



FBS-Richtlinien für den Einbau von Rohren und Schachtfertigteilen aus Beton und Stahlbeton

Stand 2014



Fachvereinigung Betonrohre und Stahlbetonrohre e. V. (FBS)

Schlossallee 10 • 53179 Bonn • T: + 49 (0) 228-954 56 54 • F: + 49 (0) 228-954 56 43
info@fbsrohre.de • www.fbsrohre.de

1 Technische Grundlagen

Voraussetzung für ein langfristig funktionsfähiges und wasserdichtes Kanalnetz ist neben der Verwendung geeigneter genormter Bau- und Werkstoffe vor allem die fachgerechte Herstellung der Abwasserleitungen und -kanäle.

Grundlage für den Einbau von FBS-Rohren und FBS-Schachtfertigteilen aus Beton und Stahlbeton in offener Baugrube ist die Europäische Norm DIN EN 1610. In Deutschland gilt zusätzlich das DWA-Arbeitsblatt A 139, das ergänzende Regelungen und praktische Hinweise für die Bauausführung enthält.

- Nach DIN EN 1610 sind Rohrleitungen technische Konstruktionen, bei denen das Zusammenwirken von Rohren, Rohrverbindungen, Bettung und Verfüllung Grundlage für die Stand- und Betriebssicherheit sowie Nutzungsdauer ist.
- Für das Befördern und Lagern von Rohren, Formstücken und Schachtfertigteilen aus Beton und Stahlbeton gilt DIN 19695.

2 Sicherstellung der Lastannahmen

Entscheidend für die Qualität der Bauleistungen ist die genaue Umsetzung der Planungsvorgaben.

Vor Beginn der Bauausführung ist das Tragwerkssystem Rohr/Boden bzw. Schacht/Boden vom Auftraggeber bzw. Planer vorzugeben. Die zugehörigen statischen Nachweise nach DIN EN 1295-1 bzw. DWA-Arbeitsblatt A 127 und DIN V 1202 müssen vorliegen und auf der Baustelle bekannt sein. Die Belastungs- und Einbaubedingungen sind auf Übereinstimmung mit den Planungsvorgaben und der statischen Berechnung zu kontrollieren oder anzupassen. Auf folgende Punkte ist dabei besonders zu achten: Höhe der Erdüberdeckung, Art und Größe der Verkehrslast, Bodenart, Baugrubenausbildung (z. B. Stufengraben), Grabenbreite, Ausführung der Leitungszone, Art und Rückbau des Verbaues (z. B. Spundwand mit Tiefe der Unterrammung unter Rohrunterkante) Ggf. ist die vorgesehene Bauausführung der Statik anzupassen oder ein neuer statischer Nachweis mit geänderten Lastannahmen zu führen.

3 Bestellung, Kontrolle, Abladen und Lagern

Rohre und insbesondere Formstücke und Schachtfertigteile sind rechtzeitig zu bestellen.

Vor dem Abladen ist jede Lieferung vom Empfänger auf Übereinstimmung mit der Bestellung, Kennzeichnung, Beschaffenheit und eventuelle Be-

schädigungen durch den Transport zu prüfen. Der ordnungsgemäße Zustand ist auf dem Lieferschein zu bestätigen. Beschädigte Bauteile sind sofort auszusortieren und anzuzeigen. **Spätere Reklamationen können nicht anerkannt werden.**

Rohre, Formstücke und Schachtfertigteile sind mit geeigneten Hebezeugen abzuladen, die mit einem Feinhub ausgestattet sind. Ruckartiges Anheben oder Senken, schlagartiges Aufsetzen, Abrollen der Rohre oder Schachtringe vom Fahrzeug und Schleifen über den Boden sind nicht zulässig.

Es dürfen nur zugelassene und geeignete Anschlagmittel verwendet werden. Empfehlenswert für Rohre sind z. B. eingebaute Transport- und Verlegeanker mit zugehörigem Gehänge, zwei Gurte oder Seile mit oder ohne Traverse, Entenschnabel mit Sicherungskette, Rohrgreifer, für Schachtfertigteile z. B. eingebaute Transport- und Verlegeanker mit Gehänge oder formschlüssig wirkende Lastaufnahmemittel.

Rohre und Formstücke mit eingebauten Transportankern dürfen mit gespreizten Seilen oder Ketten bei einem am Haken gemessenen Spreizwinkel von maximal 60° (Bild 1) angehoben werden. Die Anschlagmittel sind wegen der Stoßzuschläge beim Transport auf etwa das doppelte Rohrgewicht auszulegen.

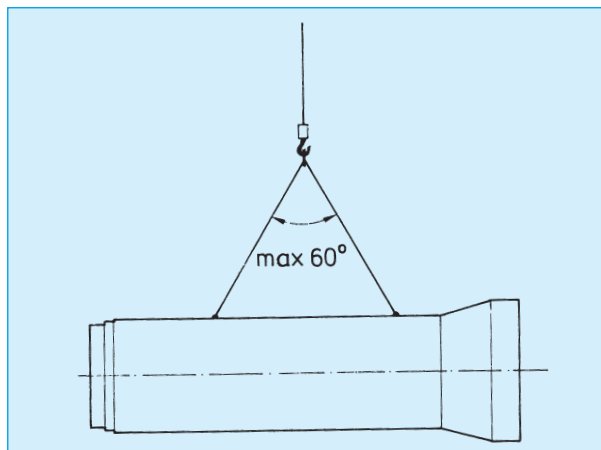


Bild 1: Spreizwinkel bei Seil- und Kettengehängen

Die Regelungen der BGR 106 sind zu beachten.

Das Abladen und Befördern von Rohren kleiner Nennweite ($\leq$ DN 400) mit mittig angeordnetem Seilschlupf, längs durchgezogenem Seil oder mit mehreren Rohren in einem Schlupf ist wegen möglicher Beschädigungen nicht zulässig.

Bei der Lagerung auf der Baustelle ist darauf zu achten, dass die Rohre und Schachtfertigteile nicht beschädigt oder an den Dichtflächen verschmutzt werden. Sie sind ggf. durch untergelegte Hölzer gegen ein Anhaften oder Anfriern von Boden zu schützen. Rohre und Schachtringe sind gegen Auseinanderrollen zu sichern.

Die Standsicherheit von Baugruben und Böschungen darf durch das Lagern von Bauteilen nicht gefährdet werden; ein Schutzstreifen von mindestens 60 cm ist freizuhalten.

Lose Dichtringe sowie das Gleitmittel sind temperiert zu lagern und vor direkter Sonneneinstrahlung und Frost zu schützen.

4 Herstellung des Leitungsgrabens

4.1 Allgemeines

Die Arbeiten im Bereich des Leitungsgrabens sind unter Beachtung der DIN 4124 sowie der Regeln für den Arbeitsschutz auszuführen.

4.2 Grabenbreite

Die Grabenbreite ist so zu bemessen, dass ein fachgerechter und sicherer Einbau der Rohre und Schachtfertigteile und eine gute Verdichtung der Seitenverfüllung möglich sind.

Die Mindestgrabenbreite muss den gesetzlichen Unfallverhütungsvorschriften genügen und soll einen ausreichenden Arbeitsraum gewährleisten. Es gelten die in Tabelle 1 und 2 der DIN EN 1610 angegebenen Werte, wobei der jeweils größere Wert maßgebend ist. Die Mindestgrabenbreite ermittelt sich aus dem horizontalen Außendurchmesser (OD) des Rohrschafes und dem Tabellenwert x. Gemessen wird zwischen den Grabenwänden in Höhe der oberen Bettungsschicht bzw. zwischen den Innenkanten des Verbaus. Bei nicht kreisförmigen Querschnitten (z. B. Eiprofilen) erfolgt die Einordnung

der DN-Gruppe nach der lichten Höhe. Im Bereich von Schächten ist ein Arbeitsraum von mindestens 50 cm einzuhalten.

Aus bauverfahrenstechnischen Gründen (z. B. für den Einsatz von Verdichtungsgeräten, zur Herstellung von Anschlussleitungen) und aufgrund örtlicher Randbedingungen (z. B. Abfangen benachbarter Leitungen) kann es notwendig sein, dass der Planer eine größere Grabenbreite festlegen muss.

Die Mindestgrabenbreite darf nur dann unterschritten werden, wenn das Baustellenpersonal niemals den Graben betreten muss, z. B. beim Einsatz von automatisierter Verletechnik und Verfüllen der Leitungszone mit Bodenmörtel, Dämmen o.ä.

Der Mindestarbeitsraum zwischen zwei Rohren beträgt bei Bettung auf Sand-Kies 0,35 m (für Rohre $\leq$ DN 700) bzw. 0,50 m (für Rohre $>$ DN 700). Wird zwischen den Rohren bis in Kämpferhöhe Beton eingebracht, kann der Abstand verringert werden.

Die Grabenwände müssen entsprechend der DIN 4124 und der Unfallverhütungsvorschrift „Bauarbeiten“ (BGVC22) geböscht oder verbaut werden. Die Art des Verbaus richtet sich nach den örtlichen Gegebenheiten, wie Bodenart, Grundwasserstand u. ä.

4.3 Grabensohle

Der Graben muss zum Einbau der Rohre, zur Herstellung der Rohrverbindung, Bettung, Seitenverfüllung, Abdeckung und Hauptverfüllung wasserfrei sein.

Tabelle 1: Lichte Mindestgrabenbreite in Abhängigkeit von der Nennweite DN nach DIN EN 1610

Nennweite DN	Mindestgrabenbreite (OD + x) [m]		
	verbauter Graben	unverbauter Graben	
		$\beta > 60^\circ$	$\beta \leq 60^\circ$
≤ 225	OD + 0,40	OD + 0,40	
$> 225 \text{ bis } \leq 350$	OD + 0,50	OD + 0,50	OD + 0,40
$> 350 \text{ bis } \leq 700$	OD + 0,70	OD + 0,70	
$> 700 \text{ bis } \leq 1200$	OD + 0,85	OD + 0,85	
> 1200	OD + 1,00	OD + 1,00	
OD = Außendurchmesser des Rohrschafes in m β = Böschungswinkel des unverbauten Grabens, gemessen gegen die Horizontale Der Mindestarbeitsraum zwischen Rohr und Grabenwand bzw. -verbau beträgt x/2			

Tabelle 2: Lichte Mindestgrabenbreite in Abhängigkeit von der Grabentiefe nach DIN EN 1610

Grabentiefe [m]	Mindestgrabenbreite [m]
$< 1,00$	nicht vorgegeben
$\geq 1,00$ bis $\leq 1,75$	0,80
$> 1,75$ bis $\leq 4,00$	0,90
$> 4,00$	1,00

4.4 Gründungsschicht

Wenn aufgrund instabiler, nicht tragfähiger Grabensohle ein Bodenaustausch erforderlich wird, muss dieser über die gesamte Grabenbreite und in sehr breiten Gräben oder Dämmen auf der Breite des vierfachen Rohrdurchmessers ausgeführt werden. Die Austausch Tiefe ist vom Planer anzugeben und sollte mindestens 30 cm betragen. Die Einflüsse der Gründungsschicht sind ggf. in der Rohrstatik zu berücksichtigen.

5 Leitungszone

5.1 Allgemeines

Die Qualität der Erdbaumaßnahmen im Bereich der Leitungszone beeinflusst maßgebend die Tragfähigkeit, Gebrauchsfähigkeit, Betriebssicherheit und die bestimmungsgemäße Nutzungsdauer der Abwasserleitungen und -kanäle sowie das Setzungsverhalten des Bodens.

Nach DIN EN 1610 besteht die Leitungszone aus Bettung (untere und obere Bettungsschicht), Seitenverfüllung und Abdeckung der Rohre, bei Grabenleitungen in der Breite des Grabens, bei Dammleitungen oder sehr breiten Gräben in der Breite des vierfachen Außendurchmessers der Rohre.

Ein für die Bettung geeigneter Boden muss gut verdichtbar sein. Er darf nach DIN EN 1610 nur Bestandteile aufweisen, die bei Rohren $\leq$ DN 200 nicht größer als 22 mm und bei Rohren $\leq$ DN 600 nicht größer als 40 mm sind. Bei größeren Nennweiten gibt es nach DIN EN 1610 keine Beschränkung.

Zusätzlich sind die Angaben des DWA-A 139, Abs. 7.1, zu berücksichtigen. U. a. gilt hiernach bei der Verwendung von Brechsand-Splitt-Gemischen folgende Regelung:

- für Rohre $\leq$ DN 900: Größtkorn 11 mm,
- für Rohre $\geq$ DN 1000: Größtkorn 20 mm.

Für FBS-Betonrohre und FBS-Stahlbetonrohre kann das Größtkorn im Auflagerbereich bis zur halben Wanddicke des Rohres betragen; es sollte aber 64 mm nicht überschreiten.

5.2 Ausführung der Bettung

5.2.1 Allgemeines

Die Bettung muss eine gleichmäßige Druckverteilung im Auflagerbereich unter dem Rohr sicherstellen. Die Rohre müssen deshalb über die gesamte Länge des Rohrschafes gleichmäßig aufliegen. Linien- oder Punktlagerungen, die meist zu Rissen und Undichtheiten an den Rohren führen, sind unzulässig. Für Rohre mit Glockenmuffen sind Muffenlöcher in ausreichender Breite, Länge und Tiefe

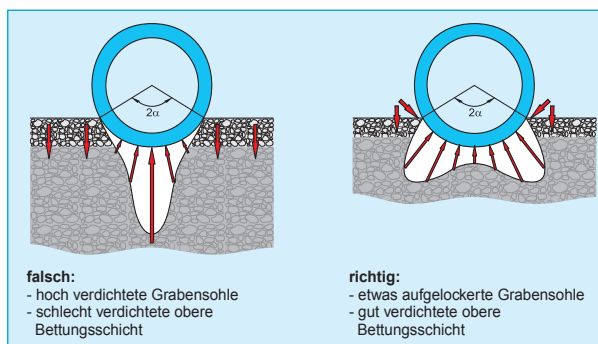


Bild 2: Spannungsverteilung im Bettungsbereich bei falscher (links) und richtiger Verdichtung (rechts)

auszuheben, um eine Punktauflagerung im Muffenbereich zu verhindern. Rohre mit Fuß können bei geeignetem Boden direkt auf der Grabensohle aufgelagert werden. Zum Ausgleich von Unebenheiten sollte jedoch eine dünne Sandschicht eingebracht werden. Ein Unterstopfen der Fußrandbereiche ist erforderlich. Die Grabensohle bzw. die untere Bettungsschicht unter den Rohren darf nicht stärker verdichtet werden, als die obere Bettungsschicht (Bild 2). Nach dem Herstellen der Rohrverbindung muss das Unterstopfen der Rohre sowohl in der Sohllinie als auch im Bereich der seitlichen Rohrzwickel sorgfältig ausgeführt werden (z. B. mit schmalen Handstampfern oder dafür geeigneten leichten Verdichtungsgeräten).

DIN EN 1610 sieht drei verschiedene Bettungstypen vor. Nach DWA-A 139 sollte Bettung Typ 1 die Regelausführung sein.

5.2.2 Bettungstyp 1 (Regelausführung)

In Fällen, bei denen kein geeigneter Boden für eine unmittelbare Rohrbettung ansteht, muss die Grabensohle tiefer ausgehoben und eine Bettung aus verdichtungsfähigem Material eingebracht werden.

Die in DIN EN 1610 angegebenen Dicken der unteren Bettungsschicht von $a = 100$ mm bei normalen Bodenverhältnissen und von $a = 150$ mm bei Fels, steinigem Boden oder Böden mit fester Konsistenz bzw. dichter Lagerung (z. B. Ton, Geschiebemergel, Moränenkies) sind Mindestwerte. Wie langjährige Erfahrungen gezeigt haben, ist nach DWA-A 139 zur Vermeidung schädlicher Lastkonzentrationen die Dicke der unteren Bettungsschicht in Abhängigkeit vom Rohrdurchmesser auf $a = 100$ mm + $1/10$ DN bzw. $a = 100$ mm + $1/5$ DN zu erhöhen (Bild 3).

Die Dicke b der oberen Bettungsschicht muss der statischen Berechnung bzw. den Planvorgaben entsprechen. Sie ergibt sich aus dem Auflagerwinkel und beträgt z. B. für

- einen Auflagerwinkel von $2\alpha = 90^\circ$:
 $b = 0,15 \cdot OD$,
- einen Auflagerwinkel von $2\alpha = 120^\circ$:
 $b = 0,25 \cdot OD$.

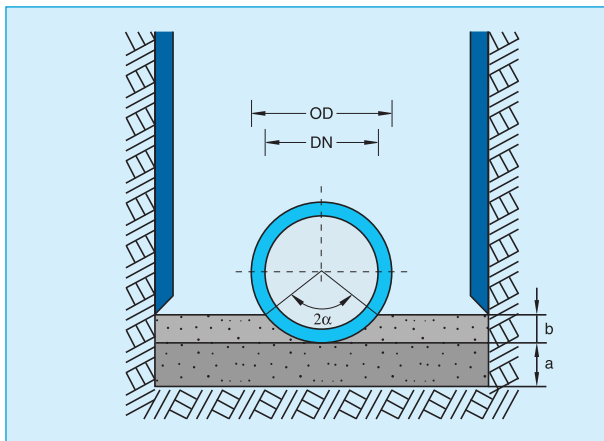


Bild 3: Bettung Typ 1 (Regelausführung) bei normalen Böden:
 $a = 100 \text{ mm} + 1/10 \text{ DN}$ in mm
 bei festgelagerten Böden oder Fels:
 $a = 100 \text{ mm} + 1/5 \text{ DN}$, min $a = 150 \text{ mm}$

5.2.3 Bettung Typ 2

Die Bettung Typ 2 in gleichmäßigen, lockeren, feinkörnigen Böden auf vorgeformter Grabensohle ist in der Praxis schwierig auszuführen und für Rohre mit Elastomerdichtung nicht zu empfehlen.

5.2.4 Bettung Typ 3

Da für Rohre ohne Fuß bei nicht fachgerechter Ausführung die Gefahr einer Linienlagerung besteht, ist diese Art der Bettung insbesondere für größere Nennweiten nicht geeignet.

5.2.5 Betonbettung

Bei unzureichender Tragfähigkeit des Untergrundes, örtlich wechselnden Bodenarten, und Grundwasserständen, stark geneigter Grabensohle, sehr dicht gelagerten Böden oder Fels und bei statischen Erfordernissen ist eine Betonbettung zweckmäßig. Die Betongüte soll dafür mindestens der Festigkeitsklasse C 12/15, bei bewehrter Betonbettung mindestens der Festigkeitsklasse C 16/20 – empfohlen C 20/25 – entsprechen. Je nach Belastung der Rohre wird ein Auflagerwinkel von 90° , 120° oder 180° ausgeführt (Bild 4).

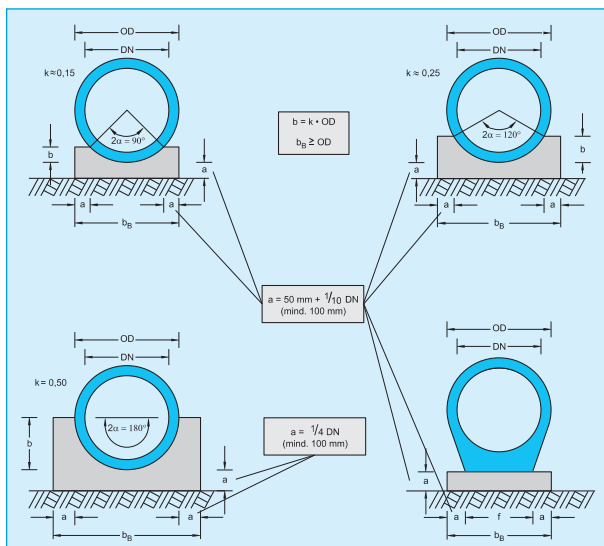


Bild 4: Bettung auf Beton (Beispiele für übliche Auflagerwinkel)

Beim Einbau der Rohre in Gräben wird nach DWA-A 139 empfohlen bis an die Grabenwand (Bilder 5 bis 7) bzw. gegen den Verbau zu betonieren. Im zweiten Fall ist zwischen Beton und Verbau eine flexible Trennschicht (z. B. Polystyrol) vorzusehen.

Rohre mit Fuß sind zum Ausgleich von Unebenheiten auf einer frischen Mörtelschicht einzubauen. Die Randbereiche des Fußes sind nachzustopfen (Bild 5).

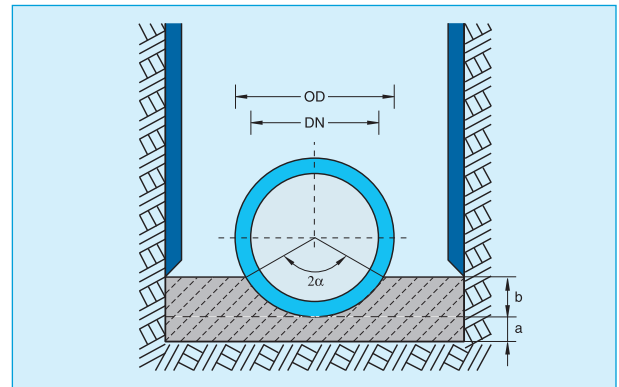


Bild 5: Empfohlene Ausführung für Betonbettung nach DWA-A 139 für Rohre ohne Fuß
 $a = 50 \text{ mm} + 1/10 \text{ DN}$, min $a = 100 \text{ mm}$
 (obere Bettung, nach Rohrverlegung betoniert)

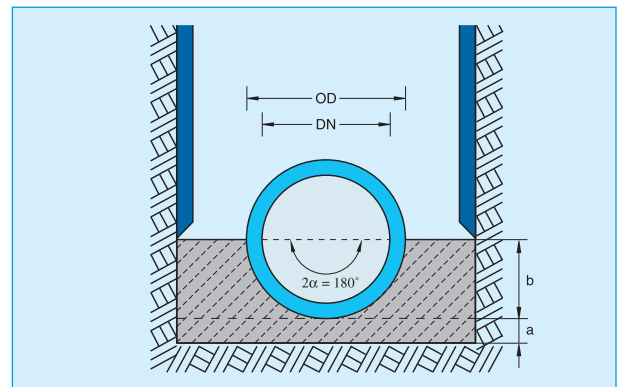


Bild 6: Betonbettung 180°
 $a = 1/4 \text{ DN}$, min $a = 100 \text{ mm}$

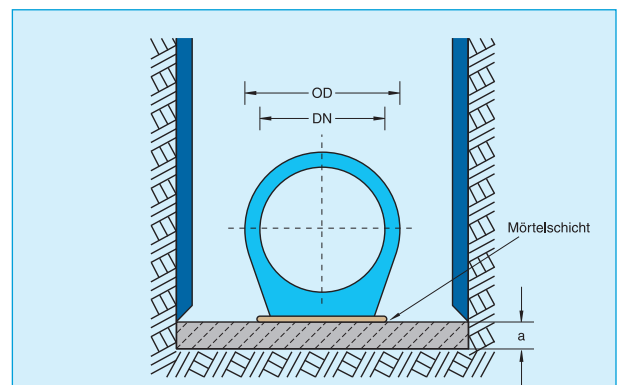


Bild 7: Betonbettung für Rohre mit Fuß auf Mörtelschicht
 $a = 50 \text{ mm} + 1/10 \text{ DN}$, min $a = 100 \text{ mm}$

5.2.6 Sonderausführungen der Bettung

In besonderen Fällen können andere Lagerungsarten zur Ausführung kommen, z. B. Maßnahmen zur Bodenverbesserung, Gründung der Rohrlei-

tung auf Pfählen mit einer Stahlbetonplatte oder auf Rohrsätteln. Für Sonderausführungen muss immer ein entsprechender statischer Nachweis vorliegen.

Beim Einbau von Rohrleitungen in weichen, schwer zu entwässernden Böden kann eine Stabilisierung der unteren Bettungsschicht z. B. durch eine mit einem Geotextil umhüllte stabilisierende Schicht aus grobkörnigem Material mit eingelagerter Dränung erforderlich werden. Ein Trenn- und Filtergeotextil verhindert eine Wechselwirkung von Feinkornanteilen zwischen dem anstehenden Boden und der Leitungszone (Bild 8).

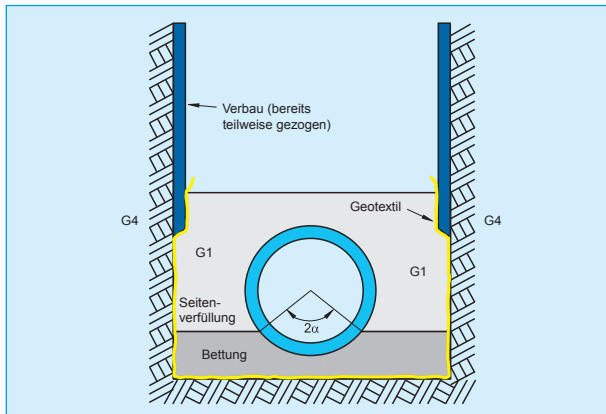


Bild 8: Schutz gegen Ausspülen des Auflagers und des anstehenden Bodens durch Geotextil

5.3 Einbau der Rohre und Schachtfertigteile und Herstellen der Verbindungen

5.3.1 Allgemeines

Vor dem Einbau sind Rohre, Formstücke, Schachtfertigteile und Dichtmittel auf Beschädigungen zu prüfen. Der Dichtungsbereich – Muffe innen und Spitzende außen – ist von Verschmutzung und ggf. von festgefrorenem Boden, Eis etc. zu reinigen.

Die Rohre, Formstücke und Schachtfertigteile sind mit Hebezeugen, die mit Feinhub ausgestattet sind (z. B. Autokran oder Bagger) unter Verwendung von Transportankersystemen, Seilen oder geschützten Gurten, Entenschnabel mit Sicherung, Rohrgreifern oder formschlüssig wirkenden Lastaufnahmemitteln in den Rohrgraben abzulassen. Beim Betreiben von Arbeitsmitteln ist die BGR 500 zu beachten.

Rohr- und Schachtfertigteilverbindungen sind auch unter schwierigen Baustellenverhältnissen stets sorgfältig herzustellen.

FBS-Beton- und FBS-Stahlbetonrohre sind werkseitig mit einer fest in der Muffe eingebauten oder auf dem Spitzende in einer Kammer bzw. vor einer Schulter aufgetragenen Gleitringdichtung aus Elastomeren ausgestattet. FBS-Schachtfertigteile werden mit Muffe und Spitzende unter Verwendung von Dichtmitteln aus Elastomeren miteinander verbunden. Dabei finden fest in der Muffe eingebaute

oder auf dem Spitzende vor einer Schulter aufgetragene Gleitringdichtungen Verwendung.

Das vom Rohr- bzw. Schachthersteller mitgelieferte Gleitmittel ist auf dem Betonbereich aufzutragen, auf dem sich das Dichtmittel nicht befindet, das heißt bei fest in der Muffe eingebauten Dichtungen muss das Gleitmittel auf dem Spitzende (Bild 9a und 9b), bei Dichtungen auf dem Spitzende in der Muffe (Bild 10a und 10b) aufgebracht werden. Andere, als vom Dichtmittelhersteller empfohlene Gleitmittel, dürfen nicht verwendet werden.

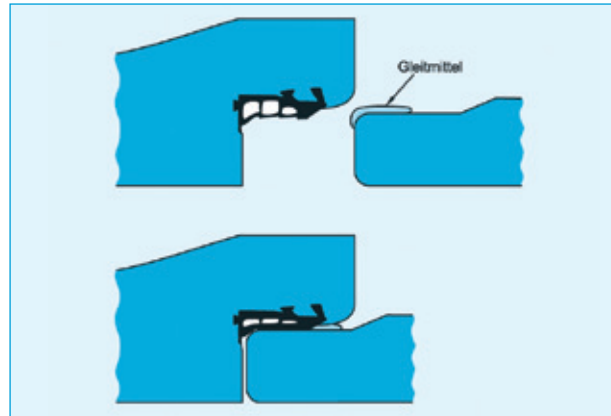


Bild 9a: Werkseitig fest in die Muffe eingebaute Gleitringdichtung

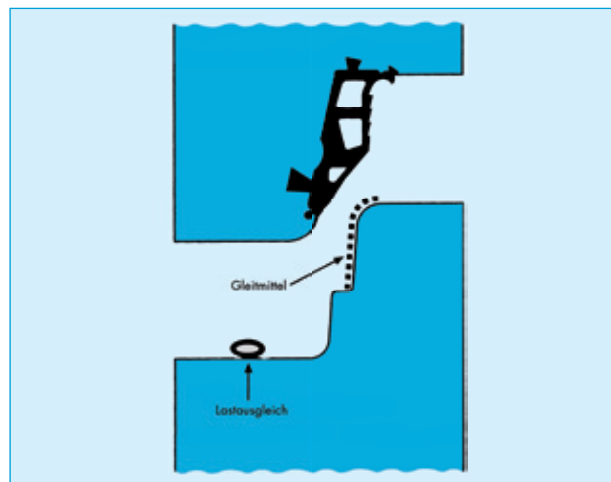


Bild 9b: Schacht

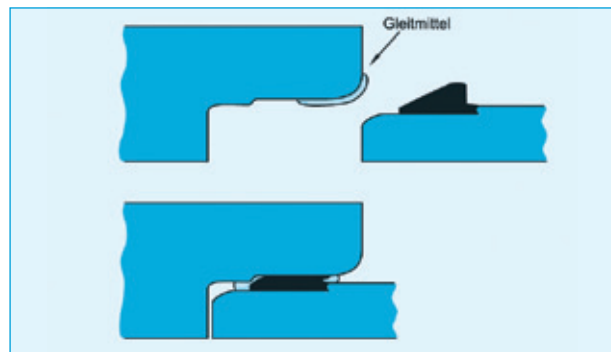


Bild 10a: Werkseitig auf dem Spitzende fixierte Gleitringdichtung

Rohre und Schachtfertigteile mit Elastomerdichtungen können auch bei Frost eingebaut werden, solange die Dichtungen die nötige Elastizität haben.

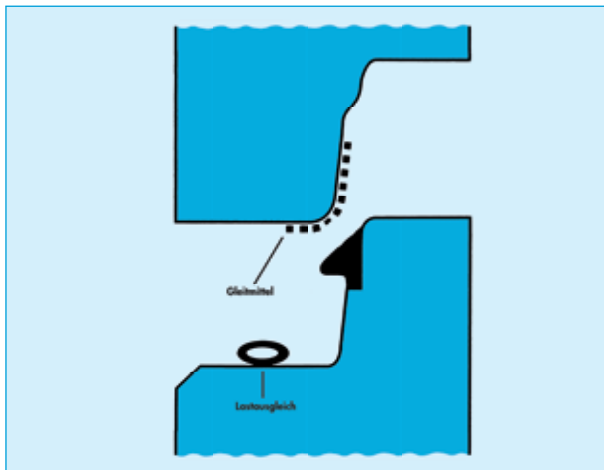


Bild 10b: Schacht

Achtung: Dichtungen aus Elastomeren ändern allerdings ihre Härte mit sinkenden Temperaturen. Rohre und Schachtfertigteile mit werkseitig fest eingebauten Dichtungen können in der Regel **bis zu Bauteiltemperaturen von -5°C** verlegt werden. **Bei Bauteiltemperaturen zwischen -5°C und -10°C müssen zusätzliche Maßnahmen getroffen werden**, um das Zusammenführen der Rohre und Schachtfertigteile zu erleichtern. **Unter einer Bauteiltemperatur von -10°C sollten Bauteile mit werkseitig fest eingebauten Dichtungen nicht eingebaut werden.**

Diese **Temperaturvorgaben** für die Verlegung von Rohren und Schachtfertigteilen bezieht sich **nur auf die Montierbarkeit der Verbindungen mit Elastomerdichtungen.**

Für die **Herstellung von Bettung und Verfüllung bei tiefen Temperaturen** gelten die Angaben von **DIN EN 1610**. Hierin heißt es:

- Bei Frost kann es erforderlich sein, die Grabensohle zu schützen, damit gefrorene Schichten weder unterhalb noch um die Rohrleitung herum verbleiben.
- Gefrorenes Material darf für die Leitungszone nicht verwendet werden.
- Bei der Weiterverwendung des anstehenden Bodens darf dieser nicht gefroren sein und muss frei von Schnee und Eis sein.
- Bei kaltem Wetter sollten alle Rohre und Schachtfertigteile auf Unterlagen gelagert werden, um ein Festfrieren am Boden zu verhindern.
- Bei Frost ist dafür zu sorgen, dass sich in den Bauteilen kein Wasser ansammeln kann (DIN 19695).

Zusätzliche Verlegevorschriften der Hersteller sind zu beachten.

5.3.2 Einbau von FBS-Rohren

Das frei am Verlegegerät hängende Rohr ist an die Muffe des bereits eingebauten Rohres heranzufüh-

ren, bis der Dichtring gleichmäßig vom Spitzende bzw. von der Muffenschräge erfasst wird.

Dabei dürfen nur Geräte verwendet werden, die ein kontrolliertes, zentrisches Zusammenführen der Rohre ermöglichen. Ein Abscheren der Dichtelemente oder Sprengen der Rohrmuffe kann so vermieden werden.

Das Zusammenschieben von Rohren mit dem Baggerlöffel sowie das Zusammenziehen mit an den Verlegeankern befestigten asymmetrischen Kettengehängen, die vom Hebegerät hochgezogen werden, ist wegen unkontrollierter Kraftentfaltung und möglicher Beschädigungen der Rohrenden nicht zulässig. Beim Zusammenziehen mit Kettengehängen besteht außerdem die Gefahr, dass die Rohre dabei angehoben und abgewinkelt werden und die planmäßige Lage nicht erzielt wird.

Zu empfehlen sind Rohrzuggeräte, die entweder außen oder innen am Rohr angreifen. Die Höhe der aufzubringenden Montagekraft ist abhängig von der Temperatur beim Verlegen, der Rauheit der Oberflächen im Verbindungsbereich, der Art und Menge des aufgetragenen Gleitmittels sowie der Verlegemethode (frei hängend oder auf der Bettung aufgesetzt). Sie beträgt etwa das 2,0 bis 2,5fache des Rohrgewichtes.

Jedes Rohr ist nach Höhe und Seite einzumessen. Jede notwendige Höhenkorrektur muss durch Auffüllen und Abtragen der Bettung erfolgen, wobei ein gutes Unterstopfen und eine ausreichende Zwickelverdichtung erreicht werden muss. Dies gilt auch für Rohre mit Fuß. Es muss dabei sichergestellt werden, dass die Rohre über ihre gesamte Baulänge gleichmäßig aufgelagert sind.

Lagekorrekturen durch Drücken, Schieben oder Schlagen mit dem Baggerlöffel oder anderen schweren Baugeräten sind nicht zulässig.

Um die Beweglichkeit der Rohrverbindungen zu gewährleisten, ist zwischen den Rohren eine Stoßfuge von mindestens 5 mm einzuhalten. Grenzwerte für die maximalen Stoßfugenbreiten, für die unter Voraussetzung fachgerechter Verlegung die Dichtheit der Rohrverbindungen ohne besonderen Nachweis noch gegeben ist, enthält Tabelle 3.

Tabelle 3: Grenzwerte für Stoßfugenbreiten an Rohrverbindungen von FBS-Beton- und Stahlbetonrohren*)

Nennweite	Stoßfugenbreite [mm]
$\leq \text{DN } 600$	15
DN 700 bis DN 1200	20
DN 1300 bis DN 1500	25
$\geq \text{DN } 1600$	30

*) Größere Stoßfugenbreiten sind nur in Abstimmung mit den Herstellern der Rohre und Dichtmittel zulässig.

Es sollte ein Anschlag-Stop auf dem Muffengrund – sofern nicht werkseitig vorhanden – bauseits fixiert werden, um beim Zusammenziehen der Rohre eine Beschädigung von Spitzende oder Muffengrund zu vermeiden. Der Anschlag-Stop kann z.B. aus Holzplättchen ca. der Größe $15 \times 15 \times 5$ mm für Rohre $\leq \text{DN}600$ und $20 \times 20 \times 10$ mm für Rohre $> \text{DN}600$ bestehen, von denen ca. 3 bis 4 Stück gleichmäßig über den Umfang verteilt auf dem Muffengrund fixiert werden, z. B. mit dem vorhandenen Gleitmittel. Bei Rohren mit werkseitig eingebauten Transportankern sind die Ankermulden vor dem Verfüllen der Rohrleitung dauerhaft, dicht und korrosionssicher zu verschließen.

Der Anschluss von Beton- und Stahlbetonrohren an Schächte und Bauwerke ist doppelgelenkig und scherkraftsicher auszuführen (Bild 11). Dabei sind Gelenkrohre mit Baulängen nach Tabelle 4 zu verwenden.

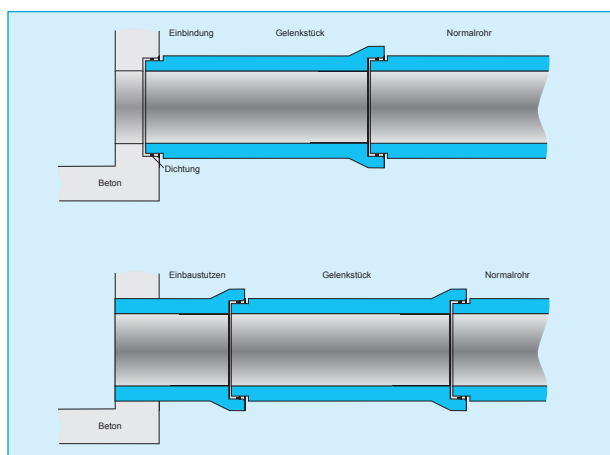


Bild 11: Mögliche Varianten eines Rohranschlusses an ein Bauwerk

Tabelle 4: Baulänge von Gelenkrohren

Nennweite des Gelenkrohres	Baulänge [m]
DN 300 bis DN 600	$\leq 1,00$ m
DN 700 bis DN 1200	$\leq 1,50$ m
ab DN 1300	$\leq$ Regelbaulänge

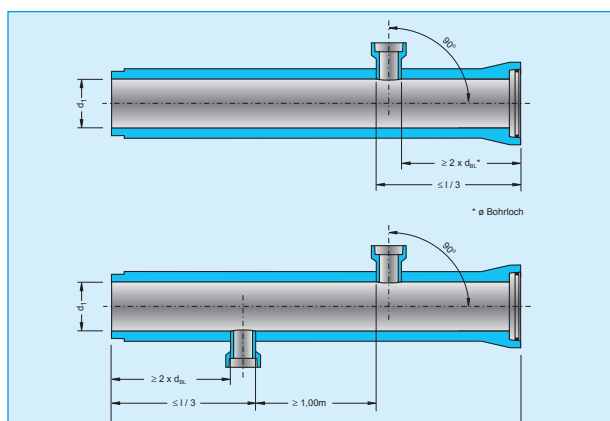


Bild 12: FBS-Rohre mit unterschiedlicher Anordnung von Abzweigen

Für Tangentialschächte (Rohre mit Nennweiten $\geq \text{DN} 700$ und seitlich angeformtem Schachtunterteil) sind keine Gelenkrohre erforderlich.

Werden Rohre durch Mauern oder Schächte geführt, sind zur Abdichtung gegenüber dem Bauwerk entsprechende Manschetten oder Schachtfutter einzusetzen. Das Ausschäumen oder Verfüllen der Hohlräume mit Mörtel ist nicht gestattet.

Bauseitig herzustellende Anschlussöffnungen an Beton- und Stahlbetonrohren dürfen nur mit einem geeigneten Kernbohrgerät hergestellt werden. Bewehrungsstäbe müssen vor Korrosion geschützt werden. Herstelleranleitungen sind zu beachten. Der Nenndurchmesser des Zulaufs darf nicht größer als 50 % des durchgehenden Rohrdurchmessers sein.

Eine Bohrung darf nicht im Bereich der Glocken- oder Falzmuffen erfolgen und muss von den Rohrenden mindestens einen Abstand vom 2-fachen Bohrlochdurchmesser aufweisen. Der Bohrlochrandabstand zwischen zwei Zuläufen darf in keiner Richtung 1,00 m unterschreiten.

Bei Rohren $\leq \text{DN}600$ bzw. $\leq \text{WN}/\text{HN}400/600$ und einer Baulänge ≥ 2 m sind Zuläufe im ersten oder letzten Drittel des durchgehenden Rohres anzuordnen.

5.3.3 Einbau von FBS-Schachtfertigteilen

FBS-Schachtunterteile sind auf ein vorbereitetes Fundament aus Sand-Kies, Splitt oder Magerbeton zu versetzen und an die bereits verlegten Rohre anzuschließen. FBS-Tangentialschächte werden wie die Rohre auf der gleichen Bettung verlegt. Dabei ist darauf zu achten, dass die angeformten Schachthälse senkrecht eingebaut werden. Damit diese nicht kippen, ist der Boden unter dem Schachtauftritt besonders sorgfältig zu verdichten. Ggf. ist der Auftritt durch einen Magerbetonkeil zu sichern.

Die folgenden FBS-Schachtfertigteile (Schachtringe, Übergangsrings, Übergangsplatten, Schachthälse, Abdeckplatten) werden unter Verwendung von Dichtmitteln aus Elastomeren miteinander verbunden. Zwischen den einzelnen Teilen ist eine gleichmäßige, nicht federnde vertikale Lastübertragung sicherzustellen. Unebenheiten im Auflagerbereich können durch Auftragen einer Frischmörtelschicht ausgeglichen werden, die eine Dicke von 10 mm nicht überschreiten darf. Andere Lastübertragungssysteme – auch in Verbindung mit einem Dichtmittel – sind zulässig, wenn deren Eignung vom Hersteller durch eine statische Berechnung und entsprechende Traglastuntersuchungen nachgewiesen wird. Der Höhenausgleich zur Schacht- oder Geländeoberfläche wird mit verschiebesicheren Auflageringen hergestellt, die aufzumörteln sind. Bei einer Vermörtelung

von Schachtbauteilen ist Mauermörtel nach DIN V 18580 der Mörtelgruppe III zu verwenden.

Der Arbeitsraum um die Schächte ist gleichmäßig lagenweise zu verfüllen und zu verdichten. Dabei gelten die grundsätzlichen Anforderungen wie bei der Hauptverfüllung von Leitungsgräben.

5.4 Prüfungen während des Rohreinbaues

5.4.1 Allgemeines

Zur Sicherstellung einer fach- und normgerechten Bauausführung sind während des Einbaues der Rohre und Formstücke laufend Sichtprüfungen an Bauteilen und Einbauhilfsmitteln sowie Prüfungen der Erdarbeiten durchzuführen. Dies kann im Rahmen der Eigen- und Fremdüberwachung bei der gütegesicherten Bauausführung erfolgen. Durchgeführte Prüfungen müssen dokumentiert werden.

5.4.2 Sichtprüfungen

Die Sichtprüfungen an Bauteilen und Einbauhilfsmitteln umfassen u. a. die Kontrolle der Rohre und Formstücke auf Beschädigung, die Funktionskontrolle der verwendeten Einbaugeräte, die laufende Kontrolle und ggf. Justierung der Lasereinstellung, die Überprüfung von Richtung, Höhenlage und Gefälle der eingebauten Rohre und Formstücke und die Kontrolle der Ausführung der Rohrverbindungen und Anschlüsse sowie des ordnungsgemäßen Verschlusses der Aussparungen für Transportanker.

Vor dem Einbringen der Seitenverfüllung muss die Rohrleitung nochmals auf ihre planmäßige Lage geprüft werden.

5.4.3 Prüfung der Dichtheit

Eine Dichtheitsprüfung vor dem Einbringen der Seitenverfüllung, also an der nicht überschütteten Rohrleitung, ist zu empfehlen, ersetzt aber nicht die Abnahmeprüfung.

5.4.4 Prüfung der Erdarbeiten

Die Prüfung der Erdarbeiten umfasst u. a. Probeverdichtungen zu Beginn der Baumaßnahme und Verdichtungsprüfungen im Zuge des Baufortschritts. Im Bereich der Leitungszone ist es zweckmäßig, den Verdichtungsgrad während des Einbaues mit dem Dynamischen Plattendruckversuch mit Hilfe des Leichten Fallgewichtsgerätes zu überprüfen. Zu den Prüfungen im Rahmen eines Qualitätssicherungskonzeptes enthält das DWA-Arbeitsblatt A 139 ausführliche Hinweise.

5.5 Verfüllung der Leitungszone

Die Verfüllung im Bereich der Leitungszone besteht aus der Seitenverfüllung und der Abdeckung über den Rohren.

Eine nicht fachgerecht ausgeführte Seitenverfüllung ist eine der häufigsten Ursachen für Schäden

an den Rohren. Eine mangelhafte Verdichtung des Verfüllmaterials vergrößert die Lastkonzentration auf die Rohre, verringert die seitliche Stützwirkung und führt zwangsläufig zu Setzungen.

Verdichtungsfähiges Material ist beidseitig der Rohrleitung gleichmäßig in Lagen einzubringen und sorgfältig zu verdichten. Schütthöhe, Material und das zum Einsatz kommende Verdichtungsgerät müssen aufeinander abgestimmt werden. Schütthöhe und Anzahl der Übergänge können für gängige Verdichtungsgeräte den Erfahrungswerten aus Tabelle 5 entnommen werden. Genaue Werte sind durch eine Probeverdichtung festzustellen.

Im Bereich der Leitungszone darf nur von Hand oder mit leichten Verdichtungsgeräten verdichtet werden. Die in DIN EN 1610 in den Tabellen 1 und 2 angegebenen Grabenbreiten sind Mindestwerte, die beim Einsatz von Verdichtungsgeräten für die Verdichtung der Seitenverfüllung eventuell in Abhängigkeit vom erforderlichen Gerät entsprechend vergrößert werden müssen.

Bei Ausführung von Betonbettungen darf mit der Seitenverfüllung erst begonnen werden, wenn der Beton eine ausreichende Festigkeit erreicht hat.

In Sonderfällen, z. B. bei engen Gräben, die keine ausreichende Verdichtung der Leitungszone zulassen, kann die Rohrleitung teilweise oder ganz mit fließfähigen, selbstverdichtenden, hydraulisch gebundenen Verfüllmaterialien (z. B. Bodenmörtel, Dämmen, Beton) eingebettet werden. Dabei ist ein dauerhafter Formschluss zwischen Rohrleitung und Verfüllmaterial zu gewährleisten.

Die Dicke der Abdeckung c über der Rohrleitung sollte im Regelfall 300 mm, muss aber mindestens 150 mm über dem Rohrschaft bzw. 100 mm über der Rohrverbindung betragen. Die Verdichtung darf in diesem Bereich nur mit Handstampfern oder mit geeigneten leichten Verdichtungsgeräten ausgeführt werden.

6 Ausführung der Hauptverfüllung

Die Hauptverfüllung (oberhalb der Leitungszone) ist gemäß den Planungsanforderungen auszuführen. Zur Vermeidung von Setzungen muss die Hauptverfüllung lagenweise eingebaut werden, sodass eine ausreichende Verdichtung sichergestellt ist.

Über den Rohren darf eine mechanische Verdichtung erst ab einer Schichtdicke von mindestens 300 mm erfolgen. Geeignet sind dafür leichte Verdichtungsgeräte. Die erforderliche Mindestüberdeckung ergibt sich dabei aus der größten Schütthöhe für das vorgesehene Verdichtungsgerät (siehe Tabelle 5) zuzüglich 150 mm.

Tabelle 5: Bodenverdichtung, Schütthöhen und Zahl der Übergänge nach DWA-A 139

Geräteart		Dienst- gewicht [kg]	Verdichtbarkeitsklassen								
			V1*)			V2*)			V3*)		
			Eig- nung	Schütt- höhe [cm]	Zahl der Über- gänge	Eig- nung	Schütt- höhe [cm]	Zahl der Über- gänge	Eig- nung	Schütt- höhe [cm]	Zahl der Über- gänge
1. Leichte Verdichtungsgeräte (vorwiegend für die Leitungszone)											
Vibrations- stampfer	leicht	bis 30	+	bis 20	2-4	+	bis 20	2-4	-	-	-
	mittel	30-60	o	20-40	2-4	O	20-30	3-4	-	-	-
	schwer	60-100	o	30-50	2-4	O	20-40	3-4	-	-	-
Explosions- stampfer	mittel	bis 100	o	20-40	3-4	O	20-40	3-4	-	-	-
Flächen- rüttler	leicht	bis 100	+	bis 20	3-5	+	bis 15	4-6	-	-	-
	mittel	100-300	o	20-30	3-5	O	15-25	4-6	-	-	-
2. Mittlere und schwere Verdichtungsgeräte (oberhalb der Leitungszone ab 1 m Überdeckungshöhe)											
Vibrations- stampfer	mittel	30-60	+	20-40	2-4	+	20-30	2-4	O	10-30	2-4
	schwer	60-100	+	30-50	2-4	+	20-40	2-4	O	20-30	2-4
Explosions- stampfer	mittel	bis 100	o	20-40	3-4	O	20-40	3-4	O	20-30	3-5
Flächen- rüttler	mittel	100-300	+	20-40	3-5	O	20-40	3-5	-	-	-
	schwer	300-750	+	30-60	3-5	O	30-50	3-5	-	-	-
Vibrations- walzen	schwer	600-8000	+	30-80	4-6	+	30-60	4-6	O	30-60	4-6
+ = empfohlen o = meist geeignet, muss auf den Einzelfall abgestimmt werden - = ungeeignet											
*) V1 = nichtbindige bis schwachbindige, grobkörnige und gemischtkörnige Böden (GW, GI, GE, SW, SI, SE, GU, GT, SU, ST)											
V2 = bindige, gemischtkörnige Böden (GU, GT, SU, ST) V3 = bindige, feinkörnige Böden (UL, UM, TL, TM)											

Mittlere und schwere Verdichtungsgeräte dürfen erst ab einer Überdeckungshöhe von mindestens 1,00 m (nach der Verdichtung gemessen) eingesetzt werden. Auch aus statischen Gründen soll dieser Bereich aber nicht stärker als die Leitungszone verdichtet werden.

Schlagartiges Einfüllen großer Erdmassen, der Einsatz von Fallgewichten zur Verdichtung sowie besondere Belastungen während des Bauzustandes, z. B. das Befahren der überschütteten Rohrleitung bei geringer Überdeckung mit schweren Baugeräten und -fahrzeugen sowie die Lagerung von Bodenaushub über der Leitung sind nicht erlaubt, sofern hierfür kein statischer Nachweis vorliegt.

7 Rückbau des Verbaus

Ein Verbau darf nur entfernt werden, soweit er durch das Verfüllen oder andere Baumaßnahmen entbehrlich geworden ist.

Beim Rückbau des Verbaus ist darauf zu achten, dass durch die Verdichtung des Verfüllbodens eine Verbindung mit dem gewachsenen Boden der Grabenwand entsteht. Schrittweises Ziehen und unmittelbar anschließendes Nachverdichten müssen sich abwechseln, bis der Verbau aus der Leitungszone vollständig entfernt ist.

Das Verfüllen und Verdichten gegen einen dickwandigen Verbau, z. B. aus Verbauplatten, mit darauf folgendem Ziehen des Verbaus ohne wirksame Nachverdichtung führt zu unkontrollierter Mehrbelastung und zur Beschädigung der Rohre. Sie ist durch kein gesichertes Rechenmodell erfassbar.

Ist ein Rückbau erst nach dem Verfüllen möglich, z. B. beim Einsatz von Kanaldielen und Spundwänden, ist das in der Rohrstatik zu berücksichtigen. In besonderen Fällen ist der Verbau im Boden zu belassen.

8 Prüfen der Rohrleitungen nach dem Verfüllen

Nach Ausführung der Hauptverfüllung und Rückbau der Baugrubensicherung muss die gesamte Kanalbaumaßnahme auf Übereinstimmung mit den Planvorgaben und den vertraglichen Vereinbarungen sowie den Festlegungen der DIN EN 1610 und des DWA-Arbeitsblattes A 139 vom Auftraggeber überprüft und abgenommen werden.

8.1 Sichtprüfung

Nach dem Verlegen ist die Rohrleitung auf Richtung und Höhenlage, ordnungsgemäße Ausführung der Rohrverbindungen und Anschlüsse, sowie auf Be-

schädigungen zu kontrollieren und zwar bei begehbaren Kanälen und Leitungen durch eine Sichtprüfung, bei nicht begehbaren mit Hilfe der TV-Technik.

8.2 Prüfung der Verdichtung der Leitungszone und Hauptverfüllung

Die Ausführung des Erdbaues in der Leitungszone und im Bereich der Hauptverfüllung ist durch Prüfen der Verdichtung auf Übereinstimmung mit den Planvorgaben bzw. der statischen Berechnung nachzuweisen. In der Leitungszone ist es zweckmäßig, den Verdichtungsgrad bereits während des Einbaues, z.B. mit dem dynamischen Plattendruckversuch mit Hilfe des Leichten Fallgewichtsgerätes, zu kontrollieren. Nach Fertigstellen der Hauptverfüllung erfolgt die Ermittlung des Verdichtungsgrades durch Rammsondierung, im Bereich von Verkehrswegen mit Plattendruckversuchen.

8.3 Prüfung der Dichtheit der Rohrleitung

Gemäß DIN EN 1610 sind Abwasserleitungen und -kanäle nach Verfüllen des Rohrgrabens und Entfernen des Verbaus mit Wasser oder Luft auf Dichtheit zu prüfen. Ausführliche Ergänzungen und Hinweise für die praktische Durchführung der Dichtheitsprüfung enthalten das DWA-Arbeitsblatt A 139 sowie die von der FBS herausgegebene „Richtlinie für die Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen aus FBS-Beton- und Stahlbetonrohren auf Dichtheit“.

9 Qualifikationen

Voraussetzung für ein langfristig funktionsfähiges und dichtes Kanalnetz ist neben sorgfältiger Planung und der Verwendung genormter, qualitativ hochwertiger Werkstoffe vor allem die fachgerechte Bauausführung und Prüfung der Abwasserleitungen und -kanäle.

Nach DIN EN 1610 und DWA-A 139 müssen sich Auftraggeber vor der Vergabe von der erforderlichen Fachkunde, Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit der Auftragnehmer überzeugen und den Nachweis einer Gütesicherung, bestehend aus Eigen- und Fremdüberwachung, fordern. Unternehmen, die das RAL-Gütezeichen der Gütegemeinschaft „Güteschutz Kanalbau“ führen, erfüllen diese Anforderungen.

10 Maßgebende Normen und Richtlinien

DIN EN 1295-1

Statische Berechnung von erdverlegten Rohrleitungen unter verschiedenen Belastungsbedingungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen

DIN EN 1610

Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen

DIN EN 1916

Rohre und Formstücke aus Beton, Stahlfaserbeton und Stahlbeton

DIN EN 1917

Einsteig- und Kontrollschächte aus Beton, Stahlfaserbeton und Stahlbeton

DIN V 1201

Rohre und Formstücke aus Beton, Stahlfaserbeton und Stahlbeton für Abwasserleitungen und -kanäle – Typ 1 und Typ 2 – Anforderungen, Prüfungen und Bewertung der Konformität

DIN V 1202

Rohrleitungen und Schachtbauwerke aus Beton, Stahlfaserbeton und Stahlbeton für die Ableitung von Abwasser – Entwurf, Nachweis der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit, Bauausführung

DIN V 4034-1

Schächte aus Beton-, Stahlfaserbeton- und Stahlbetonfertigteilen für Abwasserleitungen und -kanäle – Typ 1 und Typ 2 – Teil 1: Anforderungen, Prüfung und Bewertung der Konformität

DIN 4124

Baugruben und Gräben; Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten

DIN 19695

Befördern und Lagern von Rohren, Formstücken und Schachtfertigteilen aus Beton und Stahlbeton

DIN V 18580

Mauermörtel mit besonderen Eigenschaften

DWA-A 127

Statische Berechnung von Abwasserkanälen und -leitungen

DWA-A 139

Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen

ATV-DVWK-A 142

Abwasserkanäle und -leitungen in Wassergewinnungsgebieten

BGR 106

Transportanker und -systeme von Betonfertigteilen

Bezugsquellen

Sicherheitsregeln für Rohrleitungsbauarbeiten ¹⁾

UVV-Unfallverhütungsvorschriften ¹⁾

Berufsgenossenschaftliche Regeln (BG-Regeln) ¹⁾

FBS-Richtlinie für die Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen aus Beton- und Stahlbetonrohren auf Dichtheit ²⁾

Technisches Handbuch der FBS ²⁾

¹⁾ zu beziehen: Tiefbauberufsgenossenschaft, Am Knie 6, 81241 München bzw. Carl Heymanns Verlag, Köln (heymanns.com)

²⁾ zu beziehen: FBS Fachvereinigung Betonrohre und Stahlbetonrohre e. V., Schlossallee 10, 53179 Bonn (fbsrohre.de)

