

Ausschreibungstexte

für erdverlegte
FBS-Rohre, FBS-Formstücke
und FBS-Schachtfertigteile
nach den neuen Europäischen Normen
und Deutschen Ergänzungsnormen

Fachvereinigung Betonrohre und Stahlbetonrohre e.V.

Schlossallee 10, 53179 Bonn (Mehlem)

Fon 0228 / 95456-54, Fax 0228 / 95456-43

E-mail info@fbsrohre.de, Internet www.fbsrohre.de

im Bundesverband Deutsche Beton- und Fertigteileindustrie e.V.

1	Allgemeines	4
2	Lieferprogramm	4
2.1	FBS-Rohre	4
2.1.1	FBS-Betonrohre	4
2.1.2	FBS-Stahlbetonrohre	4
2.1.3	FBS-Vortriebsrohre	5
2.2	FBS-Formstücke	5
2.2.1	FBS-Rohre mit Zulauf (Abzweig)	5
2.2.2	FBS-Krümmen	5
2.2.3	FBS-Gelenkstücke	5
2.2.4	FBS-Passstücke	5
2.2.5	FBS-Übergangsstücke	5
2.2.6	FBS-Böschungsstücke	6
2.2.7	FBS-Anschlussstücke	6
2.2.8	FBS-Schachtfertigteile	6
2.2.9	FBS-Schachtbauwerke	6
3	Verbindungen für FBS-Rohre und FBS-Schachtfertigteile	6
4	Wasserdichtheit	7
4.1	FBS-Rohre	7
4.2	FBS-Rohrverbindungen	7
4.3	FBS-Schachtfertigteile	7
4.4	Fazit	7
5	Bezeichnungen	7
6	Beurteilung der Konformität (Gütesicherung)	9
7	Statische Berechnung	9
7.1	Allgemeines	9
7.2	Bemessung von FBS-Betonrohren und zugehörigen Formstücken	10
7.3	Bemessung von FBS-Stahlbetonrohren und zugehörigen Formstücken	10
7.4	Bemessung von FBS-Vortriebsrohren aus Beton und Stahlbeton	10
7.5	Bemessung von FBS-Schächten	10
8	Wandrauheit	11
9	Abriebfestigkeit und zulässige Fließgeschwindigkeit	11
10	Widerstandsfähigkeit gegenüber chemischen Angriffen	11
11	Oberflächenbeschaffenheit	11
12	Hochdruckspülfestigkeit	11
13	Leistungsverzeichnis FBS-Betonrohre	12
14	Leistungsverzeichnis FBS-Stahlbetonrohre	18
15	Leistungsverzeichnis FBS-Schachtfertigteile	24
16	Leistungsverzeichnis FBS-Stahlbeton-Vortriebsrohre	29

Anhang

1.	Wichtige Hinweise zur statischen Berechnung von Beton- und Stahlbetonrohren	32
2.	Musterstatiken für FBS-Betonrohre	33

1 Allgemeines

Die vorliegende Dokumentation ist eine überarbeitete und aktualisierte Fassung der seit einigen Jahren bewährten „FBS-Ausschreibungstexte“. Sie sollen eine Arbeitshilfe in erster Linie für den planenden Ingenieur, aber auch für den Auftraggeber sein und als Erläuterung, Vorschlag und Grundlage bei der Erarbeitung der Leistungsbeschreibung dienen.

Darüber hinaus werden entsprechende Leistungstexte als Elemente eines umfassenden Leistungsverzeichnisses für die Gewerke „Lieferung von erdverlegten FBS-Betonrohren, FBS-Stahlbetonrohren, FBS-Vortriebsrohren sowie FBS-Schachtfertigteilen“, die den Anforderungen der FBS-Qualitätsrichtlinie* an dauerhafte und dichte Leitungssysteme entsprechen, zur Verfügung gestellt.

Mit den nunmehr eingeführten Europäischen Normen DIN EN 1916 für Rohre und DIN EN 1917 für Schachtfertigteile sowie den zugehörigen nationalen Ergänzungsnormen DIN V 1201 und DIN V 4034-1 war eine Überarbeitung der FBS-Qualitätsrichtlinien und dieser Unterlagen erforderlich geworden. Die vorliegende Dokumentation repräsentiert somit den aktuellen Stand der Normung.

* Erhältlich bei der FBS, Fon 0228/95456-54, Fax 0228/95456-43

2 Lieferprogramm

Das umfangreiche FBS-Lieferprogramm hält für alle Anwendungen und Anforderungen entsprechende Produkte in hochwertiger Qualität bereit, mit denen sich sowohl Standardlösungen als auch komplexe Ingenieurbauwerke für Sammlung und Ableitung, Transport großer Abwassermengen und Speicherung von Abwasser optimal realisieren lassen.

FBS-Rohre, FBS-Formstücke und FBS-Schachtfertigteile aus Beton und Stahlbeton werden mit Verbindungen geliefert, die dauerhafte Wasserdichtheit selbst unter schwierigsten Einbaubedingungen ermöglichen. Damit sind Abwasserkanäle und -leitungen aus FBS-Kanalbauteilen zuverlässig dicht nach innen und außen. Abwasser kann nicht entweichen und in den Boden oder das Grundwasser gelangen. Umgekehrt kann Grundwasser nicht in die Abwasserkanäle und -leitungen eindringen und als Fremdwasser die Kläranlage belasten.

2.1 FBS-Rohre

Für alle, heute im Hinblick auf den Umweltschutz notwendigen Anforderungen an Entwässerungskanäle und -leitungen stehen geeignete FBS-Kanalbauteile aus Beton und Stahlbeton zur Verfügung. Die Möglichkeit der Herstellung verschiedener Formen und Querschnitte in nahezu allen Abmessungen und für alle Beanspruchungen ist ein besonderer Vorzug der Werkstoffe Beton und Stahlbeton.

FBS-Rohre, FBS-Formstücke und FBS-Schachtfertig-

teile werden vorwiegend zum Bau von Kanälen und Leitungen für das Sammeln, Ableiten und Speichern von Abwasser eingesetzt, die als Freispiegelleitungen oder mit geringen Drücken betrieben werden.

FBS-Rohre genügen selbstverständlich den Grundanforderungen der Europäischen DIN EN 1916. Um das in Deutschland geforderte hohe Qualitätsniveau für Beton- und Stahlbetonrohre auch weiterhin sicherzustellen, wurde die nationale Ergänzungsnorm DIN V 1201 erarbeitet. Die in dieser Norm definierten und über die Anforderungen der DIN EN 1916 z.T. weit hinausgehenden Anforderungen für Rohre Typ 2, der höchsten von insgesamt drei Qualitätsstufen, werden von FBS-Rohren immer erfüllt.

Damit sind FBS-Rohre insbesondere gegen „chemisch mäßig angreifende Umgebung“, d.h. gegenüber der Expositionsklasse XA 2 nach DIN EN 206-1 beständig und erfüllen somit auch die Grundanforderungen für die Ableitung von Abwasser nach dem ATV-Merkblatt M 168.

Ihre Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit wird nach den Regeln des Beton- und Stahlbetonbaus nach DIN 1045-1, DIN V 1201 und DIN V 1202 bemessen und durch Versuche bestätigt. Die Betondruckfestigkeit entspricht mindestens der Druckfestigkeitsklasse C 40/50 nach DIN EN 206-1, was einem Beton der „alten“ Festigkeitsklasse B 45 entspricht.

2.1.1 FBS-Betonrohre

FBS-Betonrohre werden als kreisförmige, wandverstärkte Rohre ohne Fuß und mit Fuß in den Nennweiten DN 300 bis DN 1500 sowie mit eiförmigem Durchflussquerschnitt im Nennweitenbereich WN/HN 300/450 bis WN/HN 1200/1800 nach DIN EN 1916 und DIN V 1201 und den erhöhten Anforderungen der FBS-Qualitätsrichtlinie, Teil 1, hergestellt.

FBS-Betonrohre mit Sonderquerschnitten (z.B. Maul- und Rechteckquerschnitt, Rohre mit Trockenwetterrinnen) und FBS-Betonrohre in Sonderausführung (z.B. Rohre mit Innenauskleidung gegen sehr starken chemischen Angriff) können ebenfalls ausgeführt werden.

2.1.2 FBS-Stahlbetonrohre

FBS-Stahlbetonrohre haben in der Regel Kreisquerschnitt und werden im Nennweitenbereich von DN 300 bis > DN 4000 nach DIN EN 1916, DIN V 1201 und den erhöhten Anforderungen der FBS-Qualitätsrichtlinie, Teil 1, hergestellt. Darüber hinaus werden auch FBS-Stahlbetonrohre mit Eiquerschnitt im Nennweitenbereich von WN/HN 300/450 bis WN/HN 1400/2100 sowie Sonderquerschnitte (z.B. Maul- und Rechteckquerschnitte, Rohre mit Trockenwetterrinnen) und Sonderausführungen angeboten. Auch diese Rohre entsprechen den Anforderungen nach DIN EN 1916, DIN V 1201 und der FBS-Qualitätsrichtlinie, Teil 1.

2.1.3 FBS-Vortriebsrohre

FBS-Vortriebsrohre aus Stahlbeton mit Kreisquerschnitt werden im Nennweitenbereich von DN 300 bis > DN 4000 nach DIN EN 1916, DIN V 1201 und der FBS-Qualitätsrichtlinie, Teil 1, hergestellt. FBS-Vortriebsrohre aus Beton werden nur für den unbemannten Vortrieb im Nennweitenbereich < DN 1000 verwendet.

FBS-Vortriebsrohre sind mit speziellen Rohrverbindungen ausgestattet. In der Praxis hat sich der fest eingebaute Stahlführungsring mit einer Keilgleitdichtung aus Elastomeren auf dem Spitzende in einer Kammer oder vor einer Stufe bewährt. Andere Rohrverbindungsstrukturen wie z.B. Falzmuffenverbindungen können unter Berücksichtigung der jeweiligen örtlichen Randbedingungen geliefert werden. Neben dem kreisförmigen Abflussquerschnitt sind aber auch andere Abflussquerschnitte und Gerinnenausbildungen möglich. FBS-Vortriebsrohre erfüllen problemlos die im ATV-DVWK-A 125 (Entwurf) festgelegten Anforderungen hinsichtlich Maßtoleranzen, Dichtheit bei Abwinkelung und Scherkraftbeanspruchung.

2.2 FBS-Formstücke

In Ergänzung zu den FBS-Rohren aus Beton und Stahlbeton haben die FBS-Mitgliedsfirmen ein umfassendes Formstückprogramm entwickelt. Es bietet nicht nur technische Vorteile, sondern trägt entscheidend zur Rationalisierung der Arbeiten auf der Baustelle bei. Hierzu gehören Zuläufe (Abzweige), Krümmer, Passstücke, Gelenkstücke, Anschlussstücke für den gelenkigen Anschluss (z.B. an Bauwerke, an Rohre aus anderen Werkstoffen u.a.), Übergangsstücke/Reduzierstücke, Böschungsstücke sowie Bauteile für Schächte, die in vielfältiger Form allen Anforderungen der Baustelle angepasst werden können. Zusammen mit den FBS-Rohren bilden diese Formstücke und Schächte ein komplettes FBS-Bauteilsystem.

FBS-Formstücke werden nach DIN EN 1916, DIN V1201 und der FBS-Qualitätsrichtlinie, Teil 1, FBS-Schachtfertigteile nach DIN EN 1917, DIN V 4034-1 und der FBS-Qualitätsrichtlinie, Teil 2, hergestellt und überwacht.

2.2.1 FBS-Rohre mit Zulauf (Abzweig)

Zuläufe oder Abzweige sind Anschlussformstücke aus Beton oder anderen genormten oder bauaufsichtlich zugelassenen Werkstoffen, die werkseitig oder bauseitig in den Nennweiten DN 100, 150, 200 und 250 in die FBS-Rohre aus Beton oder Stahlbeton eingebaut werden. Sie werden in der Regel in der oberen Hälfte des Rohrumfanges zwischen Kämpfer und Scheitel oder im Scheitel angeordnet (Seiten- oder Scheitelzulauf). Die Achse des Zulaufs bildet mit der Achse des durchgehenden Rohres einen Winkel von 45° oder

90°. Bei Betonrohren mit Fuß ist sie etwa 10° gegen die Waagerechte nach oben geneigt.

Zuläufe werden werkseitig bei der Rohrherstellung angeformt, nachträglich in die Rohre einbetoniert oder werkseitig bzw. auf der Baustelle in Bohrungen eingesetzt. Die letztere Vorgehensweise bietet größtmögliche Flexibilität in Bezug auf die örtliche Festlegung von Lage und Höhe der anzuschließenden Leitung.

2.2.2 FBS-Krümmer

FBS-Krümmer werden einschnittig aus zwei Rohrsegmenten bzw. zweischnittig aus drei Segmenten hergestellt. Die Gesamtabwinkelung sollte 45° bzw. 22,5° je Segment nicht überschreiten. In der Regel ist die Achslänge eines FBS-Krümmers gleich der Baulänge des Rohres.

2.2.3 FBS-Gelenkstücke

FBS-Gelenkstücke aus Beton und Stahlbeton mit Muffe und Spitzende oder mit zwei Spitzenden werden zwischen der ankommenden und abgehenden Rohrleitung und den Schacht-Anschlussstücken bzw. den angeformten Muffen der Schachtbauwerke eingebaut, um die Gelenkigkeit zwischen Rohrleitung und Schacht herzustellen.

Tabelle 1: Baulängen von Gelenkrohren

Rohrnenweite DN	Baulänge [m]
≤ 600	< 1,00
700 bis 1200	< 1,5
≥ ab DN 1300	Regelbaulänge

2.2.4 FBS-Passstücke

FBS-Passstücke sind Rohre mit Spitzende und Muffe, mit zwei Spitzenden oder mit zwei Muffen, deren Baulängen den örtlichen Gegebenheiten angepasst werden können.

2.2.5 FBS-Übergangsstücke

FBS-Übergangsstücke dienen zur Reduzierung oder Aufweitung der Nennweite innerhalb einer Rohrleitung, wenn dies nicht – wie im Regelwerk vorgesehen – innerhalb eines Schachtes möglich ist. Die Herstellung erfolgt meist aus zwei Rohrhälften (Muffen- und Spitzende verschiedener Nennweiten), die an der Übergangsstelle kraftschlüssig miteinander verbunden werden. Der Übergang kann sohl- oder scheitelgleich ausgeführt werden. Darüber hinaus werden FBS-Übergangsstücke auch zum Anschluss an Rohre aus anderen Werkstoffen hergestellt.

2.2.6 FBS-Böschungsstücke

FBS-Böschungsstücke sind Rohre mit oder ohne Muffe, die zur Angleichung an vorhandene Böschungen oder zum Anschluss an Bauwerke einseitig abgeschrägt werden. Die in der Regel ausgeführten Neigungen betragen 1:1,25 und 1:1,50.

2.2.7 FBS-Anschlussstücke

FBS-Anschlussstücke sind Rohrmuffen, die zur Herstellung gelenkiger Rohranschlüsse in Einsteigschächte oder in andere Bauwerke einbetoniert bzw. eingemauert werden. Die Baulänge der Anschlussstücke wird in der Regel auf die Wanddicke der Bauwerke abgestimmt.

2.2.8 FBS-Schachtfertigteile

FBS-Schachtfertigteile für Abwasserkanäle und -leitungen werden nach der FBS-Qualitätsrichtlinie, Teil 2, hergestellt und überwacht und erfüllen die in DIN EN 1917 und DIN V 4034-1 festgelegten Grundanforderungen sowie darüber hinaus die für Typ 2 definierten zusätzlichen Anforderungen. Aufgrund dieser erhöhten Anforderungen sind sie widerstandsfähig gegen „chemisch mäßig angreifende Umgebung“, d.h. sie erfüllen die Bedingungen für die Expositionsklasse XA 2 nach DIN EN 206-1.

Statt der Fertigung von einzelnen Schachtfertigteilen, z.B. Schachtunterteil, Schachtring und Schachthals, können diese auch im Herstellwerk monolithisch gefertigt werden, z.B. Schachtunterteil mit großer Bauhöhe, Schachtring mit großer Bauhöhe oder Schachtring mit angeformtem Schachthals. In Ergänzung dazu können auch FBS-Rohre aus Beton oder Stahlbeton nach DIN EN 1916 und DIN V 1201 als Schachtrohre verwendet werden.

2.2.9 FBS-Schachtbauwerke

FBS-Schachtbauwerke der Ortsentwässerung sind nach baulichen und betrieblichen Erfordernissen individuell konstruierte Schachtbauwerke für erdverlegte Abwasserkanäle und -leitungen. Schachtbauwerke dienen der Be- und Entlüftung, Kontrolle und Reinigung, Richtungs-, Querschnitts- und Gefälleänderung. Sie werden außerdem eingesetzt als Absturz-, Kreuzungs-, Ein- und Auslauf-, Vereinigungs-, Schieber- und Regenüberlaufbauwerke (s.a. Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 157).

Für FBS-Schachtbauwerke der Ortsentwässerung aus Stahlbetonfertigteilen mit Rechteck- oder Vieleckform sowie Kreisform (> DN 1500), die nach DIN 1045-2, DIN EN 1916 und DIN V 1201 sowie in Anlehnung an DIN V 4034-1 bemessen und hergestellt werden, gilt die FBS-Qualitätsrichtlinie, Teil 2.

Aufgrund der individuellen Konstruktion und Dimensionierung der Schachtbauwerke enthält Abschnitt 15 keine entsprechenden Leistungstexte.

3 Verbindungen für FBS-Rohre und FBS-Schachtfertigteile

FBS-Betonrohre und FBS-Stahlbetonrohre werden mit Glocken- oder Falzmuffe zur Aufnahme einer Gleitringdichtung hergestellt. Als Dichtmittel werden in FBS-Rohrverbindungen stets Gleitringe aus Elastomeren mit dichter Struktur und hohlraumfreiem Dichtquerschnitt nach DIN EN 681-1 verwendet und güteüberwacht. Plastische oder elastisch-plastische Dichtmittel sind nicht zugelassen, da sie nicht die hohen Anforderungen an Dichtungen in Bezug auf Scherkraft, Abwinkelbarkeit und Dauerhaftigkeit erfüllen. Die lange Zeit gebräuchlichen und auch heute noch teilweise angebotenen Rollringdichtungen wurden wegen der möglichen Einbaufehler, insbesondere bei Nässe und Regen, mit Einführung der FBS-Qualitätsrichtlinie im Jahr 1987 für FBS-Rohrverbindungen ausgeschlossen.

Für FBS-Betonrohre ≤ 1200 sind ausschließlich werkseitig fest in der Muffe eingebaute Gleitringdichtungen zugelassen. Im Nennweitenbereich > DN 1200 werden FBS-Betonrohre wahlweise mit werkseitig fest in der Muffe eingebauter, werkseitig auf dem Spitzende in einer Kammer oder vor einer Schulter aufgebracht Gleitringdichtung geliefert.

Für FBS-Stahlbetonrohre \leq DN 1200 sind als Rohrverbindungen werkseitig fest in der Muffe oder auf dem Spitzende in einer Kammer eingebaute Gleitringdichtungen zu verwenden.

FBS-Stahlbetonrohre > DN 1200 werden entweder mit werkseitig fest in der Muffe eingebauter, werkseitig auf dem Spitzende in einer Kammer oder vor einer Schulter aufgebracht Gleitringdichtung geliefert. Für FBS-Vortriebsrohre mit Falzmuffe sind – unabhängig von der Nennweite – werkseitig fest in der Muffe eingebaute Gleitringdichtungen, werkseitig auf dem Spitzende in einer Kammer oder vor einer Schulter aufgebrachte Gleitringdichtungen zugelassen. FBS-Vortriebsrohre mit Stahlführungsring werden mit werkseitig auf dem Spitzende in einer Kammer oder vor einer Schulter aufgebrachten Gleitringdichtungen geliefert. Aufgrund der besonderen Beanspruchung der Dichtungen in Vortriebsrohren, z.B. infolge von Steuerbewegungen oder Schmiermitteldruck, sollten die Dichtungen stets in ihrer Lage fixiert, d.h. gegen Verschieben gesichert sein. Dies ist bei fest in der Muffe eingebauten oder auf dem Spitzende in einer Kammer montierten Dichtungen der Fall.

Unabhängig vom Rohrtyp müssen Gleitringdichtungen stets einen Keilquerschnitt besitzen, wenn sie vor einer Stützscheitel montiert werden.

Entscheidendes Merkmal aller FBS-Rohre ist die werkseitig fest eingebaute oder vormontierte Dichtung, verbunden mit einer hohen Fertigungspräzision. Damit wird die Möglichkeit von Einbaufehlern auf der Baustelle ausgeschlossen und ein wichtiger Beitrag für dichte, dauerhaft funktionsfähige Abwasserkanäle und -leitungen geleistet. Dieses für FBS-Rohre seit 1987 verbindliche Qualitätsmerkmal wurde in DIN V 1201 übernommen.

FBS-Schachtfertigteile nach DIN EN 1917, DIN V 4034-1 und der FBS-Qualitätsrichtlinie, Teil 2, werden mit Muffenverbindungen und Gleitringdichtungen aus Elastomeren nach DIN EN 681-1 in Verbindung mit DIN 4060 gefertigt. Damit wird der technische Standard der Rohrverbindungen auch für Schachtfertigteile eingeführt. Die Gleitringdichtung wird in der Regel auf das Spitzende des Schachtunterteiles bzw. des Schachtringes aufgezogen und das anschließende Schachtteil jeweils mit der Muffe nach unten aufgesetzt. Das Gleitmittel ist dabei in der Muffe aufzutragen. Zur Vereinfachung der Montage sind „selbstschmierende“ Gleitringe entwickelt worden.

4 Wasserdichtheit

4.1 FBS-Rohre

FBS-Rohre mit Kreis-, Ei- oder sonstigen Querschnitten erfüllen neben den Anforderungen nach DIN EN 1916 auch die erhöhten Prüfbedingungen der DIN V 1201. Sie müssen im Rahmen einer Strangprüfung mit Wasserzugabemessung bei konstantem Prüfdruck von 1,0 bar während der Prüfdauer von 15 Minuten dicht sein. Die Wasserzugabe darf dabei die nach der Norm zulässigen Werte nicht überschreiten. Die Prüfung ist entweder an drei Rohren mit zwei Verbindungen oder zweimal an jeweils zwei Rohren mit einer Verbindung durchzuführen.

FBS-Rohre, die für den Einsatz in Wassergewinnungsgebieten der Schutzzone II vorgesehen sind, werden mit Strangprüfung ohne Wasserzugabe mit einem Prüfdruck von 2,5 bar auf Dichtheit geprüft.

Zusätzlich zu diesen Prüfungen wird jedes hergestellte FBS-Rohr bis DN 1000 auf einer in die Fertigungsanlage der Rohre integrierten Prüfeinrichtung serienmäßig auf Dichtheit geprüft. Hierfür stehen drei, hinsichtlich ihrer Aussagekraft gleichwertige Prüfverfahren zur Verfügung: Prüfung mit Wasserüberdruck von 1,0 bar, Luftüberdruck von 0,2 bar oder Luftunterdruck von 0,2 bar. Für FBS-Mitgliedsfirmen ist diese Dichtheitsprüfung bereits seit Einführung der FBS-Qualitätsrichtlinie, Teil 1, im Jahr 1987 obligatorisch.

4.2 FBS-Rohrverbindungen

Bereits im Rahmen einer Erstprüfung wird nachgewiesen, dass FBS-Rohrverbindungen unter allen zwischen ihnen und ihrer Umgebung möglichen Wechselwirkungen dauerhaft dicht sind. Im Unterschied zur oben beschriebenen Strangprüfung werden die Rohrverbindungen während der Prüfung auch mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt.

Über die Anforderungen der DIN EN 1916 und der DIN V 1201 hinaus werden FBS-Rohre mit Kreisquerschnitt \leq DN 1000 bei einem Überdruck von 0 bis 2,5 bar, FBS-Rohre mit Kreisquerschnitt \geq DN 1100 bei einem Überdruck von 0 bis 1,0 bar nennweitenabhängig ausgewinkelt und auf Dichtheit geprüft. Außerdem

müssen die Rohrverbindungen bei Einwirkung einer Scherlast in Höhe des 50fachen Zahlenwertes der Nennweite in Newton und einem Überdruck von 1,0 bar dicht sein.

Die Rohrverbindungen von FBS-Vortriebsrohren müssen bei der Dichtheitsprüfung bei gegenseitiger Abwinkelung und bei Einwirkung einer Scherlast in Höhe des 50fachen Zahlenwertes der Nennweite dicht bleiben. Da die Verbindungen von FBS-Vortriebsrohren während des Vortriebs zu erwartende Längskräfte und quergerichtete Kräfte aus Steuerbewegungen unter Aufrechterhaltung der Dichtfunktion im Bau- und Betriebszustand (ggf. bei Stützmitteldruck, bei äußerem und innerem Wasserdruck, unter Druckluft) aufnehmen müssen, sind u.U. die Prüfanforderungen den tatsächlich zu erwartenden Beanspruchungen anzupassen.

Für FBS-Rohre mit Eiquerschnitt gelten nach FBS-Qualitätsrichtlinie, Teil 1, für die Dichtheitsprüfung bei gegenseitiger Abwinkelung und bei Einwirkung einer Scherlast in Höhe des 30fachen Zahlenwertes der Nennweite WN in Newton Prüfdrücke von 1,0 bar für Nennweiten kleiner WN/HN 700/1050 bzw. 0,75 bar für Nennweiten größer WN/HN 800/1200.

4.3 FBS-Schachtfertigteile

FBS-Schachtfertigteile werden gemäß der FBS-Qualitätsrichtlinie, Teil 2, sowie der DIN V 4034-1 mit einem Prüfdruck von 1,0 bar geprüft. Die Prüfung erfolgt als Strangprüfung mit drei Fertigteilen bei der Erstprüfung bzw. mit zwei Fertigteilen im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle (WPK) und der Fremdüberwachung. Der Wasserzugabewert darf dabei 0,7 l/m² während der Prüfzeit von 15 min nicht überschreiten.

4.4 Fazit

Durch die Erstprüfungen nach den Anforderungen der FBS wird der Nachweis der Dichtheit von FBS-Rohren und ihren Verbindungen sowie von FBS-Schachtfertigteilen unter extremen Bedingungen erbracht. Die Anforderungen liegen dabei mindestens auf dem nach DIN V 1201 bzw. DIN V 4034-1 für Rohre und Schachtfertigteile, Typ 2, geforderten Sicherheitsniveau.

Die hohen Anforderungen an FBS-Rohre und FBS-Schachtfertigteile werden durch WPK und Fremdüberwachung ständig überprüft. Damit wird zuverlässig sichergestellt, dass nur solche Rohre und Schachtfertigteile ausgeliefert werden, die das geforderte Qualitätsniveau erfüllen und so höchstmögliche Sicherheit gegenüber Undichtheiten bieten.

5 Bezeichnungen

Die Bezeichnung von FBS-Rohren aus Beton und Stahlbeton erfolgt nach Tabelle 2 (DIN V 1201, Tabelle 3) mit folgenden Abkürzungen:

Tabelle 2: Abkürzungen für Rohre

Abkürzung	Benennung	Benennung nach
B	Betonrohr	Ausführung
SB	Stahlbetonrohr	
VT	Vortriebsrohr	
K	Kreisquerschnitt ohne Fuß	Querschnittsform
KF	Kreisquerschnitt mit Fuß	
EF	Eiquerschnitt mit Fuß	
GM	Glockenmuffe	Rohrverbindung
FM	Falzmuffe	
VM	Muffe von Vortriebsrohren (Vortriebsrohr mit Führungsring)	

- Bezeichnung eines FBS-Betonrohres (B) vom Typ 2, mit Kreisquerschnitt ohne Fuß (K), mit Glockenmuffe (GM), Nennweite DN 500, Baulänge l = 3000 mm:

FBS-Betonrohr B-K-GM 500 x 3000 Typ 2 DIN EN 1916 - DIN V 1201

- Bezeichnung eines FBS-Betonrohres (B) vom Typ 2, mit Kreisquerschnitt mit Fuß (KF), mit Glockenmuffe (GM), Nennweite DN 300, Baulänge l = 2500 mm:

FBS-Betonrohr B-KF-GM 300 x 2500 Typ 2 DIN EN 1916 - DIN V 1201

- Bezeichnung eines FBS-Stahlbetonrohres (SB) vom Typ 2, mit Kreisquerschnitt ohne Fuß (K), mit Falzmuffe (FM), Nennweite DN 1800, Baulänge l = 3000 mm:

FBS-Stahlbetonrohr SB-K-FM 1800 x 3000 Typ 2 DIN EN 1916 - DIN V 1201

- Bezeichnung eines FBS-Betonrohres (B) vom Typ 2 mit Eiquerschnitt mit Fuß (EF), mit Glockenmuffe (GM), Nennweite WN/HN 500/750, Baulänge l = 2000 mm:

FBS-Betonrohr B-EF-GM 500/750 x 2000 Typ 2 DIN EN 1916 - DIN V 1201

- Bezeichnung eines FBS-Vortriebsrohres aus Stahlbeton (SB -VT) vom Typ 2, mit Kreisquerschnitt (K), mit Muffe (VM), Nennweite DN 1800, Baulänge l = 2500 mm:

FBS-Vortriebsrohr SB-VT-K-VM 1800 x 2500 Typ 2 DIN EN 1916 - DIN V 1201

Die Bezeichnung von FBS-Schachtfertigteilen erfolgt nach Tabelle 3 (DIN V 4034-1, Tabelle 2) mit folgenden Abkürzungen:

Tabelle 3: Abkürzungen für Schachtfertigteile

Abkürzung	Benennung	Benennung nach
SU-M	Schachtunterteil mit Muffe	Ausführung
FAR-M	Fußauflagering mit Muffe	
SR-M	Schachtring mit Muffe	
UEP-M	Übergangsplatte mit Muffe	
UER-M	Übergangsring mit Muffe	
SH-M	Schachthals mit Muffe	
AP-M	Abdeckplatte mit Muffe	
AR-V	Auflagerung verschiebesicher	
SS	Gelenkstück mit zwei Spitzenden	
SM	Gelenkstück mit Muffe und Spitze	
V	verschiebesicher	
M	Schachtfertigteil mit Muffenverbindung	Verbindung
S	Schachtfertigteil mit statischer Bewehrung	Bewehrung

- Bezeichnung eines FBS-Schachtunterteils (SU) vom Typ 2 mit Muffenverbindung (M), Nennweite DN 1000, Bauhöhe h = 800 mm:

FBS-Schachtunterteil SU-M 1000 x 800 Typ 2 DIN EN 1917 - DIN V 4034-1

- Bezeichnung eines FBS-Fußauflagerings (FAR) vom Typ 2 mit Muffenverbindung (M), Nennweite DN 1200:

FBS-Fußauflagering FAR-M 1200 Typ 2 DIN EN 1917 - DIN V 4034-1

- Bezeichnung eines FBS-Schachtringes (SR) vom Typ 2 mit Muffenverbindung (M), Nennweite DN 1500, Bauhöhe h = 1000 mm:

FBS-Schachtring SR-M 1500 x 1000 Typ 2 DIN EN 1917 - DIN V 4034-1

- Bezeichnung eines FBS-Schachthalses (SH) vom Typ 2 mit Muffenverbindung (M), Nennweite DN 1000/625, Bauhöhe $h = 600$ mm:

FBS-Schachthals SH-M 1000/625 Typ 2 DIN EN 1917 - DIN 4034-1

6 Beurteilung der Konformität (Gütesicherung)

Es liegt im eigenen Interesse der Bauherren, der Planer, der bauausführenden Firmen und der Bauüberwacher zu verlangen und dafür zu sorgen, dass nur Rohre und Schachtfertigteile Verwendung finden, die hinsichtlich ihrer einwandfreien Beschaffenheit nach den einschlägigen Normen sowie der FBS-Qualitätsrichtlinien überwacht werden, um so die Voraussetzung für eine dichte und dauerhafte Rohrleitung zu schaffen.

Der hohe Qualitätsstandard von FBS-Rohren und FBS-Schachtfertigteilen wird durch das FBS-Qualitätssicherungssystem sichergestellt. Die Beurteilung der Konformität (Gütesicherung) erfolgt nach DIN EN 1916 und DIN V 1201 bzw. DIN EN 1917 und DIN V 4034-1 sowie den FBS-Qualitätsrichtlinien, Teil 1 und Teil 2.

Nachdem der Rohrhersteller durch eine Erstprüfung gemäß der FBS-Qualitätsrichtlinien die Konformität mit DIN EN 1916 und DIN V 1201 bzw. DIN EN 1917 und DIN V 1201 nachgewiesen hat, werden die geforderten Eigenschaften der hergestellten Rohre und Schachtfertigteile durch eine Güteüberwachung, bestehend aus der werkseigenen Produktionskontrolle (WPK) und der Fremdüberwachung gemäß DIN V 1201 bzw. DIN V 4034-1 und der FBS-Qualitätsrichtlinien, die durch eine anerkannte Güteschutzgemeinschaft oder aufgrund eines Überwachungsvertrages durch ein amtlich anerkanntes Prüfinstitut mindestens zweimal jährlich erfolgt, geprüft und überwacht.

Das Bestehen der Erstprüfung ist eine Voraussetzung für die Verleihung und das Führen des FBS-Qualitätszeichens.

Gemäß DIN EN 1916 Anhang G bzw. DIN EN 1917 Anhang F sieht die werkseigene Produktionskontrolle umfangreiche Kontrollen aller verwendeten Ausgangsstoffe, der technischen Produktions- und Laboreinrichtung, der Lagerung und Auslieferung sowie der Kennzeichnung vor. Darüber hinaus werden vom Hersteller in eigener Verantwortung in Abhängigkeit vom Produktionsumfang laufend die fertigen Produkte und ihre Eigenschaften nach vorgegebenen Prüfplänen überwacht.

Die Ergebnisse der Fremdüberwachung stehen dem Bauherrn in einem Prüfbericht zur Verfügung. Auf diese Weise kann jederzeit nachgeprüft werden, ob die angebotenen Erzeugnisse den Anforderungen genügen.

Die Erfüllung der Anforderungen der FBS-Qualitätsrichtlinie wird im Rahmen der nach den Produktnormen vorgeschriebenen Prüfungen festgestellt und dokumentiert. FBS-Betonrohre und FBS-Stahlbetonrohre sowie FBS-Schachtfertigteile erhalten dann neben dem Überwachungskennzeichen der Güteschutzgemeinschaft das Qualitätskennzeichen „FBS“. Damit gewährleistet der Hersteller, dass die gelieferten Rohre und Schachtfertigteile der DIN EN 1916 und der DIN V 1201 bzw. der DIN

EN 1917 und der DIN V 4034-1 sowie den zusätzlichen Anforderungen der FBS-Qualitätsrichtlinien entsprechen.

7 Statische Berechnung

7.1 Allgemeines

Im Zuge der Europäischen Harmonisierung wurde für die statische Berechnung von erdverlegten Rohren die Europäische Norm DIN EN 1295-1 geschaffen. In dieser Norm werden die entscheidenden Einflussgrößen aufgeführt und die verschiedenen in Europa eingeführten Berechnungsverfahren aufgelistet. Für Deutschland sind dies

- für die offene Bauweise ATV-DVWK-A 127
- für die geschlossene Bauweise ATV-DVWK-A 161

Die Lasten auf das Rohr werden nach DIN 1054, DIN 1072, DIN 1055-2 und DIN 1055-100 bzw. ATV-DVWK-A 127 (bzw. 161) ermittelt. Zum Nachweis der Tragfähigkeit werden die Einwirkungen mit entsprechenden Teilsicherheitsbeiwerten nach DIN V 1202 versehen und einem Tragwiderstand mit je nach Werkstoff angepassten Teilsicherheitsbeiwerten (ebenfalls DIN V 1202) gegenübergestellt.

Der Tragwiderstand wird sichergestellt durch Scheiteldruckversuche gemäß DIN EN 1916 und DIN V 1201 (Rohre) bzw. DIN EN 1917 und DIN V 4034-1 (Schächte) und durch Überprüfung der Baustoffkennwerte. Rohre nach Typ 2 – wie FBS-Beton-/Stahlbetonbauteile haben eine Betongüte von mindestens C 40/50.

In DIN V 1201 werden erstmals – wie in manchen anderen Ländern – Lastklassen für Beton- und Stahlbetonrohre eingeführt. Die Lastklasse beschreiben die Mindestscheiteldruckkraft $/m$ multipliziert mit der Nennweite DN [in m].
 $LC = F_n \times DN$ [in m]

Unbewehrte Betonrohre mit einer Mindestwandstärke gemäß FBS-Qualitätsrichtlinie entsprechen je nach Dimension einer Lastklasse von LC 150 bis LC 250.

Zweck der Einführung von Lastklassen sollte sein, dass der Planer in der Ausschreibung die Lastklasse vorgibt und der Rohrhersteller nur noch diese Lastklasse nachweist. Zur Zeit wird die Bemessung der Rohre in der Regel von der Rohrherstellern oder von unabhängigen Ing.-Büros durchgeführt.

Die Rohre können durch Bemessung oder durch Scheiteldruckversuche in statistisch ausreichender Anzahl in Lastklassen eingeteilt werden. Werden die Lastklassen nur durch Versuche ermittelt, sind Zuschläge zur Erfassung der Dauerstandfestigkeit gegenüber der Kurzzeitfestigkeit im Versuch und bei Stahlbetonrohren zur Erfassung von Momentenumlagerungen im Versuch, die beim eingebauten Rohr so nicht zu erwarten sind, erforderlich. Diese Umrechnungen werden in benachbarten Ländern teilweise nicht berücksichtigt, wodurch sich unterschiedliche, erforderliche Lastklassen ergeben.

Insbesondere bei Stahlbetonrohren entspricht die Bemessung über Lastklassen nicht dem bisher in Deutschland üblichen Verfahren mit Bemessung nach DIN 1045. Es wird daher von der FBS empfohlen, eine Bemessung wie bisher nach den Regeln des Beton- und Stahlbetonbaus durchzuführen.

Da die o.g. Richtlinien noch nicht auf das System der Teilsicherheitsbeiwerte umgestellt sind, kann – auf der sicheren Seite – in einer Übergangszeit der Nachweis auch mit globalem Sicherheitsbeiwert wie bisher durchgeführt werden.

7.2 Bemessung von FBS-Betonrohren

Bei Betonrohren erfolgt der Nachweis für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit und für den Grenzzustand der Tragfähigkeit in einem Schritt.

Dabei werden die mit Teilsicherheitsbeiwerten aus den Einwirkungen erhöhten Rohrvergleichsspannungen den mit Teilsicherheitsbeiwerten verringerten, zulässigen Spannungen gegenübergestellt. Die zulässige Rohrvergleichsspannung für Rohre Typ 2 mit der Betonfestigkeitsklasse C 40/50 nach DIN V 1201 beträgt $6,0 \text{ N/mm}^2$. Dies bedeutet im Regelfall vorh. $\sigma_{BZR} \leq 6,0 / 1,60 = 3,75 \text{ N/mm}^2$

Höhere Werte für die Rohrvergleichsspannungen können aufgrund statistischer Auswertung von Prüfergebnissen mit Zustimmung der fremdüberwachenden Stelle eingesetzt werden.

Erfolgt die Bemessung über eine Lastklasse nur aus Versuchen ist wegen des Einflusses einer Dauerbelastung zur Kurzzeitbelastung ein Zuschlag von $1/0,9$ einzurechnen.

Ein gegebenenfalls erforderlicher Nachweis der Ermüdungsfestigkeit erfolgt für Spannungen aus den Verkehrslasten im Gebrauchszustand (Teilsicherheitsbeiwert gleich 1,0), wobei die Rohrvergleichsspannung den Wert von $0,4 \times 6,0 / 2,2 = 1,09 \text{ N/mm}^2$ nicht überschreiten darf.

7.3 Bemessung von FBS-Stahlbetonrohren

Für Stahlbetonrohre sind bis zu 3 Nachweise zu führen:

- Nachweis für den Grenzzustand der Tragfähigkeit
- Nachweis für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit
- ggf. Nachweis der Ermüdungsfestigkeit

Der Nachweis der Tragfähigkeit erfolgt gemäß DIN 1045-1 für eine durch Teilsicherheitsbeiwerte erhöhte Belastung und ergibt eine erforderliche Bewehrung, deren zulässigen Stahlspannung ebenfalls durch Teilsicherheitsbeiwerte reduziert ist. Die zugehörigen Teilsicherheitsbeiwerte sind in DIN V 1202 angegeben.

Der Nachweis der Gebrauchstauglichkeit erfolgt für Gebrauchslasten (Teilsicherheitsbeiwert 1,0) und ist erbracht, wenn die Rohrvergleichsspannung $\leq 6,0 \text{ N/mm}^2$ bleibt. Bei großen Rohren kann zusätzlich ein Nachweis der Rißbreitenbeschränkung nach DIN 1045-1 sinnvoll sein.

Der Nachweis der Ermüdungsfestigkeit erfolgt im Gebrauchszustand für eine vorgegebene Lastwechselzahl (bei Straßenverkehrslasten in der Regel 2×10^6) mit den nach DIN 1045 zulässigen Stahlspannungen.

Auf den Nachweis von Stahlbetonrohren über Scheiteldruckversuche sollte verzichtet werden, da Scheiteldruckversuche für den Nachweis der

Gebrauchstauglichkeit je nach Rohrdimension teilweise ungenaue Anhaltswerte liefern und für den Ermüdungsnachweis keine Aussage getroffen werden kann.

FBS Stahlbetonrohre mit Wanddicken ab 140 mm werden grundsätzlich zweilagig bewehrt, wenn zwischen den Ringbewehrungslagen nominal ein Abstand 40 mm eingehalten werden kann. Dies kann eventuell dann nicht der Fall sein, wenn eine Betondeckung über den in DIN V 1201 festgelegten Werten gefordert wird.

7.4 Bemessung von FBS-Vortriebsrohren aus Beton und Stahlbeton

Die Berechnung von Vortriebsrohren erfolgt nach ATV-DVWK-A 161 (zur Zeit in Bearbeitung), wobei der Geltungsbereich zu beachten ist.

Für Vortriebsrohre sind folgende Nachweise zu führen

- Mindestbemessung in Form von Mindestwandstärken und Mindestbewehrung nach DIN V 1201 und zur Zeit noch durch eine Mindestbemessung nach ATV-A 161
- Bemessung im Bauzustand – Nachweise wie bei offener Verlegung
- Bemessung im Betriebszustand, ggf. mit Ermüdungsnachweis – Nachweise wie bei offener Verlegung
- Ermittlung der zulässigen Vortriebskräfte

FBS-Vortriebsrohre aus Stahlbeton mit Wanddicken ab 120 mm werden grundsätzlich zweilagig bewehrt, wenn die Anforderungen - wie in 7.3 genannt – eingehalten werden können.

Bei Stahlbetonvortriebsrohren soll der äußere Bewehrungskorb mindestens 75% der Bewehrung des inneren Korbes enthalten. Der Abstand der Ringbewehrung ist an den Enden auf einen Achsabstand von 50 mm zu verringern. Die Längsstäbe dürfen einen Abstand von $\leq 333 \text{ mm}$ haben, bei einem Kurvenradius von $< 1000 \times \text{DN}$ nur $\leq 250 \text{ mm}$.

7.5 Bemessung von FBS-Schächten

FBS-Schachtbauteile bis DN 1500 können bis zu einer Tiefe von 10 m und bei einer Verkehrslast SLW 60 ohne weiteren Nachweis eingebaut werden.

Wenn besondere Einbaubedingungen vorliegen oder größere Tiefen ist ein Nachweis der Schachtbauteile mit den vereinfachten Lastannahmen nach Anhang K von DIN V 4034-1 durchzuführen. Schächte größerer Durchmesser können ebenfalls in Anlehnung an Anhang K berechnet werden. Für die Bemessung gelten die Grundsätze wie für Beton- und Stahlbetonrohre.

Bei Abdeckplatten und Übergangsplatten ist keine statische Berechnung erforderlich, wenn die in DIN V 4034-1 angegebene Bewehrung vorhanden ist. Ansonsten ist eine statische Berechnung nach den Regeln des Stahlbetonbaus (DIN 1045-1) erforderlich. Minikonen oder sonstige Schachtabschlüsse sind bei Abweichung von DIN V 4034-1 gemäß DIN EN 1917 /

Anhang B mit 300 kN zu prüfen.

FBS-Schachtfertigteile können ohne gesonderten statischen Nachweis bis zu einer Einbautiefe von 10 m sowie einer Verkehrslast SLW 60 eingebaut werden. Die Bemessung von Schachtringen in FBS-Qualität erfolgt nach DIN V 1202 (vgl. Bemessung von FBS-Beton- und Stahlbetonrohren).

8 Wandrauheit

FBS-Betonrohre und FBS-Stahlbetonrohre weisen ein günstiges hydraulisches Widerstandsverhalten nach Nikuradse auf. Hydraulische Versuche haben Rauheitswerte ergeben, die zu den in Tabelle 4 des ATV-DVWK-A 110 aufgeführten Pauschalwerten für die betriebliche Rauheit k_b einen hohen Sicherheitsabstand aufweisen. Für den Individualnachweis kann die effektive Wandrauheit genormter Rohre nach Abschnitt 4.3 dieses Arbeitsblattes einheitlich mit $k = 0,1$ mm angesetzt werden.

9 Abriebfestigkeit und zulässige Fließgeschwindigkeit

FBS-Betonrohre und FBS-Stahlbetonrohre werden aus Betonen der Festigkeitsklasse C40/50 und höher hergestellt. Derartige Rohrbetone weisen aufgrund ihrer Betonzusammensetzung und ihres Wasserzementwertes (i.d.R. $< 0,4$) eine sehr hohe Abriebfestigkeit auf. Durch Laborversuche und langjährige Beobachtungen an Rohren aus Beton in Steilstrecken wurde nachgewiesen, dass bei Fließgeschwindigkeiten bis 10,0 m/s die gemessenen Abriebwerte, bezogen auf die großen Wanddicken von Betonrohren, vernachlässigbar klein sind.

Bei noch höheren, in der Praxis in Abwasserkanälen und -leitungen nur selten auftretenden Fließgeschwindigkeiten und extremer Feststofffracht sind zur Beurteilung der Abriebfestigkeit zusätzliche Nachweise und geeignete Prüfverfahren zu vereinbaren. Gegebenenfalls ist ein hochfester Beton zu verwenden.

10 Widerstandsfähigkeit gegenüber chemischen Angriffen

Alle FBS-Betonrohre, FBS-Stahlbetonrohre und FBS-Schachtfertigteile erfüllen die Anforderungen für die Expositionsklasse XA 2 nach DIN EN 206-1, d.h. sie sind gegen chemisch mäßig angreifende Umgebung beständig. Die Expositionsklasse XA 2 bezieht sich auf einen mäßigen chemischen Angriff durch natürliche Böden und Grundwasser. Speziell für den Bereich der Abwasserleitung ist das ATV-M 168 zu berücksichtigen, welches ausreichenden Widerstand von Rohrbeton gegenüber einer dauernden Beanspruchung von üblichem kommunalem Abwasser feststellt.

FBS-Rohre aus Beton und Stahlbeton sowie FBS-Schachtfertigteile sind daher im allgemeinen beständig gegen häusliche und vergleichbare industrielle Abwässer und gegenüber den meisten vorkommenden Bodenarten und Grundwässern. Sind außergewöhnliche Bedin-

gungen zu erwarten, sind eine Untersuchung und Beurteilung des Abwassers, des Grundwassers oder auch des Bodens nach DIN 4030-2 und eine Festlegung der Expositionsklasse nach DIN EN 206-1 durchzuführen. In Abhängigkeit des Ergebnisses der Analyse sind ggf. zusätzliche Maßnahmen zu ergreifen.

Die FBS-Mitgliedsfirmen können maßgeschneiderte und wirtschaftliche Lösungen für nahezu jeden Anwendungszweck und Angriffsgrad anbieten. Zum Beispiel können FBS-Betonrohre und FBS-Stahlbetonrohre, FBS-Formstücke und FBS-Schachtfertigteile aus Hochleistungsbetonen C75/85 und höher hergestellt oder sonstige geeignete Schutzmaßnahmen (Auskleidungen oder Beschichtungen mit geeigneten Werkstoffen) vorgesehen werden.

11 Oberflächenbeschaffenheit

FBS-Rohre erfüllen die in DIN EN 1916 und DIN V 1201 definierten und gegenüber den bisher gültigen Normen strengeren und präzisierten Anforderungen an die Oberflächenbeschaffenheit. Alle Oberflächen von FBS-Rohren müssen gleichmäßig und geschlossen sein, so dass weder die Gebrauchsfähigkeit noch die hydraulische Leistungsfähigkeit beeinträchtigt werden. Einige kleinere Poren und Unregelmäßigkeiten an der Oberfläche der Rohre sind zulässig, soweit sie im Durchmesser 15 mm und in der Tiefe 10 mm nicht überschreiten. Bei Stahlbetonbauteilen muss im Bereich etwaiger Poren eine Mindestbetondeckung von 10 mm gewährleistet sein. Im Bereich der ebenen Fußfläche eines Rohres mit Fuß sind Poren von maximal 20 mm Länge und 10 mm Tiefe zulässig.

12 Hochdruckspülfestigkeit

Die Beanspruchung der Oberfläche von Kanalrohren aus verschiedenen Werkstoffen durch die Reinigung mit Hochdruckspülverfahren wurde durch kein bisher angewandtes Verfahren der Materialprüfung vollständig erfasst. Dies ist Gegenstand noch nicht abgeschlossener europäischer Normungsarbeiten. Um die Fachwelt über den aktuellen Stand der Arbeiten zu informieren und eine möglichst frühzeitige Implementierung in die Praxis zu ermöglichen, wurde die DIN V 19517 „Hochdruckspülfestigkeit von Rohren für Abwasserleitungen und -kanäle“ erarbeitet. Umfangreiche Versuche haben gezeigt, dass FBS-Rohre aus Beton und Stahlbeton gegenüber Hochdruckspülungen beständig sind. Geprüft wurde mit folgenden Bedingungen:

- Prüfverfahren mit beweglicher Düse:
Prüfdruck 120 bar, Durchfluss 46 bis 50 l/min
- Prüfverfahren mit stationärer Düse:
Prüfdruck 340 bar, Durchfluss 6,15 bis 8,25 l/min

13 Leistungsverzeichnis FBS-Betonrohre

Leistungen

Lieferbedingungen

Lieferung von FBS-Betonrohren nach DIN EN 1916 und DIN V 1201 sowie den erhöhten Anforderungen der FBS-Qualitätsrichtlinie, Teil 1, entsprechend den folgenden Belastungs- und Einbaubedingungen, frei Baustelle, mit voll ausgeladenen Schwerlastzügen, auf befahrbarer Straße, ohne Abladen. Sollte eine andere Lieferungsart in Frage kommen, ist dies vom Auftraggeber besonders anzugeben.

Die Rohre sind gemäß DIN V 1201, Abschnitt 7.3.3, und gemäß der FBS-Qualitätsrichtlinie, Teil 1, (zu beziehen bei der FBS-Geschäftsstelle) fremdüberwacht durch folgende güteüberwachende Stelle (Zutreffendes ist vom Bieter anzukreuzen.):

- Bund Güteschutz
- Beton- und Stahlbetonfertigteile e.V.
- Güteschutzverband Beton B II-Baustellen e.V.
- Amtlich anerkanntes Prüfinstitut

Das Zertifikat nach DIN V 1201, Abschnitt 7.4, und der Nachweis der FBS-Qualität durch den ergänzenden Prüfbericht der güteüberwachenden Stelle werden auf Anforderung vorgelegt.

Die Dichtringe aus Elastomeren mit dichter Struktur und hohlraumfreiem Querschnitt gemäß DIN EN 681-1 in Verbindung mit DIN 4060 und den erhöhten Anforderungen der FBS-Qualitätsrichtlinie, Teil 1, sind vom Rohrhersteller werkseitig vormontiert.

Belastungsbedingungen

Überdeckungshöhe: über Rohrscheitel min h = m
max h = m

- Verkehrslast:
- SLW 60
 - SLW 30
 - LKW 12
 - UIC 71 mehrgleisig
 - UIC 71 eingleisig
 - Flugzeuglast BFZ
 - keine Verkehrslast

sonstige Belastungen:

entsprechend beiliegendem Belastungsschema:
z.B. Flächenlasten, Innendruck

Bodenarten
(nach ATV-DVWK-A 127):

		Überschüttung	Leitungszone
	anstehender Boden	⇩	⇩
	⇩		
G1 - nichtbindiger Sand und Kies	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
G2 - schwachbindiger Sand und Kies	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
G3 - bindige Mischböden, Schluff	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
G4 - bindige Böden, Ton	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sonstige Böden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	Leistungen
	Verdichtungsgrad des anstehenden Bodens: %
	Abweichende Bodenkennwerte des sonstigen Bodens: Wichte kN/m^3 Reibungswinkel $^\circ$ Verformungsmodul im maßgebenden Spannungsbereich von 0 bis N/mm^2 $E_B =$ N/mm^2
	Baugrund unter dem Rohr: <input type="checkbox"/> wie anstehender Boden <input type="checkbox"/> sehr hart, steinig oder felsig <input type="checkbox"/> nicht tragfähiger Boden, Gründung der Rohrleitung auf: Tiefe dieser Gründung unter der Rohrsohle m
	Grundwasser: <input type="checkbox"/> nicht vorhanden <input type="checkbox"/> vorhanden Höhe über Rohrscheitel max $h_w =$ m Höhe unterhalb Rohrsohle min $h_w =$ m
	Angriffsgrad nach DIN EN 206-1: Grundwasser <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mäßig <input type="checkbox"/> stark Boden <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mäßig <input type="checkbox"/> stark Abwasser (durchfließendes Wasser) <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mäßig <input type="checkbox"/> stark
Einbaubedingungen	Bettung nach DIN EN 1610 <input type="checkbox"/> Bettung Typ 2 oder 3 (auf anstehendem Boden) <input type="checkbox"/> Bettung Typ 1 (Sand- oder Kies-Sand-Auflager) <input type="checkbox"/> Bettung auf Beton (Betonaufleger)
	Auflagerwinkel <input type="checkbox"/> 60° (für Sonderfälle) <input type="checkbox"/> 90° <input type="checkbox"/> 120° <input type="checkbox"/> $^\circ$
	Bei Angriffsgrad „stark“ nach DIN EN 206-1 sind dem Bieter die vollständigen Analysen zur Verfügung zu stellen. Bei Angriffsgrad „mäßig“ ist gesondert darauf hinzu weisen, ob der ph-Wert dauerhaft $< 6,5$ ist. Dies gilt auch, wenn der ph-Wert nach ATV-M 168 ständig $< 6,5$ ist. Ebenso muss darauf hin gewiesen werden, wenn der Sulfatgehalt $> 600\text{mg SO}_4^2$ je 1L Wasser ist, ob er dann ≤ 1.500 mg oder > 1.500 mg, aber ≤ 3.000 mg SO_4^2 je 1 L ist

Leistungen

Art des Einbaues

Grabenform

- weiter Graben, Auffüllung oder Damm
- Einzelgraben*
- Mehrfachgraben*/**
- Stufengraben*/**

* Lastmindernde Wirkung ansetzbar, da beide Grabenwände auf Dauer erhalten bleiben.

Lastmindernde Wirkung nicht ansetzbar.

** Längs- und Querschnitt beifügen.

Grabenbreite in Höhe Rohrscheitel

b = m

Grabenbreite in Höhe Rohrsohle

einschl. Verbaudicke

b = m

Böschungswinkel β

45°

60°

90°

.....°

Bauausführung

Einbettungsbedingungen

(nach ATV-DVWK-A 127)

B1

Lagenweise gegen den gewachsenen Boden auch bei Trägerbohlverbau bzw. lagenweise in der Dammschüttung verdichtete Einbettung (ohne Nachweis des Verdichtungsgrades).

B2

Senkrechter Verbau innerhalb der Leitungszone mit Kanaldielen, die erst nach dem Verfüllen gezogen werden. Verbauplatten und -geräte unter der Voraussetzung, dass die Verdichtung des Bodens nach dem Ziehen des Verbaus sichergestellt ist.

B3

Senkrechter Verbau innerhalb der Leitungszone mit Spundwänden oder Sichtspundwänden und Verdichtung gegen den Verbau. (Die Unterscheidung zur Einbettungsbedingung B2 ergibt sich durch den Faktor α_B . Senkrechter Verbau mit Holzbohlen, Verbauplatten oder -geräten, die erst nach dem Verfüllen und Verdichten aus der Leitungszone entfernt werden, ist durch kein Rechenmodell erfassbar.)

B4

Lagenweise gegen den gewachsenen Boden bzw. lagenweise in der Dammschüttung verdichtete Einbettung mit Nachweis der nach ZTVE-StB erforderlichen Proctordichte. (Die ZTVE-StB „Zusätzliche Technische Vorschriften für Erdarbeiten im Straßenbau“ fordert in der Leitungszone Proctordichten von mindestens 97% für nichtbindige und schwachbindige Böden (G1 und G2) und mindestens 95% Proctordichte für bindige Mischböden (G3)). Die Einbettungsbedingung B4 ist nicht anwendbar bei Böden der Gruppe G4.

Leistungen

Überschüttungsbedingungen
(nach ATV-DVWK-A 127)

A1

Lagenweise gegen den gewachsenen Boden verdichtete Grabenverfüllung auch bei Trägerbohlverbau (ohne Nachweis des Verdichtungsgrades).

A2

Senkrechter Verbau des Rohrgrabens mit Kanaldielen, die erst nach dem Verfüllen entfernt werden. Verbauplatten oder -geräte, die bei der Verfüllung des Grabens schrittweise entfernt werden. Unverdichtete Grabenverfüllung. Einspülen der Verfüllung (nur geeignet bei Böden der Gruppe G1).

A3

Senkrechter Verbau des Rohrgrabens mit Spundwänden, Leichtspundprofilen, Holzbohlen, Verbauplatten oder -geräten, die erst nach dem Verfüllen entfernt werden.

A4

Lagenweise gegen den gewachsenen Boden verdichtete Grabenfüllung mit Nachweis des nach ZTVE-StB erforderlichen Verdichtungsgrades. (Die ZTVE-StB „Zusätzliche Technische Vorschriften für Erdarbeiten im Straßenbau“ fordert in der Leitungszone Proctordichten von mindestens 97% für nichtbindige und schwachbindige Böden (G1 und G2) und mindestens 95% Proctordichte für bindige Mischböden (G3)). Die Überschüttungsbedingung A4 ist nicht anwendbar bei Böden der Gruppe G4.

Position	Menge	Leistungen	Einheitspreis	Gesamtpreis
1.01		<p>m FBS-Betonrohre DN</p> <p>Bezeichnung: B-K-GM DN x l [mm] Typ 2 DIN EN 1916 und DIN V 1201 <input type="checkbox"/></p> <p>B-KF-GM DN x l [mm] Typ 2 DIN EN 1916 und DIN V 1201 <input type="checkbox"/></p> <p>Gleitringdichtung: fest in der Muffe eingebaut <input type="checkbox"/> auf dem Spitzende in einer Kammer (nur ab DN 1300 möglich) <input type="checkbox"/> auf dem Spitzende vor einer Schulter (nur ab DN 1300 möglich) <input type="checkbox"/></p> <p>Angaben des Bieters: Hersteller Baulänge mm Stückgewicht t Lastklasse (bemessen): LC Lastklasse (Scheiteldruckversuch): LC</p>		
2.01		<p>Stück Seiten-Zuläufe (Abzweige) DN eingebaut in FBS-Betonrohre der Pos. aus (Material) <input type="checkbox"/> Neigung 45° <input type="checkbox"/> Neigung 90°</p>		
3.01		<p>Stück Seiten-Zuläufe (Abzweige) DN lose mitgeliefert aus (Material) <input type="checkbox"/> Neigung 45° <input type="checkbox"/> Neigung 90°</p>		
4.01		<p>Stück Scheitel-Zuläufe (Abzweige) DN eingebaut in FBS-Betonrohre der Pos. aus (Material)</p>		
5.01		<p>Stück FBS-Krümmmer DN als Zulage zu Pos. <input type="checkbox"/> einschnittig aus 2 Segmenten <input type="checkbox"/> zweischschnittig aus 3 Segmenten</p>		
6.01		<p>Stück FBS-Gelenkstücke DN als Zulage zu Pos. Ausführung: SS-Spitzende/Spitzende <input type="checkbox"/> SM-Spitzende/Muffe <input type="checkbox"/></p> <p>Angaben des Bieters: Baulänge mm Stückgewicht t</p>		

Position	Menge	Leistungen	Einheitspreis	Gesamtpreis
7.01		<p>Stück FBS-Passstücke DN als Zulage zu Pos. (Mindestabrechnungslänge je Passstück 1,00 m)</p> <p>Angaben des Bieters: Baulänge mm Stückgewicht t</p>		
8.01		<p>Stück FBS-Übergangsstücke DN Übergang von DN auf DN</p> <p>Angaben des Bieters: Baulänge mm Stückgewicht t</p>		
9.01		<p>Stück FBS-Böschungsstücke aus FBS-Betonrohren DN..... als Zulage zu Pos. Neigung°</p> <p>Angaben des Bieters: Baulänge mm Stückgewicht t</p>		
10.01		<p>Stück FBS-Anschlussstücke für FBS-Betonrohre DN der Pos. für eine Schachtwanddicke von mm</p> <p>Summe:</p>		

14 Leistungsverzeichnis FBS-Stahlbetonrohre

Leistungen

Lieferbedingungen

Lieferung von FBS-Stahlbetonrohren nach DIN EN 1916 und DIN V 1201 sowie den erhöhten Anforderungen der FBS-Qualitätsrichtlinie, Teil 1, entsprechend den folgenden Belastungs- und Einbaubedingungen, frei Baustelle, mit voll ausgeladenen Schwerlastzügen, auf befahrbarer Straße, ohne Abladen. Sollte eine andere Lieferungsart in Frage kommen, ist dies vom Auftraggeber besonders anzugeben.

Die Rohre sind gemäß DIN V 1201, Abschnitt 7.3.3, und gemäß der FBS-Qualitätsrichtlinie, Teil 1, (zu beziehen bei der FBS-Geschäftsstelle) fremdüberwacht durch folgende güteüberwachende Stelle (Zutreffendes ist vom Bieter anzukreuzen.):

- Bund Güteschutz
- Beton- und Stahlbetonfertigteile e.V.
- Güteschutzverband Beton B II-Baustellen e.V.
- Amtlich anerkanntes Prüfinstitut

Das Zertifikat nach DIN V 1201, Abschnitt 7.4, und der Nachweis der FBS-Qualität durch den ergänzenden Prüfbericht der güteüberwachenden Stelle werden auf Anforderung vorgelegt.

Die Dichtringe aus Elastomeren mit dichter Struktur und hohlraumfreiem Querschnitt gemäß DIN EN 681-1 in Verbindung mit DIN 4060 und den erhöhten Anforderungen der FBS-Qualitätsrichtlinie, Teil 1, sind vom Rohrhersteller werkseitig vormontiert.

Belastungsbedingungen

Überdeckungshöhe: über Rohrscheitel min h = m
max h = m

- Verkehrslast:
- SLW 60
 - SLW 30
 - LKW 12
 - UIC 71 mehrgleisig
 - UIC 71 eingleisig
 - Flugzeuglast BFZ
 - keine Verkehrslast

sonstige Belastungen: entsprechend beiliegendem Belastungsschema:
z.B. Flächenlasten, Innendruck

Bodenarten
(nach ATV-DVWK-A 127):

	Leitungszone		
	Überschüttung	↕	↕
	anstehender Boden	↕	↕
	↕		
G1 - nichtbindiger Sand und Kies	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
G2 - schwachbindiger Sand und Kies	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
G3 - bindige Mischböden, Schluff	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
G4 - bindige Böden, Ton	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sonstige Böden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	Leistungen
Verdichtungsgrad des anstehenden Bodens: %
Abweichende Bodenkennwerte des sonstigen Bodens:	Wichte kN/m ³ Reibungswinkel ° Verformungsmodul im maßgebenden Spannungsbereich von 0 bis N/mm ² E _B = N/mm ²
Baugrund unter dem Rohr:	<input type="checkbox"/> wie anstehender Boden <input type="checkbox"/> sehr hart, steinig oder felsig <input type="checkbox"/> nicht tragfähiger Boden, Gründung der Rohrleitung auf: Tiefe dieser Gründung unter der Rohrsohle m
Grundwasser:	<input type="checkbox"/> nicht vorhanden <input type="checkbox"/> vorhanden Höhe über Rohrscheitel max h _w = m Höhe unterhalb Rohrsohle min h _w = m
Angriffsgrad nach DIN EN 206-1:	Grundwasser <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mäßig <input type="checkbox"/> stark Boden <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mäßig <input type="checkbox"/> stark Abwasser (durchfließendes Wasser) <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mäßig <input type="checkbox"/> stark
	Bei Angriffsgrad „stark“ nach DIN EN 206-1 sind dem Bieter die vollständigen Analysen zur Verfügung zu stellen. Bei Angriffsgrad „mäßig“ ist gesondert darauf hinzu weisen, ob der ph-Wert dauerhaft < 6,5 ist. Dies gilt auch, wenn der ph-Wert nach ATV-M 168 ständig < 6,5 ist. Ebenso muss darauf hingewiesen werden, wenn der Sulfatgehalt > 600mg SO ⁴ ₂ je 1L Wasser ist, ob er dann ≤ 1.500 mg oder > 1.500 mg, aber ≤ 3.000 mg SO ⁴ ₂ je 1 L ist
Einbaubedingungen	
Bettung nach DIN EN 1610	<input type="checkbox"/> Bettung Typ 2 oder 3 (auf anstehendem Boden) <input type="checkbox"/> Bettung Typ 1 (Sand- oder Kies-Sand-Auflager) <input type="checkbox"/> Bettung auf Beton (Betonaufleger)
Auflagerwinkel	<input type="checkbox"/> 60° (für Sonderfälle) <input type="checkbox"/> 90° <input type="checkbox"/> 120° <input type="checkbox"/>

Leistungen

Art des Einbaues

Grabenform

- weiter Graben, Auffüllung oder Damm
- Einzelgraben*
- Mehrfachgraben*/**
- Stufengraben*/**

* Lastmindernde Wirkung ansetzbar, da beide Grabenwände auf Dauer erhalten bleiben.

Lastmindernde Wirkung nicht ansetzbar.

** Längs- und Querschnitt beifügen.

Grabenbreite in Höhe Rohrscheitel b = m

Grabenbreite in Höhe Rohrsohle
einschl. Verbaudicke b = m

Böschungswinkel β

- 45° 60° 90° °

Bauausführung

Einbettungsbedingungen

(nach ATV-DVWK-A 127)

B1

Lagenweise gegen den gewachsenen Boden auch bei Trägerbohlverbau bzw. lagenweise in der Dammschüttung verdichtete Einbettung (ohne Nachweis des Verdichtungsgrades).

B2

Senkrechter Verbau innerhalb der Leitungszone mit Kanaldielen oder Leichtspundprofilen (bis zu einer Profilhöhe von 80 mm), die erst nach dem Verfüllen gezogen werden. Verbauplatten und -geräte unter der Voraussetzung, dass die Verdichtung des Bodens nach dem Ziehen des Verbaus sichergestellt ist.

B3

Senkrechter Verbau innerhalb der Leitungszone mit Spundwänden oder Sichtspundwänden und Verdichtung gegen den Verbau. (Die Unterscheidung zur Einbettungsbedingung B2 ergibt sich durch den Faktor α_B . Senkrechter Verbau mit Holzbohlen, Verbauplatten oder -geräten, die erst nach dem Verfüllen und Verdichten aus der Leitungszone entfernt werden, ist durch kein Rechenmodell erfassbar.)

B4

Lagenweise gegen den gewachsenen Boden bzw. lagenweise in der Dammschüttung verdichtete Einbettung mit Nachweis der nach ZTVE-StB erforderlichen Proctordichte. (Die ZTVE-StB „Zusätzliche Technische Vorschriften für Erdarbeiten im Straßenbau“ fordert in der Leitungszone Proctordichten von mindestens 97% für nichtbindige und schwachbindige Böden (G1 und G2) und mindestens 95% Proctordichte für bindige Mischböden (G3)). Die Einbettungsbedingung B4 ist nicht anwendbar bei Böden der Gruppe G4.

Leistungen

Überschüttungsbedingungen
(nach ATV-DVWK-A 127)

A1

Lagenweise gegen den gewachsenen Boden verdichtete Grabenverfüllung auch bei Trägerbohlverbau (ohne Nachweis des Verdichtungsgrades).

A2

Senkrechter Verbau des Rohrgrabens mit Kanaldielen, die erst nach dem Verfüllen entfernt werden. Verbauplatten oder -geräte, die bei der Verfüllung des Grabens schrittweise entfernt werden. Unverdichtete Grabenverfüllung. Einspülen der Verfüllung (nur geeignet bei Böden der Gruppe G1).

A3

Senkrechter Verbau des Rohrgrabens mit Spundwänden, Leichtspundprofilen, Holzbohlen, Verbauplatten oder -geräten, die erst nach dem Verfüllen entfernt werden.

A4

Lagenweise gegen den gewachsenen Boden verdichtete Grabenfüllung mit Nachweis des nach ZTVE-StB erforderlichen Verdichtungsgrades. (Die ZTVE-StB „Zusätzliche Technische Vorschriften für Erdarbeiten im Straßenbau“ fordert in der Leitungszone Proctordichten von mindestens 97% für nichtbindige und schwachbindige Böden (G1 und G2) und mindestens 95% Proctordichte für bindige Mischböden (G3)). Die Überschüttungsbedingung A4 ist nicht anwendbar bei Böden der Gruppe G4.

Position	Menge	Leistungen	Einheitspreis	Gesamtpreis
1.01		<p>m FBS-Stahlbetonrohre DN</p> <p>Bezeichnung: SB-K-FM (oder GM) DN x l [mm] Typ 2 DIN EN 1916 und DIN V 1201 <input type="checkbox"/></p> <p>SB-KF-FM (oder GM) DN x l [mm] Typ 2 DIN EN 1916 und DIN V 1201 <input type="checkbox"/></p> <p>Gleitringdichtung: fest in der Muffe eingebaut <input type="checkbox"/> auf dem Spitzende in einer Kammer <input type="checkbox"/> auf dem Spitzende vor einer Schulter (nur ab DN 1300 möglich) <input type="checkbox"/></p> <p>Angaben des Bieters: Hersteller Baulänge mm Stückgewicht t <input type="checkbox"/> Falzmuffe (FM) <input type="checkbox"/> Glockenmuffe (GM) Lastklasse (bemessen): LC Lastklasse (Scheiteldruckversuch): LC</p>		
2.01		<p>Stück Seiten-Zuläufe (Abzweige) DN eingebaut in FBS-Stahlbetonrohre der Pos. aus (Material) <input type="checkbox"/> Neigung 45° <input type="checkbox"/> Neigung 90°</p>		
3.01		<p>Stück Seiten-Zuläufe (Abzweige) DN lose mitgeliefert aus (Material) <input type="checkbox"/> Neigung 45° <input type="checkbox"/> Neigung 90°</p>		
4.01		<p>Stück Scheitel-Zuläufe (Abzweige) DN eingebaut in FBS-Stahlbetonrohre der Pos. aus (Material).....</p>		
5.01		<p>Stück FBS-Krümmmer DN als Zulage zu Pos. <input type="checkbox"/> einschnittig aus 2 Segmenten <input type="checkbox"/> zweischnittig aus 3 Segmenten</p>		
6.01		<p>Stück FBS-Gelenkstücke DN als Zulage zu Pos. Ausführung: SS-Spitzende/Spitzende <input type="checkbox"/> SM-Spitzende/Muffe <input type="checkbox"/></p> <p>Angaben des Bieters: Baulänge mm Stückgewicht t</p>		

Position	Menge	Leistungen	Einheitspreis	Gesamtpreis
7.01		<p>Stück FBS-Passstücke DN als Zulage zu Pos. (Mindestabrechnungslänge je Passstück 1,00 m)</p> <p>Angaben des Bieters: Baulänge mm Stückgewicht t</p>		
8.01		<p>Stück FBS-Übergangsstücke DN Übergang von DN auf DN</p> <p>Angaben des Bieters: Baulänge mm Stückgewicht t</p>		
9.01		<p>Stück FBS-Böschungsstücke aus FBS-Stahlbetonrohren DN als Zulage zu Pos. Neigung°</p> <p>Angaben des Bieters: Baulänge mm Stückgewicht t</p>		
10.01		<p>Stück FBS-Anschlussstücke für FBS-Stahlbetonrohre DN der Pos. für eine Schachtwanddicke von mm</p> <p>Summe:</p>		

15 Leistungsverzeichnis FBS-Schachtfertigteile

Leistungen

Lieferbedingungen

Lieferung von FBS-Schachtfertigteilen nach DIN EN 1917, DIN V 4034-1 und den erhöhten Anforderungen der FBS-Qualitätsrichtlinie, Teil 2, entsprechend den folgenden Belastungs- und Einbaubedingungen, frei Baustelle, mit voll ausgeladenen Schwerlastzügen, auf befahrbarer Straße, ohne Abladen. Sollte eine andere Lieferungsart in Frage kommen, ist dies vom Auftraggeber besonders anzugeben.

Die FBS-Schachtfertigteile sind gemäß DIN V 4034-1, Abschnitt 7.3.3, und gemäß der FBS-Qualitätsrichtlinie, Teil 2, (zu beziehen bei der FBS-Geschäftsstelle) fremdüberwacht durch folgende güteüberwachende Stelle (Zutreffendes ist vom Bieter anzukreuzen.):

- Bund Güteschutz
- Beton- und Stahlbetonfertigteile e.V.
- Güteschutzverband Beton B II-Baustellen e.V.
- Amtlich anerkanntes Prüfinstitut

Das Zertifikat nach DIN V 4034-1, Abschnitt 7.4, und der Nachweis der FBS-Qualität durch den ergänzenden Prüfbericht der güteüberwachenden Stelle werden auf Anforderung vorgelegt.

Die Dichtringe aus Elastomeren mit dichter Struktur und hohlraumfreiem Querschnitt gemäß DIN EN 681-1 in Verbindung mit DIN 4060 und den erhöhten Anforderungen der FBS-Qualitätsrichtlinie, Teil 2, werden vom Rohrhersteller mitgeliefert.

Belastungsbedingungen

- | | | |
|---------------|------------------------|--------------------------|
| Verkehrslast: | SLW 60 | <input type="checkbox"/> |
| | SLW 30 | <input type="checkbox"/> |
| | LKW 12 | <input type="checkbox"/> |
| | UIC 71 mehrgleisig | <input type="checkbox"/> |
| | UIC 71 eingleisig | <input type="checkbox"/> |
| | Flugzeuglast BFZ | <input type="checkbox"/> |
| | keine Verkehrslast | <input type="checkbox"/> |

sonstige Belastungen: entsprechend beiliegendem Belastungsschema:
z.B. Flächenlasten, Innendruck

- | | | |
|--------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| Bodenarten
(nach ATV-DVWK-A 127): | anstehender Boden | |
| | | ⇩ |
| | G1 - nichtbindiger Sand und Kies | <input type="checkbox"/> |
| | G2 - schwachbindiger Sand und Kies | <input type="checkbox"/> |
| | G3 - bindige Mischböden, Schluff | <input type="checkbox"/> |
| | G4 - bindige Böden, Ton | <input type="checkbox"/> |
| | sonstige Böden | <input type="checkbox"/> |

- Grundwasser: nicht vorhanden
 vorhanden
Höhe über Fließsohle max h_w = m
Höhe unterhalb Fließsohle min h_w = m

	Leistungen		
Angriffsgrad nach DIN EN 206-1:	Grundwasser	<input type="checkbox"/> schwach	<input type="checkbox"/> mäßig <input type="checkbox"/> stark
	Boden	<input type="checkbox"/> schwach	<input type="checkbox"/> mäßig <input type="checkbox"/> stark
	Abwasser (durchfließendes Wasser)	<input type="checkbox"/> schwach	<input type="checkbox"/> mäßig <input type="checkbox"/> stark
	<p>Bei Angriffsgrad „stark“ nach DIN EN 206-1 sind dem Bieter die vollständigen Analysen zur Verfügung zu stellen. Bei Angriffsgrad „mäßig“ ist gesondert darauf hinzu weisen, ob der ph-Wert dauerhaft < 6,5 ist. Dies gilt auch, wenn der ph-Wert nach ATV-M 168 ständig < 6,5 ist. Ebenso muss darauf hingewiesen werden, wenn der Sulfatgehalt > 600mg SO⁴₂ je 1L Wasser ist, ob er dann ≤ 1.500 mg oder > 1.500 mg, aber ≤ 3.000 mg SO⁴₂ je 1 L ist</p>		
Einbaubedingungen	Baugrund unter dem Schacht:	<input type="checkbox"/> wie anstehender Boden <input type="checkbox"/> sehr hart, steinig oder felsig <input type="checkbox"/> nicht tragfähiger Boden, Gründung des Schachtes auf:	
		Tiefe dieser Gründung m	
Statik:	<p>Bei Einbautiefen > 10 m oder von der Verkehrslast SLW 60 abweichenden ungünstigeren Belastungsfällen ist ein gesondeter statischer Nachweis erforderlich, der z.B. im Gegensatz zu den Mindestwanddicken der DIN V 4034-1 zu größeren Wanddicken führen kann. Insofern ist in solchen Fällen die Höhe des Schachtbauwerkes anzugeben. Die Verfüllung richtet sich nach DIN EN 1610.</p>		

Position	Menge	Leistungen	Einheitspreis	Gesamtpreis
1.01		<p>Stück FBS-Schachtunterteile DN.....</p> <p>FBS-Schachtunterteil SU-M DN x h [mm] Typ 2 DIN EN 1917 und DIN V 4034-1 nach beiliegender Zeichnung Nr. einschl. Dichtmittel Bauhöhe: mm</p> <p>Angaben des Bieters: Hersteller</p> <p>Stückgewicht t</p>		
2.01		<p>Stück FBS-Fußauflagering DN</p> <p>FBS-Fußauflagering FAR-M Typ 2 DIN EN 1917 und DIN V 4034-1 einschl. Dichtmittel</p> <p>Angaben des Bieters: Hersteller</p>		
3.01		<p>Stück FBS-Schachtringe DN</p> <p>FBS-Schachtring SR-M DN x 1000 Typ 2 DIN EN 1917 und DIN V 4034-1 einschl. Dichtmittel Regelbauhöhe: 1000 mm</p> <p>Angaben des Bieters: Hersteller</p> <p>Stückgewicht t</p> <p>Lastklasse (bemessen): LC</p> <p>Lastklasse (Scheiteldruckversuch): LC</p>		
3.02		<p>Stück FBS-Schachtringe DN</p> <p>FBS-Schachtring SR-M DN x 500 Typ 2 DIN EN 1917 und DIN V 4034-1 einschl. Dichtmittel Bauhöhe: 500 mm</p> <p>Angaben des Bieters: Hersteller</p> <p>Stückgewichtt</p> <p>Lastklasse (bemessen): LC.....</p> <p>Lastklasse (Scheiteldruckversuch): LC</p>		
4.01		<p>Stück FBS-Schachtrohre DN.....</p> <p>SB-K-FM (oder GM) DN x l (= Bauhöhe) Typ 2 DIN EN 1916 und DIN V 1201 einschl. Dichtmittel Bauhöhe: mm</p> <p>Angaben des Bieters: Hersteller</p> <p>Stückgewicht t</p> <p>Lastklasse (bemessen): LC</p> <p>Lastklasse (Scheiteldruckversuch): LC</p>		

Position	Menge	Leistungen	Einheitspreis	Gesamtpreis
5.01		<p>Stück FBS-Übergangsringe FBS-Übergangsring UER-M DN₁/DN₂ x h [mm] Typ 2 DIN EN 1917 und DIN V 4034-1 Übergang von DN auf DN einschl. Dichtmittel Bauhöhe:mm</p> <p>Angaben des Bieters: Hersteller Stückgewicht t</p>		
6.01		<p>Stück FBS-Übergangsplatten FBS-Übergangplatte UEP-M DN₁/DN₂ x h [mm] Typ 2 DIN EN 1917 und DIN V 4034-1 Übergang von DN auf DN einschl. Dichtmittel Bauhöhe: mm</p> <p>Angaben des Bieters: Hersteller Stückgewicht t</p>		
7.01		<p>Stück FBS-Schachthälse FBS-Schachthals SH-M DN₁/625 x h [mm] Typ 2 DIN EN 1917 und DIN V 4034-1 Übergang von DN auf DN 625 einschl. Dichtmittel Bauhöhe: mm</p> <p>Angaben des Bieters: Hersteller Stückgewicht t</p>		
8.01		<p>Stück FBS-Abdeckplatten FBS-Abdeckplatte AP-M-S DN₁/625 Typ 2 DIN EN 1917 und DIN V 4034-1 mit statisch erforderlicher Bewehrung Übergang von DN auf DN 625 einschl. Dichtmittel Bauhöhe: mm</p> <p>Angaben des Bieters: Hersteller</p>		
9.01		<p>Stück FBS-Auflageringe FBS-Auflagering AR-V 625 x 60 Typ 2 DIN EN 1917 und DIN V 4034-1 Bauhöhe: 60 mm verschiebesicher</p> <p>Angaben des Bieters: Hersteller</p>		

Position	Menge	Leistungen	Einheitspreis	Gesamtpreis
9.02		<p>Stück FBS-Auflageringe FBS-Auflagering AR-V 625 x 80 Typ 2 DIN EN 1917 und DIN V 4034-1 Bauhöhe: 80 mm verschiebesicher</p> <p>Angaben des Bieters: Hersteller</p>		
9.03		<p>Stück FBS-Auflageringe FBS-Auflagering AR-V 625 x 100 Typ 2 DIN EN 1917 und DIN V 4034-1 Bauhöhe: 100 mm verschiebesicher</p> <p>Angaben des Bieters: Hersteller</p>		
		<p>Summe:</p>		

16 Leistungsverzeichnis FBS-Stahlbeton-Vortriebsrohre

	Leistungen	
Lieferbedingungen	<p>Lieferung von FBS-Stahlbeton-Vortriebsrohren nach DIN EN 1916, DIN V 1201 und den erhöhten Anforderungen der FBS-Qualitätsrichtlinie, Teil 1, entsprechend den folgenden Belastungs- und Einbaubedingungen, frei Baustelle, mit voll ausgeladenen Schwerlastzügen, auf befahrbarer Straße, ohne Abladen. Sollte eine andere Lieferungsart in Frage kommen, ist dies vom Auftraggeber besonders anzugeben.</p> <p>Die Rohre sind gemäß DIN V 1201, Abschnitt 7.3.3, und gemäß der FBS-Qualitätsrichtlinie, Teil 1, (zu beziehen bei der FBS-Geschäftsstelle) fremdüberwacht durch folgende güteüberwachende Stelle (Zutreffendes ist vom Bieter anzukreuzen.):</p> <p style="margin-left: 40px;"> Bund Güteschutz <input type="checkbox"/> Beton- und Stahlbetonfertigteile e.V. <input type="checkbox"/> Güteschutzverband Beton B II-Baustellen e.V. <input type="checkbox"/> Amtlich anerkanntes Prüfinstitut <input type="checkbox"/> </p> <p>Das Zertifikat nach DIN V 1201, Abschnitt 7.4, und der Nachweis der FBS-Qualität durch den ergänzenden Prüfbericht der güteüberwachenden Stelle werden auf Anforderung vorgelegt.</p> <p>Die Dichtringe aus Elastomeren mit dichter Struktur und hohlraumfreiem Querschnitt gemäß DIN EN 681-1 in Verbindung mit DIN 4060 und den erhöhten Anforderungen der FBS-Qualitätsrichtlinie, Teil 1, sind vom Rohrerhersteller werkseitig vormontiert.</p>	
	Belastungsbedingungen	Überdeckungshöhe:
Verkehrslast:		SLW 60 <input type="checkbox"/> SLW 30 <input type="checkbox"/> LKW 12 <input type="checkbox"/> UIC 71 mehrgleisig <input type="checkbox"/> UIC 71 eingleisig <input type="checkbox"/> Flugzeuglast BFZ <input type="checkbox"/> keine Verkehrslast <input type="checkbox"/>
sonstige Belastungen:		entsprechend beiliegendem Belastungsschema: z.B. Flächenlasten, Innendruck <input type="checkbox"/>
Bodenarten (ATV-A 161):		Überschüttungsbereich anstehender Boden in Höhe Rohr <input type="checkbox"/> <div style="margin-left: 40px;"> <input type="checkbox"/> G1 - nichtbindiger Sand und Kies <input type="checkbox"/> G2 - schwachbindiger Sand und Kies <input type="checkbox"/> G3 - bindige Mischböden, Schluff <input type="checkbox"/> G4 - bindige Böden, Ton <input type="checkbox"/> sonstige Böden* <input type="checkbox"/> *bei Fels ist ATV-A 161 nicht gültig </div>

Leistungen

von ATV-A 161, Tabelle 1,
abweichende
Bodenkennwerte:

Wichte kN/m³
Reibungswinkel °
Erddruckverhältnis im Bau $k_2 =$
Erddruckverhältnis im Betrieb $k_2 =$

Grundwasser:

nicht vorhanden
 vorhanden
Höhe über Rohrscheitel max $h_w =$ m
Höhe unterhalb Rohrsohle min $h_w =$ m

Angriffsgrad nach
DIN EN 206-1:

Grundwasser schwach mäßig stark
Boden schwach mäßig stark
Abwasser (durch-
fließendes Wasser) schwach mäßig stark

Bei Angriffsgrad „stark“ nach DIN EN 206-1 sind dem Bieter die vollständigen Analysen zur Verfügung zu stellen. Bei Angriffsgrad „mäßig“ ist gesondert darauf hinzu weisen, ob der ph-Wert dauerhaft > 6,5 ist. Dies gilt auch, wenn der ph-Wert nach ATV-M 168 ständig > 6,5 ist. Ebenso muss darauf hin gewiesen werden, wenn der Sulfatgehalt > 600mg SO₄²⁻ je 1L Wasser ist, ob er dann ≤ 1.500 mg oder > 1.500 mg, aber ≤ 3.000 mg SO₄²⁻ je 1 L ist

**Bauaus-
führung**

Vortriebsdaten:

erforderliche Vortriebskraft kN
Vortriebslänge m
Vortriebstrasse
- gerade ohne klaffende Fugen
- gerade mit klaffenden Fugen (Steuerungen)
- planmäßige Kurven mit klaffenden Fugen
- kleinster Kurvenradius m
Schmierung beim Vortrieb
mit Bentonit o.ä.
ohne Schmierung
Verpressen nach beendetem Vortrieb
mit Dämmen o.ä.
keine Verpressung nach Vortrieb
Durchführung ohne Druckluft
mit Druckluft in
Stahlbetonrohren
mit einem max. Luftdruck $p_i =$ bar

Position	Menge	Leistungen	Einheitspreis	Gesamtpreis
1.01		<p>m FBS-Stahlbeton-Vortriebsrohre DN einschl. Dichtmittel Rohrform: SB-VT-K-VM DN x I [mm] Typ 2 DIN EN 1916 und DIN V 1201 Baulänge: mm</p> <p>Angaben des Bieters: Hersteller Stückgewicht t</p> <p>Rohrverbindung: <input type="checkbox"/> mit Falz Länge mm Tiefe mm <input type="checkbox"/> mit loseem Stahlführungsring Länge mm Dicke mm <input type="checkbox"/> mit eingebautem Stahlführungsring Länge mm Dicke mm</p> <p>Lastklasse (bemessen): LC Lastklasse (Scheiteldruckversuch): LC</p> <p><input type="checkbox"/> Ausführung nach beiliegender Zeichnung Nr.</p>		
2.01		<p>Stück FBS-Passrohre DN als Zulage zu Pos. (Mindestabrechnungslänge je Passrohr 1 m)</p>		
3.01		<p>Stück Anfangsrohre nach beiliegender Zeichnung Nr. als Zulage zu Pos.</p>		
4.01		<p>Stück FBS-Dehner-Vorlaufrohre nach beiliegender Zeichnung Nr. als Zulage zu Pos.</p>		
5.01		<p>Stück FBS-Dehner-Nachlaufrohre nach beiliegender Zeichnung Nr. als Zulage zu Pos.</p>		
6.01		<p>Stück FBS-Auspreßstutzen Zoll mit Innengewinde und Stopfen, eingebaut in die Vortriebsrohre der Pos.</p>		
7.01		<p>m FBS-Sonderausbildung von Vortriebsrohren nach beiliegender Zeichnung Nr. als Zulage zu Pos.</p>		
		<p>Summe:</p>		

1. Wichtige Hinweise zur statischen Berechnung von Beton- und Stahlbetonrohren

Mit Einführung der DIN EN 1610 in Verbindung mit ATV-A139 und der zu erwartenden DIN EN 1295-1 sowie ATV-DVWK-A127 werden sehr viel exaktere Angaben zur statischen Berechnung vom Planer bzw. Ausschreiber gefordert, als es früher der Fall war. Die im allgemeinen im Handel und bei vielen Ausführungen bekannte Aussage: „Rohre nach alter DIN 4032 können bei Überdeckungshöhen von 1,0 m bis 4,0 m bei Dammlage ohne weiteren Nachweis eingebaut werden“ stimmt nicht. Deshalb müssen schon die Planer festlegen, wie die Bauausführung stattzufinden hat, wobei die notwendigen Angaben vom Planer zu machen sind. Praktisch muss er die einzubauenden Rohre vorher berechnen.

Dies wird sicher innerhalb einer gewissen Übergangs- oder Eingewöhnungszeit an die neuen Verhältnisse mit einigen Schwierigkeiten verbunden sein. Die notwendigen Hinweise sind im „Technischen Handbuch FBS-Kanalsysteme DIN-Norm plus ultra“ in den Abschnitten 8 und 10 für offene Bauweise eingehend erläutert. Das Angabenblatt Rohrstatik (offene Bauweise) mit Hinweisen und Erläuterungen muss vom Planer/ausschreibenden Büro unbedingt vollständig ausgefüllt werden, da sonst eine Berechnung auf den jeweiligen Lastfall nicht möglich ist. Dies ist insbesondere dann erforderlich, wenn die Rohrstatik durch den Rohrhersteller erstellt werden soll. Für verschiedene Betonrohrtypen liegen bei der FBS Musterstatiken vor, die der Vereinfachung dienen können. Wenn danach vorgegangen wird, sind immer die vorgefundenen Bedingungen an der Baustelle mit den Ansätzen der Statik zu vergleichen und ggf. Korrekturen vorzunehmen.

Gemäß DIN EN 1610 ist vor Beginn der Bauausführung die Tragfähigkeit der Rohrleitung nach DIN EN 1295-1 nachzuweisen. Für die offene Verlegung gilt ATV-DVWK-A127, Ausgabe 2000, „Statische Berechnung von Abwasserkanälen und -leitungen“. Mit diesem Berechnungsverfahren werden die Belastungen der erdverlegten Rohre sehr differenziert erfasst.

Für Betonrohre mit den erhöhten Anforderungen der FBS-Qualitätsrichtlinie, Teil 1, liegen Musterstatiken für DN 300 bis DN 1000 vor, in der die üblichen Einbaubedingungen erfasst sind. Sie dienen als Grundlage für ein vereinfachtes Verfahren zur Baufreigabe von Betonrohren, die gemäß FBS-Qualitätsrichtlinie, Teil 1, hergestellt wurden. Diese Musterstatiken können bei der FBS angefordert werden.

Tabelle 4: Dicken der Bettungsschichten nach DIN EN 1610 und ATV-DVWK-A 139

DN K-GM KF-GM	Dicke untere Bettungsschicht [mm]		Dicke obere Bettungsschicht [mm]*	
	normaler Boden	Fels	b = 0,15 Bettungswinkel 90 °	b = 0,25 Bettungswinkel 120 °
300	130	160	65	105
400	140	180	70	140
500	150	200	100	170
600	160	220	120	200
700	170	240	140	235
800	180	260	160	265
900	190	280	180	300
1000	200	300	200	330

*entfällt bei Rohr KF-GM

Fachvereinigung der Beton- und Stahlbetonrohre e.V.
Schlossallee 10 • 53179 Bonn
Fon 0228 / 9545654 • Fax 0228 / 9545643

2. Musterstatiken für FBS-Betonrohre DIN V 1201, Form K und KF

Vorbemerkung

Die vorliegenden Musterstatiken sollen eine Hilfe bei der Planung von Rohrleitungen aus FBS-Betonrohren DIN V 1201 - Form K und KF - darstellen. Vor Baubeginn ist zu prüfen, ob die bauseits vorhandenen Belastungs- und Einbaubedingungen mit den Annahmen dieser Musterstatiken übereinstimmen. Ist das der Fall und ist der Bauherr einverstanden, kann auf die Erstellung einer baustellenbezogenen Berechnung verzichtet werden.

Belastungs- und Einbaubedingungen

Den Musterstatiken liegen folgende Belastungs- und Einbaubedingungen zugrunde:

- Verkehrslast SLW 60 nach DIN 1072
- Wasserfüllung bis Rohrscheitel (kein Wasserüberdruck)
- Überdeckung über Rohrscheitel gemäß den Tabellen
- Grundwasser bzw. Schichtenwasser möglich
- anstehender Boden beliebig, Baugrund standfest
- Verfüllmaterial Ausführung A:
Leitungszone: G1 (nichtbindiger Boden)
Hauptverfüllung: G1 bis G4 (beliebiges Material)
- Verfüllmaterial Ausführung B:
Leitungszone: G1 (nichtbindiger Boden)
Hauptverfüllung: G2 bis G4 (bindiger Boden mit geringerem Verformungsmodul)
(Diese Abfolge der Bodenarten ist dann unbedingt einzuhalten!)
- Dammlage oder Einfachgraben mit Verbauplatten etc. (kein senkrechter Verbau mit Spundbohlen), lichte Mindestgrabenbreite nach DIN EN 1610, Dicke des Verbaus ca. 10 cm
- Verdichtung in der Leitungszone gegen den gewachsenen Boden
- Verdichtung in der Hauptverfüllung evt. gegen den Verbau (keine Silowirkung angesetzt)
- Bettung Typ I nach DIN EN 1610 und ATV-A 139 auf Sand-Kies o.ä.

Dicke der unteren Bettungsschicht $a = 100 \text{ mm} + 1/10 \text{ DN}$

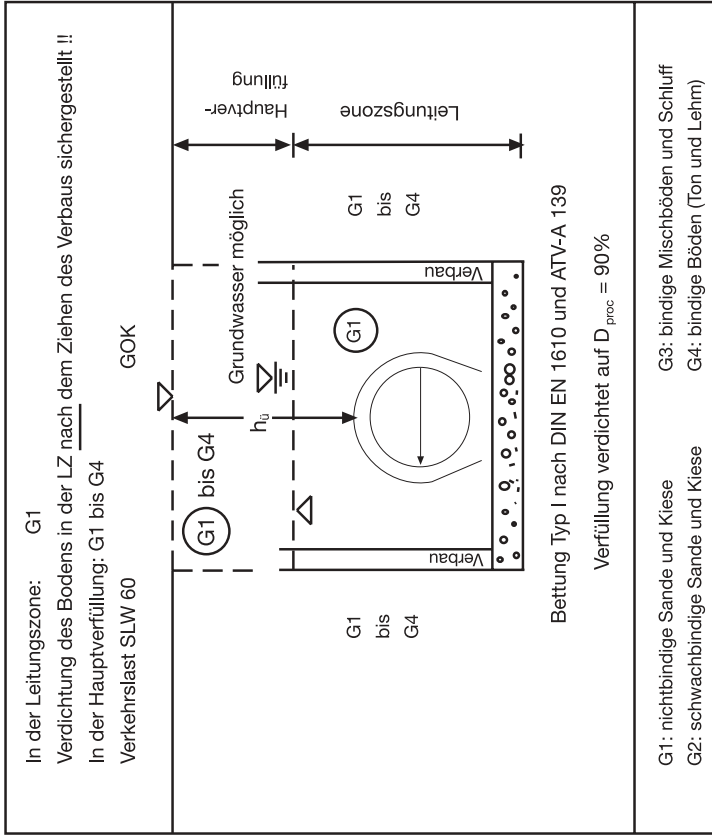
Achtung: Bei wechselndem GW-Spiegel oder strömendem Grundwasser wird nach ATV-A 139 eine Bettung auf Beton empfohlen.

Bei abweichenden Belastungs- und Einbaubedingungen wird eine baustellenbezogene Berechnung erforderlich, z.B. bei

- höherer Verkehrslast (Eisenbahn, Flugbetrieb etc.) und/oder zusätzlichen Flächenlasten
- innerem Wasserüberdruck
- Stufengraben (!) oder Mehrfachgraben
- Spundwandverbau (!)
- geringerer Verdichtung in der Leitungszone als in der Überschüttung

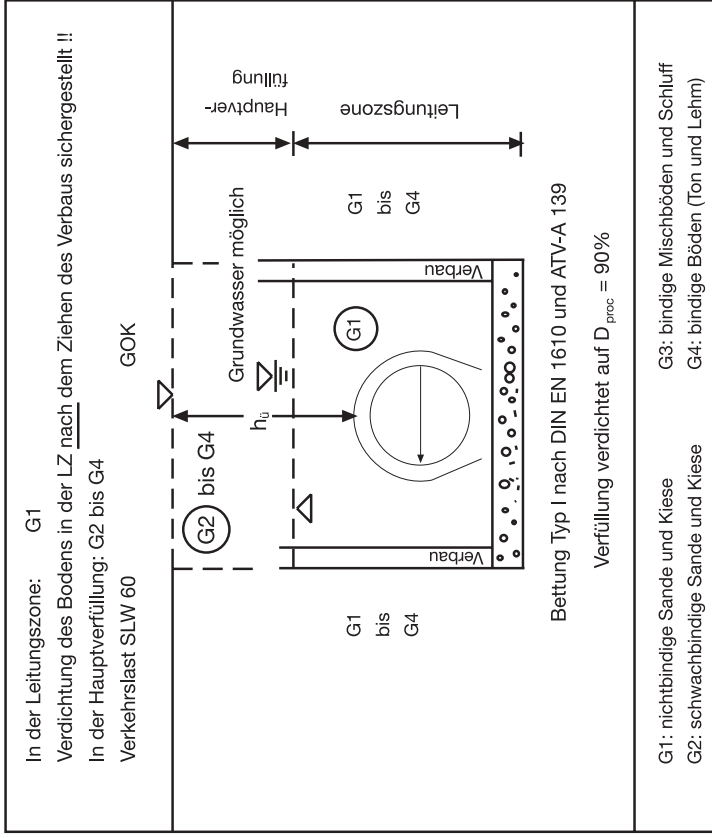
Weitere Hinweise können dem Technischen Handbuch der FBS entnommen werden!

Form KF-GM (Ausführung A)



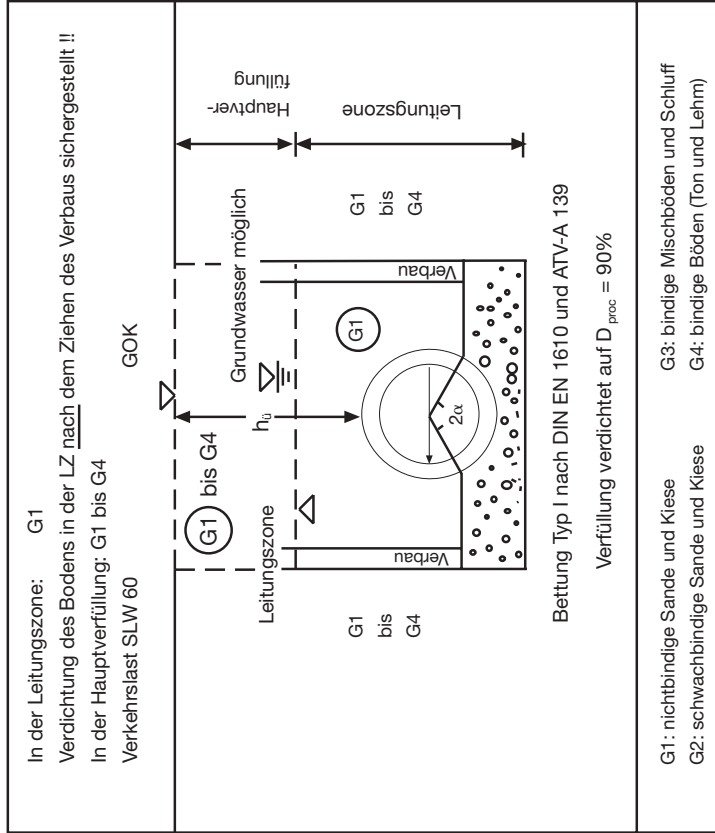
DN	Wandstärke $s_1 / s_2 / s_3$ mm	Überdeckung	
		$h_{u,min}$ m	$h_{u,max}$ m
300	60 / 60 / 95	0,50	4,60
400	65 / 75 / 110	0,50	4,10
500	70 / 85 / 115	0,60	3,20
600	85 / 100 / 130	0,60	3,00
700	100 / 115 / 150	0,60	3,00
800	115 / 130 / 170	0,60	3,10
900	130 / 145 / 195	0,60	3,40
1000	145 / 160 / 215	0,60	3,60

Form KF-GM (Ausführung B)

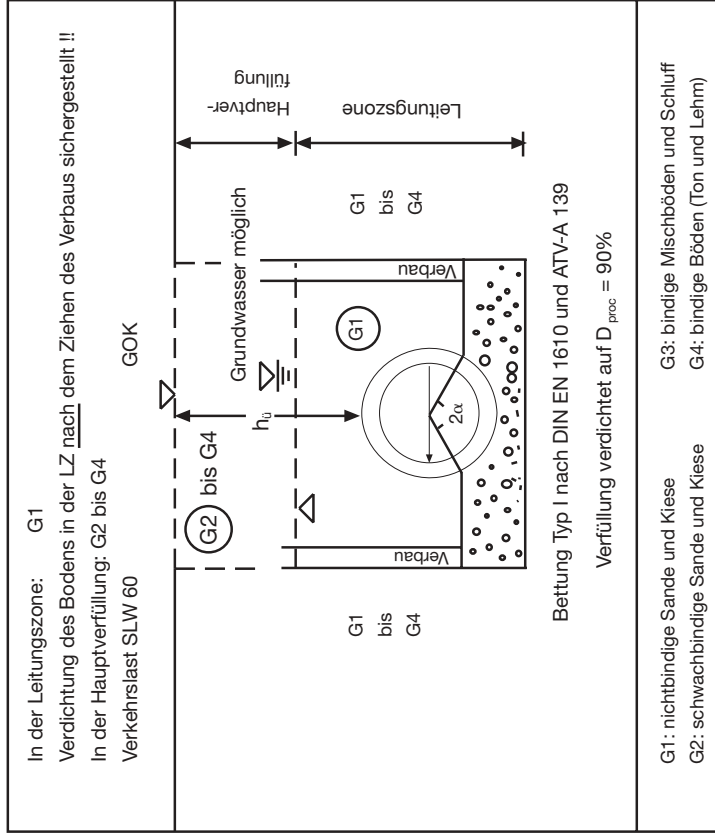


DN	Wandstärke $s_1 / s_2 / s_3$ mm	Überdeckung	
		$h_{u,min}$ m	$h_{u,max}$ m
300	60 / 60 / 95	0,50	7,40
400	65 / 75 / 110	0,50	6,20
500	70 / 85 / 115	0,60	4,70
600	85 / 100 / 130	0,60	4,30
700	100 / 115 / 150	0,60	4,40
800	115 / 130 / 170	0,60	4,30
900	130 / 145 / 195	0,60	4,70
1000	145 / 160 / 215	0,60	4,70

Form K-GM (Ausführung A)



Form K-GM (Ausführung B)



DN	Wandstärke $s_1 = s_2 = s_3$ mm	Bettung Sand-Kies 2α	Überdeckung	
			$h_{u,min}$ m	$h_{u,max}$ m
300	60	120°	0,50	4,40
400	75	120°	0,50	4,30
500	85	120°	0,50	4,00
600	100	90°	0,60	3,40
700	115	90°	0,60	3,40
800	130	90°	0,60	3,50
900	145	90°	0,60	3,60
1000	160	90°	0,60	3,60

DN	Wandstärke $s_1 = s_2 = s_3$ mm	Bettung Sand-Kies 2α	Überdeckung	
			$h_{u,min}$ m	$h_{u,max}$ m
300	60	120°	0,50	7,10
400	75	120°	0,50	6,60
500	85	120°	0,50	5,90
600	100	90°	0,60	4,80
700	115	90°	0,60	4,90
800	130	90°	0,60	4,80
900	145	90°	0,60	4,90
1000	160	90°	0,60	4,90