von ZFSV nach FGSV 563 - H ZFSV, Abschnitt 2.1.7 und 7.3.4</p>	<ul style="list-style-type: none"> » Verlegung nach Regelwerk AGFW, insbesondere Arbeitsblätter FW 401 [1], FW 410 [5] und FW 420 [6] » Nachweis der Festigkeit der Konstruktion für alle relevanten Betriebstemperaturen » Berücksichtigung der Abnahme der Reibungskräfte über die Lebensdauer der Leitung » Für sichere Auslegung (Wandreibung) Reibungsverhalten zwischen PE-Außenmantel und Bettung mittels Eignungsprüfung nachweisen <ul style="list-style-type: none"> ○ Losbrechkraft beim Anfahren der Leitung ○ Verschiebekraft nach einer Anzahl von Verschiebezyklen <p>über Bestimmung des Reibungskoeffizienten nach FGSV 563 – H ZFSV, Abschnitt 7.3.4</p> <p>Hinweis: mittlerweile existieren Versuchstechniken im Labormaßstab, die eine zügigere Ermittlung des Kontaktverhaltens erlauben, z.B. Stabscherversuche [7, S. 82 ff.]</p>
<p>Genannte weiterführende Regelwerke</p>	<ul style="list-style-type: none"> » AGFW FW 401: 02/2021: Kunststoffmantelrohre (KMR) als Verlegesystem der Fernwärme [1] » AGFW FW 410: 12/2011: Stahl-Mantelrohre (SMR) für Fernwärmenetze [5] » AGFW FW 420: 12/2011: Fernwärmeleitungen mit flexiblen Rohrsystemen [6]

<p>Explizite Anforderungen ZFSV aus genannten weiterführenden Regelwerken</p>	<ul style="list-style-type: none"> » Einzelfallbewertung abweichender Einflüsse auf die Reibung zwischen Verfüllbaustoffen und Ummantelung durch Planenden (FW 401, Teil 9, 5.1.3 [2]) » Wahl bzw. Nachweis entsprechender Werte für Reibungskräfte am KMR, z.B. nach technischen Spezifikationen der Materialien (FW 401, Teil 10, 6.3.6 [3]) » Verwendung von recycelten Baustoffen als Zuschlag für ZFSV in der Leitungszone nur nach einschlägigen Regelwerken gemäß Abschnitt 5.4.2.4 zulässig (FW 401, Teil 12, 5.4.2.3.1 [4]) » Verfüllung von Bereichen der Leitungszone, die sich nicht einwandfrei verdichten lassen, mit einem Boden-Bindemittel-Gemisch (Empfehlung: ZFSV), sofern keine nachteiligen Auswirkungen auf Rohrbettung, Leitungen und den Oberbau ((FW 410, 7.1 [5])
<p>Zusätzliche Regelungen von Netzbetreibern</p>	<ul style="list-style-type: none"> » Einzelfallprüfung und -abstimmung im Projekt
<p>Weitere/Hinweise</p>	<p><i>„Erfahrungen zeigen, dass die resultierenden PUR-Scherspannungen im KMR bei fachgerechter Auslegung/Rezeptur im langjährigen Betrieb sowohl in Sand als auch in ZFSV-Bettung unterhalb des zulässigen Langzeitwertes von 0,04 MPa liegen.“ [7], S. 142</i></p> <p>Reibungskoeffizient und relevante Grenzwerte der Reibung sind unter angemessener Berücksichtigung der Randbedingungen und der Verlegebedingungen zu bestimmen [10] S. 47 ff.</p> <p>Die Rohrzone ($\geq 0,1$ m um die Ummantelung) muss mit dem spezifizierten Bettungsmaterial verfüllt werden. Dieses muss ausreichend tragfähig sein und die erforderlichen Eigenschaften zur Erfüllung der Auslegungskriterien aufweisen. Die Materialzusammensetzung muss die erforderlichen Reibungskoeffizienten zulassen. [11] S. 49 ff.</p>

3.7 Factsheet Hinterfüllen und Überschütten von Bauwerken

Anwendung	Hinterfüllen und Überschütten von Bauwerken
Wichtige allgemeingültige Anforderungen nach FGSV 563 - H ZFSV, Abschnitte 1.2 und 2.1.1	<ul style="list-style-type: none"> » Ausreichende Homogenität » spatenlösbar“ oder „von Hand“ lösbar » Eignungsprüfung: bei Bettung und Umhüllung von Leitungen und Leitungsanlagen und sonstiger Bauteile muss Verträglichkeit und Beständigkeit gegeben sein
Anwendungsspezifische Anforderungen Einsatz von ZFSV nach FGSV 563 - H ZFSV, Abschnitt 2.2	<ul style="list-style-type: none"> » ZFSV dürfen sich nicht nachteilig auf das Bauwerk, Rohrleitungen und den Oberbau auswirken » Besonderheiten der Lastfälle während und nach dem Einbau sind im Vorfeld statisch nachzuweisen » ZFSV müssen eine hohe Volumenstabilität nach Anforderungen im Abschnitt 6.3.4 aufweisen
Genannte weiterführende Regelwerke	-
Explizite Anforderungen ZFSV aus genannten weiterführenden Regelwerken	-
Zusätzliche Regelungen von Netzbetreibern	» Einzelfallprüfung und -abstimmung im Projekt

3.8 Factsheet Abdichtungen

Anwendung	Abdichtungen
Wichtige allgemeingültige Anforderungen nach FGSV 563 - H ZFSV, Abschnitte 1.2 und 2.1.1	<ul style="list-style-type: none"> » Ausreichende Homogenität » „spatenlösbar“ oder „von Hand“ lösbar » Eignungsprüfung: bei Bettung und Umhüllung von Leitungen und Leitungsanlagen und sonstiger Bauteile muss Verträglichkeit und Beständigkeit gegeben sein
Anwendungsspezifische Anforderungen Einsatz von ZFSV nach FGSV 563 - H ZFSV, Abschnitt 2.3 und Abschnitt 7.3.3	<ul style="list-style-type: none"> » Maßgebliche Anforderungen (Dicke, Durchlässigkeitsbeiwert u.a.) an die Abdichtung gemäß anwendungsbezogenen Regelwerken mit Angabe in der Leistungsbeschreibung » Dichtungskörper durch bautechnische Maßnahmen (z.B: Überdeckung oder Einbindung) gegen äußere Einflüsse so schützen, dass Funktionsfähigkeit dauerhaft gegeben » Geforderter Durchlässigkeitsbeiwert k_f (ermittelt nach DIN 18130) ist im verfestigten Zustand zu erreichen » Sehr schwach durchlässige Schichten: Nachweis $k_f \leq 10^{-8}$ m/s in der Eignungsprüfung » ZFSV sollte mit ausreichender Überdeckung als Schutz vor Austrocknung und anderen schädlichen Witterungseinflüssen versehen sein
Genannte weiterführende Regelwerke	<ul style="list-style-type: none"> » Verweis auf anwendungsbezogene Regelwerke mit beispielhafter Nennung → Projekteinzelfall
Explizite Anforderungen ZFSV aus genannten weiterführenden Regelwerken	<ul style="list-style-type: none"> » Einzelfallprüfung im Projekt
Zusätzliche Regelungen von Netzbetreibern	<ul style="list-style-type: none"> » Einzelfallprüfung und -abstimmung im Projekt

3.9 Factsheet Planung und Bauausführung FGSV 563 allgemein

Bauphase	Planung
Abschnitt 3 Baustoffe 3.6 Umweltrelevante Merkmale	<ul style="list-style-type: none"> » <i>„Durch die Art der eingesetzten Ausgangsstoffe, der Zugabe der Bindemittel und Zusätze dürfen keine negativen Einflüsse auf die Umwelt entstehen.“³</i> » <i>„Bei dem Einsatz in Wasser- und Heilquellenschutzgebieten ist die Verwendung mit den zuständigen Behörden abzustimmen.“</i>
Abschnitt 5 Einbau 5.1 Allgemeines	<ul style="list-style-type: none"> » <i>„Generell sind bei allen Baumaßnahmen mit ZFSV die besonderen Eigenschaften hinsichtlich Auftrieb und hydrostatischem Druck - insbesondere in Bezug auf angrenzende Bauwerke - zu beachten.“</i> » <i>„Bei allen Baumaßnahmen empfiehlt es sich, vorab in einer Arbeitsanweisung das Arbeitsverfahren, z. B. zur Leitungslegung und -sicherung sowie den Einbau des ZFSV gemäß Statik, festzulegen. Ist ein Arbeitsverfahren z.B. zur Rohrverlegung und -Sicherung sowie der Einbau der ZFSV vereinbart, ist deren Einhaltung zu überprüfen und zu protokollieren.“</i>
Abschnitt 5 Einbau 5.2 Kanal- und Rohrleitungsbau	<ul style="list-style-type: none"> » <i>„Der Abstand und die Dimension der Auftriebssicherung ist durch statische Berechnung nachzuweisen (Rohrstatik im Einbauzustand).“</i> » <i>„Beim Verguss von Fernwärmeleitungen ist zu beachten, dass sich Hohlräume in Dehnungspolstern nicht mit ZFSV füllen.“</i>
Abschnitt 5 Einbau 5.4 Ziehen des Verbaus	<ul style="list-style-type: none"> » <i>„Das Ziehen der Verbauelemente muss noch im fließfähigen Zustand der ZFSV erfolgen - entsprechend den Herstellerangaben - um die beim Ziehen der Verbauelemente entstehenden Hohlräume vollständig zu verfüllen.“</i>

³ Abschnitt 3.6 der FGSV 563 H ZFSV verweist hier auf das Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG), die Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) sowie das Wasserhaushaltsgesetz (WHG).


	<p>» <i>„Der Verbau darf nur rückgebaut werden, soweit er durch das Verfüllen oder andere Baumaßnahmen entbehrlich geworden ist. Der Rückbau des Verbaus muss sowohl in der statischen Berechnung des Verbaus als auch des Rohres berücksichtigt werden.“</i></p>
<p>Abschnitt 5 Einbau 5.5 Sicherung gegen unerwünschtes Abfließen</p>	<p>» <i>„Vor Einbau der ZFSV ist auszuschließen, dass Leitungen oder Bauwerke unbeabsichtigt verfüllt werden... Das Fließverhalten des Verfüllbaustoffes macht es auch erforderlich, alle nicht zu verfüllenden Bereiche gegen ein Abfließen abzusichern.“</i></p>
<p>6 Anforderungen an ZFSV 6.1 Allgemeines</p>	<p>» <i>„Zum Nachweis der Eignung sind folgende Anforderungen festzulegen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>zulässiges Größtkorn,</i> - <i>Fließfähigkeit (Konsistenz),</i> - <i>Tragfähigkeit (Verformungsmodul Ev2 oder Evd),</i> - <i>Druckfestigkeit oder CBR-Wert,</i> - <i>Wiederaushubfähigkeit,</i> - <i>Volumenstabilität.</i> <p><i>Zusätzlich können anwenderspezifische Anforderungen und Eigenschaften (siehe Abschnitt 6.4) bestehen.“</i></p>
<p>6 Anforderungen an ZFSV 6.2 Einbaueigenschaften</p>	<p>» <i>„Bei Verlegung mehrerer Medien in einer Trasse ist eine Abstimmung der Betreiber/Auftraggeber zum zulässigen Größtkorn erforderlich.“⁴</i></p> <p>» <i>„Die in den ZTV E-StB gestellten Anforderungen an das Verdichten gelten nicht für ZFSV. Stellvertretend hierfür sind die Fließfähigkeit, die Frischrohdichte und die Festigkeit zu prüfen.“</i></p>
<p>7 Prüfungen 7.1 Allgemeines</p>	<p>» <i>„Die Ergebnisse der Eignungsprüfung und die Prüfprotokolle der Eigenüberwachung sind den Auftraggebern und gegebenenfalls dem Straßenbulasträger vorzulegen.“</i></p>

⁴ Anmerkung: Es ist die Leitungszone von der Verfüllzone zu unterscheiden.

	<p><i>Werden vom Auftraggeber zusätzliche Anforderungen an den ZFSV gestellt oder Prüfungen verlangt, sind diese in der Leistungsbeschreibung anzugeben.“</i></p>
--	---


Mehrwert ZFSV-Einsatz	Durch die Installation von vier Temperatursensoren an den gemeinsam im Rohrgraben verlegten Leitungen, lassen sich Messergebnisse zur Quantifizierung des Einflusses der Fernwärmeleitung auf die Wasserleitung nutzen.
Anforderungen der weiteren Anwendungsgebiete/Sparten	» keine
Genehmigungs-/Zustimmungserfordernisse der weiteren Anwendungsgebiete/Sparten	» Abstimmung mit der Wasserversorgung
Vorgehensweise	Umsetzung der Maßnahmen wie abgestimmt und Installation der Sensoren an den Rohrleitungen gemäß Skizze.
Fazit	Seit Inbetriebnahme 2013 keine besonderen Vorkommnisse.

4.2 Projekt Deichquerung Halle a. d. Saale

Halle a.d.Saale	Deichquerung einer Fernwärmetrasse mit ZFSV	
<p>Querung eines gerade sanierten Hochwasserdeiches in offener Bauweise mit Stahlschutzrohren</p> <p>KMR Vorlauf DN 600/900</p> <p>KMR Rücklauf DN 600/800</p> <p>Schutzrohr: DN 1000 mit Gleitkufen</p>	 <p>Quelle: GEF Ingenieur AG</p>	
<p>Weitere Anwendungsgebiete/Sparten</p>	<p>Abwasser</p> <p>Trinkwasser</p> <p>Erdgas</p> <p>Elektrizität</p>	<p>Telekommunikationsanlagen und sonstige erdverlegte Kabel</p> <p>X Hinterfüllen und Überschütten von Bauwerken</p> <p>X Abdichtungen</p>
<p>ZFSV-Einsatz</p>	<p>» Verfüllung der Leitungszone im Bereich des Hochwasserschutzdeiches</p>	
<p>Mehrwert ZFSV-Einsatz</p>	<p>» Erfüllung der Anforderungen des Hochwasserschutzes – speziell der DIN 19712 sowie dem DWA-M 507-1 – mit besonders wasserundurchlässigem ZFSV</p> <p>» Sichere und qualitativ hochwertige Verfüllung der Leitungszone durch die Fließeigenschaften des ZFSV während des Einbaus</p> <p>» Dichtverbund zwischen vorhandener Deichabdichtung (TBV-Wand) und Rohrdurchführung durch den Deich</p>	
<p>Anforderungen der weiteren</p>	<p>Im Detail mussten folgende Anforderungen</p>	

Anwendungsgebiete/Sparten	<p>durch den eingesetzten ZFSV erfüllt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • max. Bindemittelgehalt: 4 % • Spatenlösbarkeit nach DIN 18 300 • Frostsicher • kf < 1 x 10⁻⁹ m/sec • einaxiale Druckfestigkeit nach 28 d: 0,3 bis 0,5 N/mm²
Genehmigungs-/Zustimmungserfordernisse der weiteren Anwendungsgebiete/Sparten	<p>» Der Genehmigungsantrag wurde an das Landesverwaltungsamt Sachsen-Anhalt; Referat Wasser in Verbindung mit dem Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft (LHW) Flussbereich Merseburg gestellt.</p> <p>» In Abstimmung mit den genehmigenden Behörden wurden die Anforderungen sowie die Möglichkeiten des ZFSV abgestimmt und festgelegt.</p>
Vorgehensweise / Lösung	<p>Unterhalb des Deiches wurden die Fernwärmeleitungen in stählernen Schutzrohren verlegt, welche je Schutzrohr zwei Mauerkragen als Sickerwegverlängerung aufweisen. Die Schutzrohre sind mit einer Korrosionsschutzbeschichtung aus Polyethylen (PE) ausgeführt. Das KMR wird innerhalb der Schutzrohre mittels Gleitkufenringen geführt. Die Stirnseiten der Schutzrohre sind zusätzlich mit Manschetten auf dem Mantel des KMR und dem Schutzrohr abgedichtet. Die Schutzrohre wurden im Querungsbereich bis 50 cm oberhalb des Rohrscheitels mit ZFSV mit entsprechender Rezeptur lagenweise verfüllt, während die Rohre temporär gegen Auftrieb gesichert waren.</p>
Fazit	<p>Im vorliegenden Bauvorhaben stellt der speziell für die Anforderungen der offenen Deichquerung mit den Fernwärmeleitungen im Schutzrohr hergestellte ZFSV ein Optimum dar. Eine Verzahnung mit der vorhandenen Deichaufstellfläche sowie die Herstellung des Dichtverbundes zur vorhandenen Deichabdichtung (TBV-Wand) sind aufgrund der Fließeigenschaften während des Einbaus gewährleistet.</p>

4.3 Projekt FW-Leitung Stadtwerke Ulm / Neu-Ulm (SWU)

FW-Leitung SWU	Bau langer Trassen im unbefestigten Bereich	
<p>Beim Bau einer neuen Fernwärmetrasse, die mehrere Kilometer entlang landwirtschaftlicher Nutzflächen verläuft (weitestgehend unbefestigter Bereich), waren die Vorteile von ZFSV im Bauablauf ausschlaggebend für den Einsatz.</p>	 <p>Quelle: GEF Ingenieur AG</p>	
<p>Weitere Anwendungsgebiete/Sparten</p>	<p>Abwasser</p> <p>X Trinkwasser</p> <p>Erdgas</p> <p>Elektrizität</p>	<p>Telekommunikationsanlagen und sonstige erdverlegte Kabel</p> <p>Hinterfüllen und Überschütten von Bauwerken</p> <p>Abdichtungen</p>
<p>ZFSV-Einsatz</p>	<p>Erfahrungen mit ZFSV sammeln, wirtschaftliche Vorteile durch Zeitersparnis, Projektziele bei konventioneller Verlegung zeitlich nicht erreichbar</p>	
<p>Mehrwert ZFSV-Einsatz</p>	<ul style="list-style-type: none"> » Optimierte Abläufe der Baumaßnahme » Reduktion der Bauzeit 	
<p>Anforderungen der weiteren Anwendungsgebiete/Sparten</p>	<ul style="list-style-type: none"> » keine 	
<p>Genehmigungs-/Zustimmungserfordernisse der weiteren Anwendungsgebiete/Sparten</p>	<ul style="list-style-type: none"> » Zahlreiche Genehmigungen mussten beantragt und erteilt werden. Im Projektablauf wurden teilweise viele Gespräche mit Behörden geführt. Zum Zeitpunkt der Errichtung waren lediglich geringe Informationen zum Einsatz von ZFSV im FW-Leitungsbau verfügbar. 	

Vorgehensweise	Behörden und andere Sparten konnten in bilateralen Gesprächen überzeugt werden.
Fazit	Umsetzung erfolgte 2012, seitdem sind keine Probleme an der Leitung aufgetreten. Das Projekt konnte durch den konstruktiven Austausch der Beteiligten erfolgreich realisiert werden.

5 Aktuelle Einschätzung der Branche auf Grundlage von Experteninterviews

In der Vorbereitung des Forschungsvorhabens sowie während der bisherigen Projektbearbeitung wurden Gespräche und Interviews mit Branchenexperten geführt, deren Ergebnisse zum aktuellen Zeitpunkt zusammengefasst dargestellt werden.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass sowohl Vor- als auch Nachteile des Einsatzes von ZFSV im Fernwärmeleitungsbau durch lokale Randbedingungen beeinflusst werden. Infolgedessen wird empfohlen, eine eigene, individuelle Bewertung vorzunehmen.

Der überwiegende Teil der bislang interviewten Experten setzt ZFSV lediglich in Bereichen ein, in denen die Leitungszone aufgrund der vorhandenen Randbedingungen schlecht oder gar nicht verdichtet werden kann. Als Hauptgrund wird angeführt, dass die Vorteile von ZFSV gegenüber der konventionellen Sandbettung bis dato aus i.W. folgenden Gründen noch nicht zum Tragen kommen: Neben geringen Langzeiterfahrungen und Vorbehalten in Bezug auf die Wiederaushubfähigkeit werden die fehlende normative Grundlage insbesondere im Hinblick auf transparente sowie in gängigen Berechnungsprogrammen verfügbare Berechnungsverfahren genannt. Dadurch ist die Dimensionierung einer ZFSV gebetteten KMR-Leitung nur bei wenigen Planungsbüros Bestandteil des Leistungsangebots. Des Weiteren wird die Zulässigkeit von ZFSV als Bettungsmaterial seitens der Versorgungsunternehmen bei den KMR-Herstellern gefordert, die neben der normativen Grundlage in der europäischen Norm [10, 11] gleichermaßen eine fundierte Basis in Bezug auf das Langzeitverhalten benötigen, um die damit verbundenen Gewährleistungen formulieren zu können.

Potenziale von ZFSV zur verbesserten Wirtschaftlichkeit im Fernwärmeleitungsbau konnten zum Teil nicht erschlossen werden, da u. a.

- » Ausführungsfirmen die Kostenvorteile nicht an den Auftraggeber weitergeben.
- » die Wiederverwendung des Aushubs und die dadurch entstehende Kosteneinsparung nicht immer möglich sind.
- » die Rohstoffe Sand und Kies lokal preiswert verfügbar sind.
- » Kostenvorteile gegenüber der konventionellen Sandbettung ggf. erst bei langen Strecken sowie sehr großen Mengen an ZFSV entstehen.

Als weitere Erfahrungen werden aktuell noch die Vorbehalte anderer Sparten und im Zusammenhang damit die aufwendige Kommunikation im Genehmigungsprozess sowie die Erfordernis von Genehmigungsverfahren genannt.

Trotz alledem betonen die Befragten immer wieder die Notwendigkeit der Branche, sich mit ZFSV im Fernwärmeleitungsbau zu beschäftigen, da ZFSV

- » für eine gleichmäßigere Bettung sorgen können, insbesondere in schlecht verdichtbaren Bereichen.
- » im Kontext der steigenden Bedeutung der Ressourcenschonung, Nachhaltigkeit und dem Kreislaufwirtschaftsgesetz Vorteile gegenüber der konventionellen Sandbettung entstehen können.
- » eine wirtschaftliche Alternative zur Sandbettung sein können, wobei in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung die Kosten der Gesamtbaumaßnahme, Zeitersparnisse und damit verbundene Akzeptanzvorteile, insbesondere im innerstädtischen Bereich, mit einzubeziehen sind.

Literaturverzeichnis

- [1] AGFW Arbeitsblatt FW 401, 02/2021: Kunststoffmantelrohre (KMR) als Verlegesystem der Fernwärme. AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte, KWK e.V.
- [2] AGFW Arbeitsblatt FW 401_9, 02/2021: Teil 9: Kunststoffmantelrohre (KMR) als Verlegesystem der Fernwärme. Planung. AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte, KWK e.V.
- [3] AGFW Arbeitsblatt FW 401_10, 02/2021: Teil 10: Kunststoffmantelrohre (KMR) als Verlegesystem der Fernwärme. Grundlagen der rohrstatischen Auslegung. AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte, KWK e.V.
- [4] AGFW Arbeitsblatt FW 401_12, 02/2021: Teil 12: Kunststoffmantelrohre (KMR) als Verlegesystem der Fernwärme. Organisation der Bauausführung, Tiefbau. AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte, KWK e.V.
- [5] AGFW Merkblatt FW 410, 12/2011: Stahlmantelrohre (SMR) für Fernwärmeleitungen. AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte, KWK e.V.
- [6] AGFW Arbeitsblatt FW 420_1-5, 12/2011: Fernwärmeleitungen aus flexiblen Rohrsystemen. AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte, KWK e.V.
- [7] AGFW Forschung und Entwicklung Heft 43, 06/2017: EnEff: Wärme; Einsatz fließfähiger Verfüllstoffe zur KMR-Verlegung AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte, KWK e.V.
- [8] AfK-Empfehlung Nr. 3, 02/2014: Maßnahmen beim Bau und Betrieb von Rohrleitungen im Einflussbereich von Hochspannungs-Drehstromanlagen und Wechselstrom-Bahnanlagen. Arbeitsgemeinschaft DVGW/VDE für Korrosionsfragen (AfK)
- [9] DIN EN 1610, 12/2015: Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen; Deutsche Fassung EN 1610:2015. DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
- [10] DIN EN 13941, 12/2019: Fernwärmerohre - Auslegung und Installation von gedämmten Einzel- und Doppelrohr-Verbundsystemen für direkt erdverlegte Heißwasser-Fernwärmenetze - Teil 1: Auslegung; Deutsche und Englische Fassung EN 13941-1:2019. DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
- [11] DIN EN 13941, 12/2019: Fernwärmerohre - Auslegung und Installation von gedämmten Einzel- und Doppelrohr-Verbundsystemen für direkt erdverlegte Heißwasser-Fernwärmenetze - Teil 2: Installation; Deutsche und Englische Fassung EN 13941-2:2019. DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
- [12] DIN VDE 0276-603, 03/2010: Teil 603: Energieverteilungskabel mit Nennspannung 0,6/1 kV; Deutsche Fassung HD 603 S1:1994/A3:2007, Teile 0, 1, 3 G und 5 G. DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
- [13] DIN VDE 0276-620, 04/2018: Starkstromkabel; Energieverteilungskabel mit extrudierter Isolierung für Nennspannungen von 3,6/6 (7,2) kV bis einschließlich 20,8/36 (42) kV; Deutsche Übernahme HD 620 S2:2010, Teile 0, 1 und 10-C. DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

- [14] DVGW Arbeitsblatt G 459-1, 10/2019: Gas-Netzanschlüsse für maximale Betriebsdrücke bis einschließlich 5 bar. DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.
- [15] DVGW Arbeitsblatt G 462, 03/2020: Gasleitungen aus Stahlrohren bis 16 bar Betriebsdruck; Errichtung. DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.
- [16] DVGW Arbeitsblatt G 463, 07/2016: Gashochdruckleitungen aus Stahlrohren für einen Auslegungsdruck von mehr als 16 bar; Errichtung. DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.
- [17] DVGW Arbeitsblatt GW 9, 05/2011: Beurteilung der Korrosionsbelastungen von erdüberdeckten Rohrleitungen und Behältern aus unlegierten und niedrig legierten Eisenwerkstoffen in Böden. DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.
- [18] DVGW Arbeitsblatt GW 310, 01/2008: Widerlager aus Beton; Bemessungsgrundlagen. DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.
- [19] DVGW Arbeitsblatt W 400-2, 02/2004: Technische Regeln Wasserverteilungsanlagen (TRWV) Teil 2: Bau und Prüfung. DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.
- [20] DWA Arbeitsblatt DWA-A 139, 03/2019: Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA)
- [21] FGSV 563, 2012: H ZFSV – Herstellung und Verwendung von zeitweise fließfähigen, selbstverdichtenden Verfüllbaustoffen im Erdbau. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
- [22] ZTV-TKNetz10: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen der Telekom für Bauleistungen am Telekommunikations-Netz, Teil 10: Tiefbauarbeiten für Gräben und Baugruben. Telekom

Anlage 1: Textauszug FW 401, Teil 12, Abschnitt 5.4.2.3 [4]

5.4.2.3 Verfüllen mit zeitweise fließfähigen, selbstverdichtenden Verfüllbaustoffen

5.4.2.3.1 Allgemeines

Zeitweise fließfähige, selbstverdichtende Verfüllbaustoffen (ZFSV) sind nach FSGV 563 Böden und Baustoffe mit Bindemitteln, welche aufgrund ihrer Fließeigenschaften selbstnivellierend und selbst-verdichtend sind. Beim Verfüllen der Leitungszone mit ZFSV können alle vorhandenen Hohlräume ohne mechanische Verdichtung ausgefüllt werden.

Die Verwendung von ZFSV ist mit den zuständigen Behörden, Straßenbaulastträgern, mit von der Verfüllung betroffenen Leitungseigentümern sowie dem Inverkehrbringer der KMR abzustimmen.

Die Verwendung von recyklierten Baustoffen nach Abschnitt 5.4.2.4 als Zuschlag für ZFSV in der Leitungszone ist nur nach einschlägigen Regelwerken zulässig. In [AT] ist ONR 23131 einzuhalten. Andernfalls ist wegen unkontrollierbarer Aushärtungsvorgänge die Verwendung auszuschließen.

Die Überbauung von ZFSV mit den ungebundenen (Frostschutz-, Schottertragschicht) und gebundenen (Asphalt, Beton, Pflaster etc.) Konstruktionsschichten sollte nach einem Tag möglich sein, falls nicht anders lautende Vorschriften der Inverkehrbringer gelten.

Besonderheiten von ZFSV gegen über Sand:

- Vorteilhaft ist der Einbau in Bereichen, in denen ein fachgerechter Einbau und eine Verdichtung von Sand nicht möglich ist;
- Schutz von z. B. historischer Bausubstanz etc., die infolge der maschinellen Verdichtung von Verfüllbaustoffen in der Leitungszone Schaden nehmen könnte;
- Minimierung von Setzungserscheinungen im Straßenkörper und bei nicht tragfähigem Untergrund.

Der Einbau von fließfähigen Verfüllbaustoffen erfolgt in zwei Arbeitsschritten:

- Im ersten Arbeitsschritt sind punktuelle Leitungsbettungen mit Sand oder Sandsäcken als Maßnahme gegen den Auftrieb der KMR vorzunehmen. Alternativ können mit weichplastischem ZFSV (Ausbreitmaß 450-500 mm) punktuelle Leitungsbettungen zur Auftriebssicherung gesetzt werden; die weiteren Arbeiten können erst nach der Erstarrung erfolgen. Auftriebssicherungen als Holzsteifen o. ä. sind im Bauablauf rechtzeitig aus dem zu verfüllenden Graben zu entfernen.

– Im zweiten Arbeitsschritt werden die weiteren Bereiche der Leitungszone bzw. des Grabens mit ZFSV (Ausbreitmaß 550-650 mm) ausgegossen.

Beim Auffüllen bis OK Planum muss das ZFSV im Straßenbereich innerhalb eines wirtschaftlichen Zeitraumes eine Tragfähigkeit von $EV2 \geq 45 \text{ MN/m}^2$ aufweisen.

5.4.2.3.2 Anforderungen

Für die Herstellung, Anwendung und Qualitätssicherung von ZFSV im Erdbau ist FGSV 563 in der Planung und Bauausführung anzuwenden.

Der Lieferant von ZFSV muss den Nachweis der Qualitätssicherung durch ein System der werkseigenen Produktionskontrolle erbringen.

ANMERKUNG Lieferanten mit dem Güterzeichen RAL-GZ507 weisen eine neutral überwachte Güte des ZFSV auf.

Anforderungen an ZFSV sind u. a.:

- Einfache Lösbarkeit beim Wiederaushub/Lösen ohne mechanische Geräte;
- Keine - gegenüber üblichen Verfüllbaustoffen - erhöhte Dämmwirkung;
- Angabe zu Reaktionszeiten bzw. zur Nacherhärtung des verwendeten ZFSV bedingt durch ggf. erhöhte Temperaturen der Umhüllung der KMR wenn diese in Betrieb sind;
- Pumpfähigkeit (ggf.);
- Ausschließliche Verwendung von grundwasserneutralen Zuschlagstoffen;
- Hinweise zum Entsorgungsweg von ausgebauten ZFSV/Recyclingmöglichkeit;
- Angepasste Technologien und Zeitabläufe gegenüber der Verfüllung der Leitungszone mit Sand und dem Aufbau der weiteren Schichten (Verfüllzone/Oberbau);
- Ggf. Angaben zur Veränderung der Grundwasserhydrologie.

Die Frostbeständigkeit des ZFSV ist durch eine Eignungsprüfung nach ZTV E-StB nachzuweisen.

Forschung & Entwicklung | Heft 50



Nachhaltige
Sektordurchdringung von
ZFSV als Bettungsmaterial im
Fernwärmeleitungsbau

www.agfw.de



**Bestellen Sie online
unter shop.agfw.de!**

Forschung und Entwicklung | Heft 43



**EnEff:Wärme
Einsatz fließfähiger
Verfüllstoffe zur
KMR-Verlegung**

www.agfw.de



**Bestellen Sie online
unter shop.agfw.de!**

ZFSV Urbaner Raum Spartenü
Fernwärmeleitungsbau Leitungsbau
Zustimmungserfordernis ZFSV
Fernwärmeleitungsbau Fernwärme
ZFSV Urbaner Raum Spartenü
Fernwärmeleitungsbau Leitungsbau
Zustimmungserfordernis ZFSV
Fernwärmeleitungsbau Fernwärme
ZFSV Urbaner Raum Spartenü
Fernwärmeleitungsbau Leitungsbau
Zustimmungserfordernis ZFSV
Fernwärmeleitungsbau Fernwärme
ZFSV Urbaner Raum Spartenü
Fernwärmeleitungsbau Leitungsbau