

Infopoint TECHNIK



ZFSV (Flüssigboden) – Ein Update



Dieser Infopoint ersetzt die Ausgabe 01.2014 und gibt einen aktuellen Überblick über Planung, Herstellung, Einbau und Prüfung zeitweise fließfähiger, selbstverdichtender Verfüllbaustoffe (ZFSV).

Mit dem Merkblatt ZFSV, Ausgabe 2025, hat die Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) die bisherigen Hinweise fortgeschrieben und die Anforderungen an

Material, Einbau, Prüfung und Qualitätssicherung praxisnah konkretisiert. Dadurch steht für Planung, Ausschreibung und Bauausführung ein deutlich klarerer technischer Orientierungsrahmen zur Verfügung.

Für Planer, Auftraggeber und ausführende Unternehmen schafft dies mehr Sicherheit bei der Auswahl, Anwendung und Bewertung von ZFSV.

Was ist neu im Merkblatt ZFSV?

- a) Kein Hinweis mehr, sondern Merkblatt
- b) Planungsgrundsätze
- c) Bessere Lesbarkeit durch Anhänge



Systematik der ZFSV

- ZFSV ist der technische Oberbegriff für zeitweise fließfähige, selbstverdichtende Verfüllbaustoffe.
- Sie bestehen aus Bodenmaterial beziehungsweise Gesteinskörnungen, Wasser sowie gegebenenfalls Bindemitteln und Zusatzstoffen.
- Sie ermöglichen das Verfüllen von Gräben und Baugruben ohne anschließende mechanische Verdichtung – die Verdichtung erfolgt durch die Fließfähigkeit beziehungsweise unter Eigengewicht.
- Nach dem Aushärten sind ZFSV fest beziehungsweise mechanisch belastbar. Ihre mechanischen und physikalischen Eigenschaften können durch Zusammensetzung und Rezeptur gezielt beeinflusst werden.

ZFSV eignen sich besonders für den Leitungsbau, da sie eine gleichmäßige Verfüllung ohne Rütteln ermöglichen.

Flüssigboden wird in der Praxis häufig als Bezeichnung für ZFSV verwendet. Fachlich ist Flüssigboden jedoch als eine Gruppe innerhalb der ZFSV zu verstehen.

Mit dem 2025 veröffentlichten Merkblatt ZFSV werden die Anforderungen an ZFSV hinsichtlich Begrifflichkeiten, Prüfmethode und Umweltaspekten umfassend aktualisiert und konkretisiert. Dadurch entsteht ein praxisgerechter Rahmen für Planung, Herstellung und Einbau.



Mehrsparren-Streckenverfüllung

(Quelle: OTH Regensburg/Labor für Geotechnik)



Herstellanlage ZFSV

(Quelle: AGFW)



Qualitätssicherung Ausbreitmaß ZFSV (Quelle: AGFW)

Material

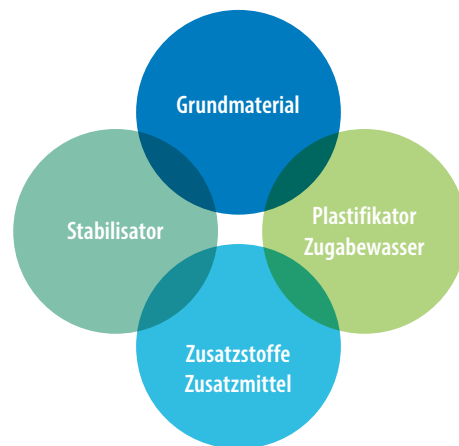
Woraus bestehen zeitweise fließfähige, selbstverdichtende Verfüllbaustoffe?

Selbstverdichtende Verfüllbaustoffe sind Baustoffgemische aus Gesteinskörnungen oder natürlichen Böden oder industriellen Nebenprodukten.

Solche Baustoffgemische bestehen beispielsweise aus Aushubböden, Sand, Kies, Gesteismehl, RC-Baustoffen mit geringen Dosierungen von Zement oder anderen hydraulischen Bindemitteln, Wasser und eventuell weiteren

Zusätzen wie Verflüssiger, Luftporenbildner, Stabilisatoren und Kolloide. Der Großteil an ZFSV besteht im Wesentlichen aus vier Grundbausteinen (siehe rechte Abbildung).

Die Baustoffgemische werden so hergestellt, dass beim Verfüllen keine Verdichtung erforderlich wird. Das bedeutet, dass das Verfüllmaterial ohne Einwirkung zusätzlicher Verdichtungsenergie oder Vibration eingebaut wird.



Die vier Grundbausteine von ZFSV (Quelle: IAB)

Geeignete Böden	Bedingt geeignet	Nicht geeignet
Zulässig für ZFSV (wenn Korn ≤ 32 mm, max. 10 % Überkorn ≤ 45 mm):	Einsatz nur nach vorheriger Aufbereitung/Zerkleinerung:	Nicht einsetzbar für ZFSV
Grobkörnige Böden: GE, GW, GI, SE, SW, SI	Ausgeprägt plastische Tone (TA), wenn zerkleinert	Organische Böden: HN, HZ, F
Fein- und gemischtkörnige Böden: SU, ST, GU, GT, SU*, ST*, GU*, GT*, UL, UM, UA, TL, TM nach DIN 18196 Erd- und Grundbau – Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke	Böden mit Kornanteilen über 32 mm, sofern aussortiert oder zerkleinert	Böden mit Größtkorn über 32 mm, wenn nicht technisch aussortierbar/ zerkleinerbar
Klassifizierung der Bodengruppen zur Eignung: maximale Korngröße von 32 mm und bis maximal 10 M.-% Überkorn bis 45 mm (bis 2025 max. Korngröße von 63 mm)	Böden mit organischen Beimengungen: OU, OT, OH	Sulfathaltige Böden und Baustoffe – nur nach gesonderter Prüfung gemäß M BmB
	Böden mit wechselndem Kornaufbau/ Beschaffenheit	
	Baustoffe nach TL BuB E-StB (außer Bodenmaterial)	
	Verwitterte Gesteine (z. B. Schluff- und Tonsteine), wenn zerkleinerbar	

Umweltrelevante Merkmale

Die Herstellung und der Einbau von ZFSV dürfen keine negativen Auswirkungen auf Boden, Grundwasser oder umliegende Schutzgebiete haben.

Nur zugelassene Ausgangsstoffe

Alle eingesetzten Materialien – Böden, Bindemittel und Zusatzstoffe – müssen so gewählt sein, dass die umweltrechtlichen Anforderungen eingehalten und keine unzulässigen Stoffeinträge verursacht werden.

Einhaltung gesetzlicher Vorgaben

Die Arbeiten müssen im Einklang mit der EBV erfolgen und unter anderem

- dem Bodenschutzrecht,

- dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG) und
- dem Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) entsprechen.

Wirkung von Zusätzen beachten

Bindemittel und Zusatzstoffe können:

- den pH-Wert verändern und,
- die elektrische Leitfähigkeit erhöhen.

Sie gelten als Leitparameter, ihre Veränderung bedeutet nicht automatisch eine Umweltgefährdung.

Bindemittel und Zusatzstoffe können Parameter wie pH-Wert oder elektrische Leitfähigkeit beeinflussen. Diese Werte dienen zunächst der Bewertung und Einordnung des Baustoffgemischs. Eine Veränderung dieser Parameter ist deshalb nicht automatisch mit einer Umweltgefährdung gleichzusetzen; maßgeblich ist die Bewertung im Zusammenhang mit den geltenden umweltrechtlichen Anforderungen.

Anwendungsgebiete und Planungsgrundsätze

Einsatzbereich	Typische Konsistenz	Besondere Anforderungen
Leitungsgräben (Gas, Wasser, Abwasser Strom, TK, Fernwärme)	FF/SF (flüssig, sehr flüssig)	Lage- und Auftriebssicherung, Wärmeleitfähigkeit (Strom)
Baugruben/Hinterfüllungen	SP/WP (steif plastisch, weich plastisch)	Lagenweiser Einbau, Reduktion Erddruck
Hohlräume (Stollen, Kavernen)	FF/SF (flüssig, sehr flüssig)	Bohr-/Entlüftungsraster
Unterwasserverfüllung	SF (sehr flüssig)	Kontraktorverfahren, Umweltverträglichkeit

Typische Anwendungsbereiche von ZFSV mit den zugehörigen Konsistenzklassen und besonderen Anforderungen nach M ZFSV

(Quelle: FGSV, 2025)

Vorteile

Erschütterungsfreier Einbau: Der Einbau erfolgt ohne den Einsatz von Rüttelgeräten, wodurch keine Vibrationen auf umliegende Bauwerke übertragen werden.

Verkehrsfreigabe: Nach ausreichender Festigkeitsentwicklung kann der weitere Oberbau hergestellt beziehungsweise die Fläche im Bauablauf weiterbearbeitet werden. Ein direktes Befahren des ZFSV ohne geeigneten Oberbau ist nicht zulässig.

Geringe Setzungen: Durch die gleichmäßige Materialverteilung und das selbst-

verdichtende Verhalten entstehen kaum Nachverdichtungen oder Absenkungen.

Wiederverwertung von Aushub: Der aufbereitete Bodenaushub kann bei nachgewiesener Eignung direkt wiederverwendet werden. Das spart Material, Transport und Kosten.

Arbeitssicherheit: Kein Arbeiten mit Verdichtungsgeräten im Graben – das reduziert das Unfallrisiko und körperliche Belastungen.

Grenzen

Der **Einbau mittels Pumpe** erfordert spezielle Rezepturen mit hohem Entmischungswiderstand.

Die **Leckageortung** bei Gas- und Wasserleitungen ist erschwert, da austretende Medien durch den dichten ZFSV blockiert werden.

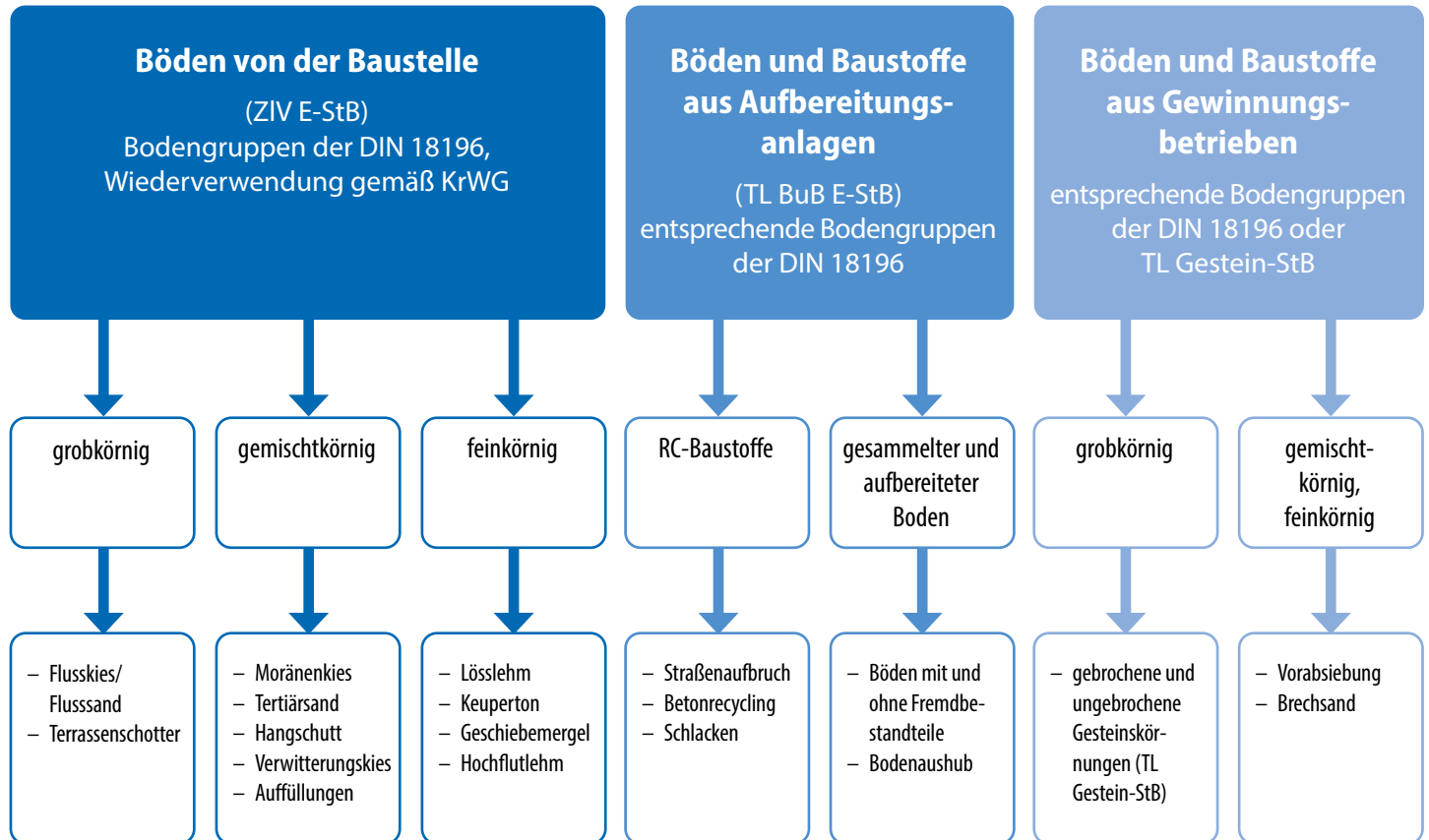
Wiederaushubfähigkeit: Mit zunehmender Festigkeit erhöht sich der Aufwand beim späteren Ausbau. Je nach Festigkeitsklasse sind Handwerkzeuge, leichte Geräte oder maschineller Geräteeinsatz erforderlich.



Grabenverfüllung

(Quelle: AGFW)

Aus Sicht des Bodenschutzes gilt ein mit Zusatz- oder Injektionsmitteln behandelter Boden als Bestandteil des Bauwerks, da er bautechnische Funktionen übernimmt und somit nicht mehr die natürlichen Bodenfunktionen trägt. ZFSV ermöglicht auch die Wiederverwendung von Bodenmaterial und RC-Baustoffen im Sinne der EBV! Entscheidend ist jedoch, dass durch die Verwendung weder schädliche Bodenveränderungen noch eine Beeinträchtigung des Grundwassers entstehen dürfen.



Übersicht der Böden und Baustoffe für ZFSV

Geotechnische Untersuchungen

Für die Wiederverwendung von Aushubböden zur Herstellung von ZFSV ist es erforderlich, geotechnische Untersuchungen mit ausreichendem zeitlichen Verlaufzuführen. Diese dienen insbesondere der Prüfung, ob der Boden für eine Aufbereitung und den Einbau als Flüssigboden geeignet ist. Die Art und der Umfang dieser Untersuchungen richten sich nach Abschnitt 2 der ZTV E-StB. Dabei sind geeignete Aufschlussverfahren wie Sondierungen, Bohrungen oder Baggerschürfe auszuwählen, um die Bodenverhältnisse umfassend zu charakterisieren.

Um eine ausreichende Materialmenge für eine Eignungsprüfung/Rezepturerstellung zu erhalten, empfehlen sich Baggerschürfe.

Die Planung und Vorbereitung des Einsatzes von ZFSV erfordert eine enge Abstimmung mit einem geotechnischen Sachverständigen. Bereits in der frühen Projektphase sollte sichergestellt werden, dass die Anforderungen an Bodenkennwerte, Homogenität und Wiederverwertbarkeit geprüft sind.

Für den Einsatz von ZFSV sind grundsätzlich Eignungsprüfungen durch eine vom Auftraggeber anerkannte Prüfstelle erforderlich. Als solche kommen beispielsweise zugelassene Prüfstellen gemäß RAP Stra in Betracht.

Diese beinhalten eine repräsentative Probenahme sowie weiterführende Laboruntersuchungen, bei denen unter anderem Konsistenz, Suspensionsverhalten, Festigkeit und Volumenstabilität bewertet werden. Für diese Prüfungen ist ein Zeitraum von mindestens

28 Tagen einzuplanen, der in der Terminplanung des Bauprojekts entsprechend berücksichtigt werden muss.

Warum sind die geotechnischen Untersuchungen wichtig für ZFSV?

Für die Herstellung von Flüssigboden muss man wissen,

- ➔ ob der vorhandene Boden grundsätzlich geeignet ist (z. B. feinkörnig oder zu grobkörnig),
- ➔ Zusatzstoffe nötig sind (z. B. Stabilisatoren)
- ➔ und wie homogen oder inhomogen das Material ist.

Wie können ZFSV hergestellt und transportiert werden?

Die Herstellung der Baustoffe kann zum einen in zentralen Mischanlagen erfolgen, wobei meistens Gesteinskörnungen wie Sande, Kies-sande oder Recycling-Baustoffe (RC-Baustoffe) eingesetzt werden.

Zum anderen ist die Herstellung von Verfüllbaustoffen aus dem Aushubmaterial auch in mobilen oder semimobilen Anlagen möglich, in denen der gesammelte Aushub einer oder mehrerer Baustellen aufbereitet und zu einem fließfähigen Baustoffgemisch weiterverarbeitet wird. Da der Fixkostenanteil für die Baustelleneinrichtung und die Eignungsprüfungen relativ hoch ist, sollte unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten die direkte Wiederaufbereitung auf der Baustelle in mobilen Anlagen erst ab einer Einbauleistung von täglich etwa 30 m³ erfolgen.

Für größere semimobile Anlagen muss eine Mindestmenge von 60 m³ pro Tag und mindestens 2.000 m³ je Baustelle angesetzt werden.

Anforderung an Mischer und Mischanlagen

Neu: Angaben für das Protokoll:

- Name und Adresse des Herstellers
- Sortennummer
- Kunden- und Baustellenbezeichnung
- Bezeichnung oder Nummer der Mischanlage
- Konsistenzklasse
- Dosierung der einzelnen Ausgangsstoffe (Masse)
- Herstellungsdatum und -uhrzeit

Transport

Für den Transport von ZFSV kommen geeignete Fahrzeuge wie Fahrmischer mit rotierender Trommel zum Einsatz. Entscheidend ist, dass das Material während der gesamten Fahrt homogen und verarbeitungsfähig bleibt, also nicht entmischt oder angesteift ankommt. Der Zeitraum zwischen Herstellung und Einbau richtet sich nach dem im Rahmen der Eignungsprüfung ermittelten Verarbeitungsfenster. Wenn keine projektspezifischen Angaben vorliegen, gilt als Faustregel:

Gängiger Richtwert für die Dauer von Herstellung bis Einbau sind 90 Minuten – abhängig von Witterung und Rezeptur kann dies variieren.



Einbau und Bauablauf

Der angelieferte ZFSV kann je nach Baustellensituation über Rutsche, Rohr- oder Schlauchleitungen und per Pumpe eingebracht werden. Dabei müssen Einbauverfahren und Konsistenzklasse zueinander passen (siehe M ZFSV Abschnitt 6.2.3). Nur so lässt sich vermeiden, dass sich das Material entmischt, Rohre verschiebt oder Schäden an Leitung und Umgebung verursacht.

- ➔ Freie Fallhöhen sind zu begrenzen. Die maximale Fallhöhe richtet sich nach der Eignungsprüfung. (Es hat sich in der Praxis eine Höhe von max. 0,5 – 1 m bewährt).

Durch eine zu große Fallhöhe kann die Konsistenz des Flüssigbodens beeinflusst werden. In Hanglagen empfiehlt sich der zusätzliche Einbau von Sperrriegeln, um ein unkontrolliertes Abfließen des Materials zu verhindern.

Auch die Verwendung von Absperrdämmen aus steiferem ZFSV kann hilfreich sein, um Verfüllabschnitte zu begrenzen, besonders dort, wo keine Verfüllung vorgesehen ist. Damit der Frischdruck nicht zu groß wird, sollte der Einbau etappenweise erfolgen.

- ➔ Falls von Netzbetreibern gefordert, ist im Bereich der Leitungszone ein Trassenwarnband einzuarbeiten zur späteren Ortung und als Sicherheitshinweis einzuarbeiten.



Beispielhafter Ablauf einer schrittweisen Verfüllung mit ZFSV. Mit zunehmender Füllhöhe steigt der ZFSV-Spiegel um die Rohrleitung an.

(Quelle: AGFW)

Lage- und Auftriebssicherung – So bleiben Rohre in Position

Bei der Verfüllung von Rohrleitungsgräben mit ZFSV muss sichergestellt sein, dass die eingebauten Leitungen nicht aufschwimmen oder ihre Lage verändern. Das neue Merkblatt gibt hierzu klare technische Vorgaben.

Mehrlagiger Einbau

Durch das fachgerechte Verfüllen in mehreren Lagen wird der Auftrieb des Rohres so weit reduziert, dass die weiteren Lagen ohne Schaden eingebaut werden können.

Mechanische Auftriebssicherungen

Wenn zusätzlicher Halt nötig ist, kommen mechanische Sicherungselemente wie Druck-

stempel, Betonaufleger oder Erdnägel zum Einsatz. Diese wirken durch Lastaufnahme und fixieren das Rohr bis zur ausreichenden Aushärtung des ZFSV.

➔ Nach Ende der Auftriebswirkung können sie je nach Bauweise rückgebaut oder belassen werden.

Auflager- und Haltebänke

Für eine sichere und dauerhaft stabile Lagerung der Rohrleitung können Auflager- und Haltebänke aus ZFSV hergestellt werden. Sie tragen zu einer gleichmäßigen Lastabtragung und einer lagegenauen Bettung der Leitung bei.

Eine stabile Bettung bildet das Fundament:

- ➔ Ausführung in steif-plastischer Konsistenz (SP)
- ➔ Anforderungen: Setzungsfreiheit und Lagegenauigkeit
- ➔ Nachweis über Eignungsprüfung (z. B. Mindestdruckfestigkeit)

Statische Nachweise

Abstand, Dicke und Dimension der Auftriebssicherungen sind rechnerisch nachzuweisen, um eine unzulässige Verformung oder Lageveränderung der Rohrleitung auszuschließen und die erforderliche Auftriebssicherung sicherzustellen.

Ziehen des Verbaus

Das Ziehen sollte erfolgen, solange sich der Verfüllbaustoff noch im fließfähigen Zustand befindet. Danach ist die selbsttätige Verfüllung der Verbauspur nicht mehr sichergestellt.

Der Verbau kann schrittweise mit dem ansteigenden ZFSV-Spiegel gezogen werden – vergleichbar mit der konventionellen Verfüllung gegen standfestes Erdreich. Dieses Verfahren ermöglicht auch eine lagenweise Verfüllung, die den Auftrieb auf das Rohr reduziert (siehe M ZFSV Abschnitt 5.2.2 „Mehrlagiger Einbau“).

Soll der Verbau hingegen erst nach vollständiger Verfüllung entfernt werden, muss der Bauablauf sorgfältig geplant werden: insbe-

sondere im Hinblick auf die zeitliche Entwicklung der rheologischen Fließgrenze (τ_f) und die Länge der jeweiligen Verfüllabschnitte.

Verfüllen

Je nach örtlicher Situation sollte der ZFSV **entlang der Grabenachse** eingebracht werden. Um einen gleichmäßigen Einbau ohne Hohlräume zu gewährleisten, sind für die Verfüllung von Gräben die **Konsistenzen FF** und **SF** meistens geeignet (siehe Tabelle Seite 7).

Wird der ZFSV **über Pumpen eingebaut**, wirken hohe Drücke auf das Material. Des-

halb muss die Rezeptur einen **hohen Entmischungswiderstand** aufweisen. Sonst besteht die Gefahr, dass sich die festen Bestandteile vom Wasseranteil trennen oder das Filtratwasser ausgepresst wird. Die Mischung muss also so stabil sein, dass sie auch unter Druck **homogen** bleibt.

Der Verfüllbaustoff ist fließfähig, solange die rheologische Fließgrenze den Wert $\tau_f = 0,6 \text{ kPa}$ nicht überschreitet (entsprechend Grenzwert 2, Bild Seite 7).



Beispiel einer einfachen mechanischen Auftriebssicherung zur Lagefixierung von Leitungen während des Einbaus von ZFSV. (Lupp Netzbau GmbH)



Mehrlagiger Einbau von ZFSV – nach dem Abbinden der unteren Lage wird der Bereich oberhalb der Kabelabdeckung weiter verfüllt. (Lupp Netzbau GmbH)



Schott zur Begrenzung eines Verfüllabschnitts beim Einbau von ZFSV. (Lupp Netzbau GmbH)

Anforderungen an ZFSV

Zum Nachweis der Eignung sind mindestens folgende Anforderungen durch den Auftraggeber festzulegen:

Im Einbauzustand

Zulässiges Größtkorn

Fließfähigkeit (Konsistenz)

Im Endzustand

Tragfähigkeit (Verformungsmodul E_{v1} , E_{v2} oder E_{vd})

Druckfestigkeit oder CBR-Wert

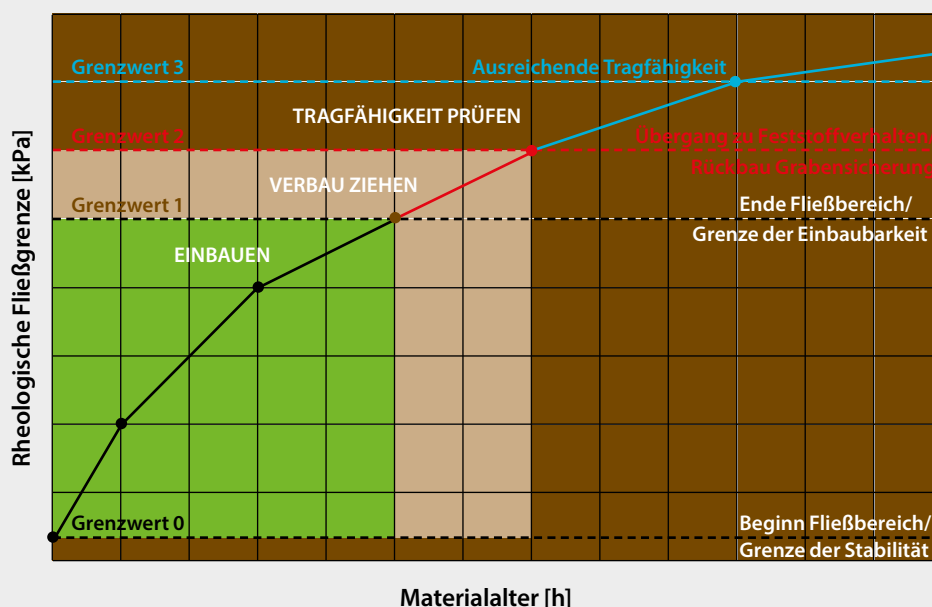
Wiederaushubfähigkeit

Volumenstabilität

Konsistenz	Klasse	Ausbreitmaß (cm)	Ziehfließmaß (cm)
steif-plastisch	SP	30 – 40	
weich-plastisch	WP	40 – 50	
fließfähig	FF	50 – 65	
sehr fließfähig	SF		50 – 65

(M ZFSV, Ausgabe 2025)

Schematische Darstellung der zeitabhängigen Entwicklung der rheologischen Fließgrenze



Grenzwert 0:

Mindestfestigkeit für stabile Suspension.

Grenzwert 1:

Obergrenze der Fließfähigkeit, bis hier bleibt das Material verarbeitbar.

Grenzwert 2 ($\tau_f = 0,6 \text{ kPa}$): Verbau muss vor diesem Zeitpunkt gezogen sein.

Grenzwert 3 ($\tau_f = 80 \text{ kPa}$): Ab hier sinnvoller Zeitpunkt für Lastplattenversuche.

Fließfähigkeit

a) Ziehfließ- und Ausbreitmaß (Prüfung nach Anhang B)

Die Fließfähigkeit der ZFSV wird über die Anteile an Plastifikatoren und Zugabewasser geregelt. Dabei kann die Konsistenz von plastisch bis sehr fließfähig je nach Anwendung eingestellt werden.

Wichtig ist, dass das bei der Eignungsprüfung ermittelte Ausbreitmaß am Einfüllort erreicht wird. Eine Zugabe von zusätzlichem Wasser auf der Baustelle führt zur Veränderung der Produkteigenschaften und somit zu einer nicht sachgerechten Ausführung.

b) Rheologische Fließgrenze (Prüfung nach Anhang C)

Die **Verfestigung von ZFSV** hängt von der Rezeptur, den Wetterbedingungen und dem Transport ab. Im Labor kann die zeitliche Entwicklung der **rheologischen Fließgrenze (τ_f)** ermittelt werden. Die rheologische Fließgrenze beschreibt, ab wann sich das Material nicht mehr wie eine fließfähige Suspension, sondern zunehmend wie ein Feststoff verhält. Daraus ergeben sich wichtige Zeitfenster für Einbau, Verbauziehen und spätere Prüfungen. Auf der Baustelle helfen **Eigenüberwachungen**, um Abweichungen zu erkennen und den Bauablauf zu steuern.

Tipp:

Die Fließgrenze lässt sich mit einem materialspezifischen Faktor aus Ziehfließmessungen ableiten – ideal für die Baustellenpraxis.



Tragfähigkeit

Die Tragfähigkeit von ZFSV wird anhand des Verformungsmoduls (E_v) beurteilt:

- $E_v \geq 45$ MPa (Regelanforderung nach ZTV E-StB)
- $E_v \geq 25$ MPa oder mindestens 60 % von E_v
- Kein festes E_v/E_v -Verhältnis vorgegeben.

→ Bei schlechten Bodenverhältnissen in Verkehrsflächen:

Mindestens gleichwertige Tragfähigkeit wie der umgebende Boden. Abstimmung mit dem Straßenbaulastträger empfohlen.

→ Den Zeitpunkt der Prüfung legt der Auftraggeber je nach Baufortschritt fest.

Bei dynamischen Lastplattendruckversuchen (E_{vd}) ist eine Kalibrierung auf dem statischen Verformungsmodul (E_v) nach TP BF-StB Teil E 4 erforderlich. Alternativ können anerkannte Erfahrungswerte herangezogen werden.

NEU: Druckfestigkeit oder CBR-Wert (Prüfung nach Anhang E)

Erfahrungsgemäß sind ZFSV-Rezepturen, die einen Mindestwert der Druckfestigkeiten von 0,1 MPa oder des CBR-Wertes von 6 % unterschreiten, als ZFSV im Sinne dieses Merkblatts nicht geeignet.

Flüssigboden dient ausschließlich der Verfüllung. Ein direktes Befahren ist nicht zulässig.

Wiederaushubfähigkeit

Anhaltswerte für die Wiederaushubfähigkeit von ZFSV

Wiederaushubfähigkeit	leicht	mittel	schwer
	von Hand	mit Hilfe leichter Geräte	nur mit Geräteeinsatz
Beispiele für Lösewerkzeuge	Schaufel, Spaten	Spitzhacke, Löffel des Minibaggers	Baggerlöffel, Pressluft- oder Hydraulikmeißel
Festigkeit im Alter von 28 Tagen			
Druckfestigkeit	bis 0,3 MPa	0,3 bis 0,8 MPa	$\geq 0,8$ MPa
CBR-Wert	bis 25 %	25 % bis 60 %	≥ 60 %
Festigkeitsentwicklung 7d – 56d			
f_z -Wert Druckfestigkeit*)	$< 0,15$ MPa	$< 0,30$ MPa	$\geq 0,30$ MPa
f_z -Wert CBR-Wert*)	< 12 %	< 25 %	≥ 25 %

*) Definition f_z -Wert siehe Gleichung 2

Volumenstabilität – Wie stark darf der ZFSV schrumpfen? (Prüfung nach Anhang D)

Damit keine Setzungen oder Hohlräume entstehen, muss die Volumenänderung von ZFSV bei Trocknung begrenzt sein. Diese wird über einen Schrumpfversuch von der Einbaufeuchte bis auf 60 % davon gemessen. Dabei wird die Höhenänderung eines Prüfkörpers als Maß für das Schwinden bewertet (Anhang D).

Die Volumenstabilität (V_s) wird in drei Klassen eingeteilt:

Kategorie	Bezeichnung	Bezogene Höhenänderung
$V_s 0,2$	Erhöhte Anforderungen	Bis 0,2 %
$V_s 0,5$	Regelanforderung	Bis 0,5 %
$V_s 1,0$	Einfache Anforderung	Bis 1,0 %

Anwendungsspezifische Eigenschaften

Anwendung	Hinweise
Erdgas	Ausreichende Porosität aufweisen (M ZFSV Abs. 7.3.2, 7.3.3) Die Wassersättigung, die sich je nach Randbedingungen des Einbauortes ZFSV einstellt, ist für die Ausbreitung von Leckagegas nach oben von Bedeutung.
Erdverlegte Kabel	Auf thermische Leitfähigkeit/Wärmeleitfähigkeit (M ZFSV Abs. 7.3.4) des Bettungsmaterials in Abhängigkeit vom Feuchtegehalt ist zu achten.
Kathodischer Korrosionsschutz	Bei Leitungen mit kathodischem Korrosionsschutz ist sicherzustellen, dass der Schutzstromzutritt durch den ZFSV nicht unzulässig beeinträchtigt wird. Vorgaben aus DVGW GW 22-1 bis 22-5 sind zu beachten.

Der Auftraggeber sollte frühzeitig Informationen zum Anwendungsfall und zum Umgebungsboden bereitstellen.

Alternativ kann ein Vergleichsversuch mit Boden vom Einbauort durchgeführt werden.

Prüfumfang – Art und Umfang nach FGSV M ZFSV, Ausgabe 2025:

Lfd. Nr.	Eigenschaften der Böden und Baustoffe	Prüfverfahren	Eignungsprüfung ¹⁾	Eigenüberwachung Hersteller	Eigenüberwachung Baustelle	Kontrollprüfung
					Mindestumfang ¹⁾	
1	Böden oder Böden und Baustoffe nach TL BuB E-StB					
1.1	Bodenart	DIN EN ISO 14688-1; 14688-2; DIN 4023, Anhang B	X	laufend augenscheinlich		
1.2	Korngrößenverteilung	DIN EN ISO 17892-4	X	monatlich ⁴⁾		stichprobenweise
1.3	Zustandsgrenzen	DIN EN ISO 17892-12	X	⁴⁾		
1.4	Wassergehalt	DIN EN ISO 17892-1	X	täglich ⁴⁾		
1.5	organische Bestandteile	TP BF-StB, Teil B DIN EN 17685-1	X	⁴⁾		
1.6	schädliche Bestandteile (z. B. Sulfate)	TP BF-StB, Teil B 10.1 und 11.1, M BmB, Anhang D	X	⁴⁾		
1.7	stoffliche Zusammensetzung bei RC-Baustoffen	TP Gestein-StB, Teil 3.1.5	X	monatlich ⁴⁾		
1.8	umweltrelevante Inhaltsstoffe	TL BuB E-StB	X	⁴⁾		
2	Bindemittel/Zusätze					
	Übereinstimmung der Lieferung mit der festgelegten Art der Sorte	Vergleich der Lieferscheine	X	bei jeder Lieferung		
3	ZFSV					
3.1	im frischen Zustand					
3.1.1	Baustoffeingangsprüfung	Vergleich des Lieferscheins			bei jeder Lieferung	stichprobenweise
3.1.2	Probenherstellung, -lagerung, Prüfkörperformen	Anhang A				
3.1.3	Fließfähigkeit, Konsistenz	Anhang B	X	50 m ³ oder täglich	X ^{3),5)}	stichprobenweise ⁷⁾
3.1.4	Suspensionsstabilität	Sichtprüfung Ausbreittisch	X	augenscheinlich	augenscheinlich	
3.1.5	zeitabhängige Entwicklung der rheologischen Fließgrenze	Anhang C	X			
3.1.6	Frischrohddichte	in Anlehnung an DIN EN 12350-6 (ohne Verdichtung)	X	in Zweifelsfällen	in Zweifelsfällen	
3.2	im festen Zustand					
3.2.1	Rohddichte	DIN 18125-2 DIN EN 12390-7 DIN EN ISO 17892-2	X	alle 20 Produktionstage ²⁾		1 x je Baustelle ab 50 m ³
3.2.2	Druckfestigkeit oder CBR-Wert	Anhang E	X	alle 20 Produktionstage ²⁾ Prüfalter 28 d		
3.2.3	Volumenstabilität	Anhang D	X	in Zweifelsfällen	in Zweifelsfällen	stichprobenweise
3.2.4	anwendungsspezifische Nachweise entsprechend Abschnitt 6.4		X ⁶⁾			
3.2.5	Tragfähigkeit, Verformungsmodul E _{v2} bzw. E _{vd}	DIN 18134 TP BF-StB, Teil B 8.3			nach ZTV E-StB	nach ZTV E-StB

- 1) Prüfungen werden nur durchgeführt, sofern sie erforderlich sind. Das angewendete Prüfverfahren der Eignungsprüfung ist auch für die Eigenüberwachung und Kontrollprüfungen anzuwenden.
- 2) oder einmal alle 1.000 t (500 m³), die größere Häufigkeit ist maßgebend.
- 3) bei jeder 1. Lieferung am Tag und im Zweifelsfall.
- 4) Wenn sich die Art und Eigenschaften der Böden und Baustoffe gegenüber den in der Eignungsprüfung zugrunde gelegten Böden und Baustoffen verändern, ist eine erneute Eignungsprüfung vorzunehmen.
- 5) Beim Einbau von Kleinstmengen (< 20 m³) kann die Eigenüberwachung des Lieferwerkes herangezogen werden.
- 6) Umfang und Häufigkeit gemäß den Vorgaben der Netzbetreiber/Ver- und Entsorgungsunternehmen.
- 7) Die rheologische Fließgrenze kann auf der Baustelle anhand des Ziehfließmaßes bestimmt werden, sofern im Rahmen der Eignungsprüfung eine eindeutige rezepturbezogene Korrelation von Ziehfließmaß und rheologischer Fließgrenze nachgewiesen wurde.

Qualifizierung Flüssigboden

Die wichtigsten Regelwerke unterscheiden sich in Struktur und Anspruch:

RAL GZ 507 basiert auf einem System der Gütesicherung mit regelmäßiger Fremdüberwachung und der Mitgliedschaft in einer Gütegemeinschaft. Der Schwerpunkt liegt auf der Sicherstellung bodenähnlicher Eigenschaften und der qualitätsgesicherten Herstellung von Flüssigboden, insbesondere im Kanal- und Leitungsbau. Die Qualifikation von Herstellern und Anwendern ist integraler Bestandteil.

FGSV-Merkblatt (ZFSV) stellt ein technisches Regelwerk dar, das die Eigenschaften verschiedener Verfüllbaustoffe beschreibt – Flüssigboden eingeschlossen. Die Hinweise verzichten auf eine Zertifizierungsstruktur und zielen auf eine breite Anwendbarkeit, was eine eher allgemein gehaltene Darstellung der Anforderungen erforderlich macht. Eine spezifische Ausbildung für Hersteller oder Anwender ist nicht vorgesehen.

QF der BQF bietet ein mehrstufiges Zertifizierungssystem, das Eigenüberwachung, Fremdprüfung und externe Erstprüfung umfasst. Die Qualifikation des Personals wird über Schulungen abgedeckt. Das System ist technologieoffen konzipiert und definiert einen einheitlichen Rahmen zur Sicherstellung gleichbleibender Qualität über verschiedene Herstellungsverfahren hinweg.

BÜV richtet sich primär an Mischwerke, die Flüssigboden ausschließlich auf Basis hydraulisch gebundener Materialien herstellen. Die Überwachung erfolgt in Bezug auf die Einhaltung der FGSV-Hinweise. Eine spezifische Qualifikation von Anwendern ist in diesem Rahmen nicht vorgesehen, was bei bestimmten Anwendungen eine Begrenzung der nachweisbaren Gebrauchseigenschaften mit sich bringen kann.

REGnorm (Schweiz) kombiniert Elemente der Qualitätssicherung nach dem Vorbild von RAL mit einem systematisierten Bezug zur

konkreten Anwendung. Dabei werden je nach Einsatzbereich – zum Beispiel für Baugruben, thermische Anwendungen oder Immobilisierungen – spezifische Anforderungen formuliert. Das System enthält Qualifikationsstandards für Planer, Hersteller und Anwender und ermöglicht eine umfassende technische Nachvollziehbarkeit.

FiFB-Werknorm wurde vom Forschungsinstitut für Flüssigboden entwickelt, um detaillierte bautechnische Anforderungen an Flüssigboden – einschließlich Rezepturanpassung, Prüfung und Nachweisführung – für unterschiedlichste Anwendungsbereiche abzubilden. Der Fokus liegt auf technologischer Weiterentwicklung und anwendungsorientierter Optimierung. Die Qualifikation erfolgt über eine institutseigene Akademie, ergänzt durch Kooperationen mit Hochschulen und externen Fachleuten.

Enthaltende Anforderungen	RAL GZ 507	BQF	FGSV – ZFSV	BÜV	WN 25.0.2	REGnorm CH
Ausbildung erforderlich – FB-Hersteller	✓ verpflichtend	✓ Schulung	✗	✗	✓ verpflichtend	✓ verpflichtend
Ausbildung erforderlich – FB-Anwender	✓ verpflichtend	– durch Hersteller	✗	✗	✓ verpflichtend	✓ verpflichtend
Ausbildung möglich – Planer, Baugrundgutachter, Kalkulatoren	– indirekt über QS	– kein spezifischer Fokus	✗	✗	✓ empfohlen	✓ empfohlen
Eigenüberwachung	✓ verpflichtend	✓ gemäß Richtlinie	✓ gefordert	✓ notwendig	✓ verpflichtend	✓ verpflichtend
Fremdüberwachung	✓ verpflichtend	✓ verpflichtend	– empfohlen	über Verband	✓ verpflichtend	✓ verpflichtend
Unterscheidung Anforderung gemäß technischer Anwendung (Fernwärme, Erdkabel, Baugruben, Immobilisierung thermische Speicher)	– begrenzt	✗	✗	✗	✓ klar geregelt	✓ klar geregelt
Verwendung aller Ausgangsböden – inkl. Torf, Lehm, Kontaminationen	✓ viele Bodenarten, nicht uneingeschränkt	✓ viele Bodenarten, nicht uneingeschränkt	– eingeschränkt	– eingeschränkt	✓ uneingeschränkt	✓ uneingeschränkt
Flüssigboden hat immer und dauerhaft bodenähnliche Eigenschaften	✓ bodenähnlich	✓ kann bodennah sein	✓ kann bodennah sein, aber auch Bodenmörtel bis Beton	✗	✓ bodenähnlich für alle Bodenarten	✓ bodenähnlich für alle Bodenarten
Absicherung/Haftung Langzeiteigenschaften 1 – 5 Jahre für Bauherren	– keine Haftung für Langzeiteigenschaften	– keine Haftung für Langzeiteigenschaften	✗	✗	✓ Haftung bis 5 Jahre und Langzeitangaben	✓ Haftung, Rezepturen, Entwickler und alle Beteiligten laut Aufgabe
Verfügbarkeit ohne Hilfsmittel – Referenzen für alle Anwendungen, LV-Texte, Präsentationen, Schulungsvideos	✓ Güte und Prüfbestimmungen, Mustertexte, informelle Referenzen	✓ Qualitätsrichtlinie und Mustertexte, informelle Referenzen	– begrenzt	✗	✓ Videos, LV je Anwendung, Referenzen, Kalkulation, Präsentation, Hinweise	– begrenzt
Schulungsangebot	✓ regelmäßige Präsenz, Seminare	✓ regelmäßige Präsenz, Seminare	✗	✗	✓ Offline- und Onlineangebote sowie Online-Datenbank	– über FiFB-Akademie
Baupraktisch in Anwendung seit	✓ 2012	✓ 2017	✓ 2012	✓ 2019	✓ 1998	✓ 2023
Einschätzung Redaktion zur Anwendung für Bauherren und Planer	✓ starke Marke – Anwendungs- und haftungssicher mit Verwendung REGnorm oder Werksnorm	✓ gute Verbandsarbeit – Anwendungs- und haftungssicher mit Verwendung REGnorm oder Werksnorm	✓ klare Hinweise – allgemeiner Überblick – haftungsrelevante Langzeiteigenschaften ergänzen mit REGnorm oder Werksnorm	✓ nicht einschätzbar	– Spezialist und haftungssicher – ergänzend Haftung und Anwendungsanforderungen verwenden	– Anwendungen konkret ausschreiben – Ausbildung notwendig – Anforderung an Anwendungen und Haftung klar strukturiert
Beurteilung für nächste Schritte	Einheitliche Nominierung – Die Verbände sollten gemeinsam an deutschen DIN-Normen arbeiten. Flüssigboden soll dort klar definiert werden und ähnlich zur Schweiz von Boden Mörtel, Erdbeton abgegrenzt werden. Ebenso sollten dort kurzzeitige als auch langfristige Zielwerte je Anwendung verankert werden, damit für Planer und Bauherren Klarheit herrscht zur Anwendung und zu Langzeiteigenschaften.					

Prüfung und Überwachung

Die Prüfungen umfassen:

- a) die Probenahme,
- b) das sachgerechte Zubereiten, Lagern und versandfertige Verpacken der Probe,
- c) den Transport der Probe von der Entnahmestelle zur Prüfstelle und
- d) die Prüfungen selbst, einschließlich Auswertung und Prüfbericht.

Eignungsprüfung

Nachweis, dass die eingesetzten Baustoffe den Anforderungen entsprechen, erfolgt nach Angaben des Auftraggebers durch anerkannte Prüfstellen mit Prüfzeugnissen. Bei Änderungen am Material oder längerer Lagerdauer (> 2 Jahre) ist die Prüfung zu wiederholen.

Eigenüberwachungsprüfung

Laufende Prüfung durch den Auftragnehmer während Herstellung und Einbau. Ergebnisse werden protokolliert (z. B. Tagesberichte, Bautagebuch) und auf Verlangen dem Auftraggeber vorgelegt.

Kontrollprüfung

Stichprobenkontrolle durch den Auftraggeber – zum Beispiel über Baustellenbegehung und Überprüfung der Prüfunterlagen, um die ordnungsgemäße Durchführung zu bestätigen.

Die Ergebnisse der Eigenüberwachungsprüfungen sind dem AG auf Verlangen vorzulegen.

Checkliste (in Anlehnung an RAL GZ 507)

- 1 Eignungsprüfung nach Angaben des Auftraggebers beachten
- 2 Boden maximal 32 mm, Rezeptur wählen
- 3 Konsistenzklasse laut Einbauart
- 4 Pumpen?
→ Entmischungsnachweis
- 5 Auflagerbank & Sicherung
- 6 Ausbau des Verbaus
- 7 Ev-Test & Volumenstabilität prüfen
- 8 Dokumentation (Protokoll, Umwelt)



Probenahme am eingebauten ZFSV und entnommener Prüfkörper zur Qualitätssicherung
(Quelle: OTH Regensburg/Labor für Geotechnik)



Einaxiale Druckfestigkeitsprüfung an einem ZFSV-Prüfkörper

10 Punkte, die Sie kennen müssen !

1. **Konsistenzklassen** steif-plastisch, weich-plastisch, fließfähig, sehr fließfähig
2. **τ_f-Grenzen** 0 bis 3 regeln Bauablauf
3. **Ev₂ ≥ 45 MPa** als neue Standardtragfähigkeit
4. **Volumenstabilität** in Schrumpfkategorien VS 0,2/0,5/1,0
5. Wiederverwendung von Boden und RC-Material nach EBV explizit zulässig
6. Einbau per Pumpe nur mit Rezepturen hoher **Entmischungsresistenz**
7. Größtkorn ≤ 1/3 engste Grabenstelle
8. **Chargenprotokoll** für jede Lieferung
9. Prüfarten: Eignung, Eigenüberwachung, Kontrolle
10. Prüfkette & Checkliste erleichtern Ausschreibung und Abnahme

Kontakt



Dipl.-Ing.
Andreas Hüttemann
Bereichsleitung Technik
Rohrleitungsbauverband e. V.
T +49 221 37668-68
huettemann@rbv-koeln.de



Konstantinos Makris
M. Sc.
Referent Technik
Rohrleitungsbauverband e. V.
T +49 221 37668-41
makris@rbv-koeln.de

Fazit

Der aktualisierte Infopoint ersetzt die Ausgabe aus dem Jahr 2014 und berücksichtigt die wesentlichen Neuerungen des FGSV-Merkblatts ZFSV (2025). Er fasst die aktuellen Anforderungen an Planung, Herstellung, Einbau, Prüfung und Qualitätssicherung kompakt zusammen und unterstützt Planer, Auftraggeber und Bauausführende bei einer fachgerechten Anwendung von ZFSV.

Zentrale Neuerungen betreffen klar definierte Konsistenzklassen, praxisnahe Einbauvorgaben, Grenzwerte zur Fließgrenze, Anforderungen an Tragfähigkeit und Volumenstabilität sowie einheitliche Prüfverfahren. Damit unterstützt der Infopoint die sichere und regelkonforme Anwendung von Flüssigboden im Leitungstiefbau.

Autoren

Dipl.-Ing. (FH) Michael Meisel,
Lupp Netzbau GmbH;
Dipl.-Ing. Matthias Seck,
Seck GmbH

Fachliche Mitwirkung

Dr. Bernd Wagner,
AGFW-Projektgesellschaft für
Rationalisierung, Information
und Standardisierung mbH



Wandeffekt bei der Rohrbettung mit ZFSV nach Freilegung des eingebetteten Rohres (Quelle: OTH Regensburg/Labor für Geotechnik)

Impressum

Rohrleitungsbauverband e. V.
Marienburger Str. 15
50968 Köln
T + 49 221 37668-20
info@rohrleitungsbauverband.de
www.rohrleitungsbauverband.de

Die Übernahme und Nutzung der im Infopoint Technik publizierten Inhalte bedürfen der schriftlichen Zustimmung des rbv e. V.