BGT-Merkblatt S 8.1

Erneuerung von Entwässerungs-kanälen und -anschlussleitungen mit dem Berstverfahren

Anforderungen, Gütesicherung und Prüfung

(März 2014)



BGT – Bundesverband grabenlose Technologien e. V.
Französische Str. 20 | 10117 Berlin
Telefon: + 49 30 863 20635
E-Mail: office@grabenlos.de

Hinweis zur Einordnung

Der BGT – Bundesverband grabenlose Technologien e. V. mit Sitz in Berlin bündelt die Expertise der Branche und gibt ihr eine gemeinsame Stimme. Der Verband ist im Vereinsregister beim Amtsgericht Berlin eingetragen. Er ging im Jahr 2025 aus der Verschmelzung des Rohrleitungssanierungsverbandes e. V. und der German Society for Trenchless Technology e. V. hervor.

Die vorliegende Veröffentlichung wurde ursprünglich vom Rohrleitungssanierungsverband e. V. (RSV) herausgegeben. Inhalt und fachliche Aussagen bleiben unverändert. Für die weitere Verwendung erhält das Dokument ein neues BGT-Deckblatt sowie diese kurze Einordnung.

Die Veröffentlichung wird künftig unter der Bezeichnung „BGT-Merkblatt“ und mit der entsprechenden BGT-Nummer geführt. Die Anpassung dient der transparenten Zuordnung zur neuen Verbandsstruktur und stellt keine inhaltliche Überarbeitung des ursprünglichen Merkblatts dar.

Weitere Informationen:

Bundesverband grabenlose Technologien e. V.
Französische Str. 20
10117 Berlin

Telefon: +49 30 86320635

office@grabenlos.de
www.grabenlos.de

BGT e.V. | Eine Verwendung des Informationsblatts ist mit Quellenangabe gestattet.

Vorwort

Mit dem RSV-Merkblatt 8 wird das bestehende Merkblatt vom September 2006 fortgeschrieben. Das erste RSV-Merkblatt für Berstverfahren wurde im August 2001 der Fachöffentlichkeit vorgestellt.

Die Überarbeitung bzw. Aktualisierung wurde erforderlich, weil eine Routine in der Handhabung der Berstwerkzeuge bei den ausführenden Firmen zu mehr Sicherheit geführt hat.

Das Berstverfahren dient der grabenlosen Erneuerung von Rohrleitungen in gleicher Trasse. Hierzu wird die vorhandene Rohrleitung zerstört und in das umgebende Erdreich verdrängt. Gleichzeitig wird dabei ein neues Rohr von gleichem oder größerem Durchmesser eingebracht.

Zur Erfüllung der an die erneuerte Abwasserleitung gestellten Qualitätsanforderungen und für die Sicherstellung eines gleich bleibenden Qualitätsstandards bei der Verfahrensdurchführung sind im vorliegenden Merkblatt Anforderungen, Gütesicherung und Prüfungen für das Berstverfahren in Entwässerungskanälen und –anschlussleitungen zusammengefasst.

Das vorliegende Merkblatt gilt als Grundlage im Rahmen einer Gütezeichenvergabe bzw. Zertifizierung.

Das Merkblatt einschließlich aller Abbildungen ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des RSV unzulässig und strafbar.

Das vorliegende Merkblatt wurde sorgfältig erarbeitet. Dennoch übernimmt der RSV für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen und eventuelle Druckfehler keine Haftung.

Jedermann steht die Anwendung dieses Merkblatts frei. Eine Pflicht zur Anwendung kann sich aber aus Rechts- oder Verwaltungsvorschriften, Vertrag oder sonstigem Rechtsgrund ergeben.

Um die Aktualität des Merkblattes fortzuschreiben, ist der RSV für Mitteilungen von Erfahrungen, die mit der Anwendung dieses Merkblattes verbunden sind, dankbar.

Lingen (Ems), März 2014

RSV –
Rohrleitungssanierungsverband e.V.

Inhaltsverzeichnis

	Vorwort	**2**
1	**Geltungsbereich**	**5**
1.1	Begriffe	5
1.2	Allgemein	6
1.3	Verfahrensbeschreibung	7
1.3.1	Dynamisches Berstverfahren	7
1.3.2	Statisches Berstverfahren	8
1.3.3	Bersten von Anschlussleitungen	9
1.3.3.1	Dynamisches Bersten von Anschlussleitungen	9
1.3.3.2	Statisches Bersten von Anschlussleitungen	10
1.3.4	Altrohr	11
1.3.5	Neurohr	11
2	**Anforderungen**	**12**
2.1	Allgemeines	12
2.2	Qualifikation der Unternehmen	12
2.2.1	Allgemeines	12
2.2.2	Personal	13
2.2.3	Betriebliche Voraussetzungen	13
2.2.4	Technische Voraussetzungen	14
2.3	Planung	14
2.4	Vorarbeiten	15
2.4.1	Kontrollinspektion	15
2.4.2	Aufrechterhaltung der Vorflut	15
2.4.3	Hindernisse und Hindernisfreiheit	15
2.4.4	Rohrreinigung	15
2.4.5	Vorbereitung der Schachtbauwerke	15
2.5	Anforderungen an die Neurohre / Eignungsnachweise	16
2.5.1	Anforderungen im Bauzustand	16
2.5.2	Anforderungen im Betriebszustand	16
2.5.3	Anforderungen an die neuen Rohre	17
2.6	Anforderungen an das Verfahren	18
2.6.1	Einfluss auf die Umgebung	18
2.6.2	Anforderungen an die Baugruben	23
2.6.2.1	Startbaugrube	23
2.6.2.2	Zielbaugrube	24
2.6.2.3	Baugrube zur Einbindung von Hausanschlüssen und Zuläufen	24
2.6.2.4	Baugrube zur Beseitigung eines Zwangspunktes	24
2.6.3	Anforderungen an die Ausrüstung	24

3 Gütesicherung auf der Baustelle 25
3.1 Dokumentation und Rückverfolgbarkeit 25
3.2 Kontrolle und Lagerung der Materialien auf der Baustelle 25
3.3 Verfahrenstechnische Gütesicherung 26
3.3.1 Rohrverbindungen 26
3.3.2 Einbringvorgang 26
3.3.3 Einbindung im Schachtbereich 26
3.3.4 Abzweig- und Hausanschlussleitungen 26

4 Prüfungen 27
4.1 Prüfen der Rohre 27
4.2 Dichtheitsprüfung 27
4.3 Wareneingangsprüfung 27
4.4 Überwachung der eingesetzten Prüfmittel 27

5 Rohrstatik 28
5.1 Bauzustand 28
5.2 Betriebszustand 28

6 Bestimmungen und Normen 29
6.1 Normen 29
6.2 DWA- / DVGW- Regelwerk 30
6.3 RSV-Regelwerk 31
6.4 Richtlinien 31
6.5 Unfallverhütungsvorschriften und weitere berufsgenossenschaftliche Regelungen 31
6.6 Gesetze und Verordnungen 32
6.7 Literatur 32

7 Anlagen 33
7.1 Zulässige Mindestbiegeradien von PE-Rohre / PP-HM-Rohre 33
7.2 Mindestbiegeradien von Polyethylenrohren 33
7.3 Baustellenprotokoll für das Berstverfahren 34
7.4 Anhang 1: Einteilung des Baugrundes nach DIN 1054 35
7.5 Anhang 2: Hinweise zur Beurteilung des Baugrundes 37

8 Bearbeitung 39

1 Geltungsbereich

1.1 Begriffe

Es gelten die Begriffsdefinitionen nach DIN EN 752, DIN EN ISO 11296-1 und DIN EN 15855.

Aufweitmaß: Aufweitmaß ≙ Durchmesser des Aufweitkörpers minus Innendurchmesser der Altrohrleitung

Mediumrohr: Medium leitendes Rohr

Schutzrohr: Bauelement, das die Verlegung durch Bauwerke (Autobahnen, Straßen, Wände, usw.) und den Schutz der Mediumrohre gewährleistet (in Anlehnung an DIN EN 12484-2,2000)

Überschnitt: Unter Überschnitt versteht man den Ringraum, der infolge der Verwendung eines Aufweitkörpers mit größerem Außendurchmesser als dem Außendurchmesser der Neurohrleitung entsteht. Im Normalfall soll der Überschnitt 10 bis 30 % betragen und so ein Verkanten der Altrohrscherben verhindern.

1.2 Allgemein

Dieses Merkblatt gilt für die grabenlose Erneuerung von erdverlegten Entwässerungskanälen und -anschlussleitungen mit Hilfe des Berstverfahrens. Für die grabenlose Erneuerung von Abwasserdruckrohrleitungen ist ergänzend das DVGW GW 323 (07/2004) anzuwenden.

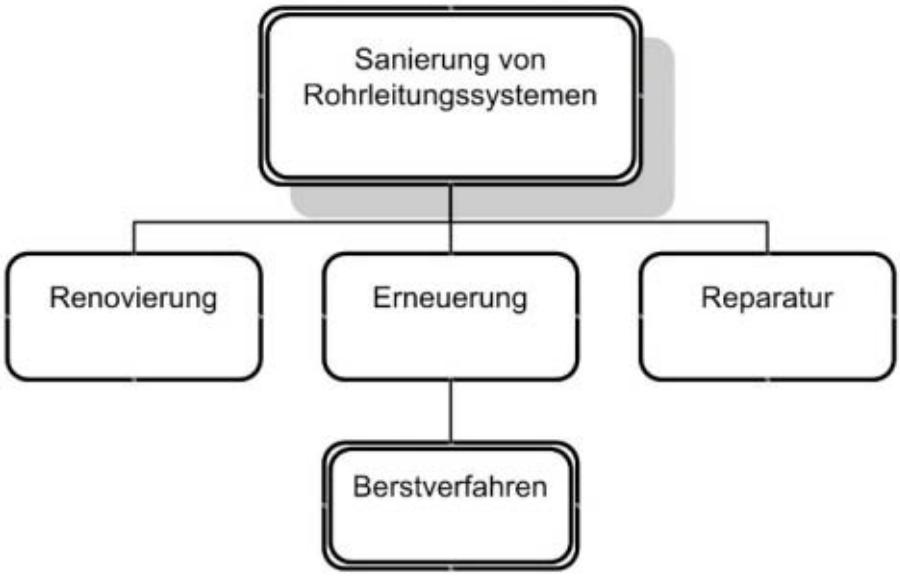


Abb.1.-1: Verfahrensgruppen in Anlehnung an DIN EN ISO 11296-1 / DIN EN 15885

1.3 Verfahrensbeschreibung

Berstverfahren ist ein umweltschonendes, grabenloses, nicht steuerbares Verfahren zur Erneuerung von Rohrleitungen in gleicher Trasse mittels dynamischer oder statischer Krafteinleitung. Mit einem Berstkörper wird das Altrohr zerstört und in das umgebende Erdreich soweit verdrängt, damit das neue Rohr in gleicher oder größerer Dimension unmittelbar nachgezogen werden kann.

Bei Altrohren in nichtverdrängbaren Böden sind die Berstverfahren nicht einsetzbar.

1.3.1 Dynamisches Berstverfahren

Für den Berst- und Einziehvorgang erfolgt die Krafteinleitung in Rohrlängsrichtung mit dynamischer Rammenergie durch eine Berstmaschine. Der Berstvorgang und die Führung der Berstmaschine muss durch die Zugkraft einer Winde unterstützt werden. Das dynamische Berstverfahren wird bei Altrohren aus spröden Materialien, vornehmlich bei nichtbindigen dicht gelagerten Böden eingesetzt.

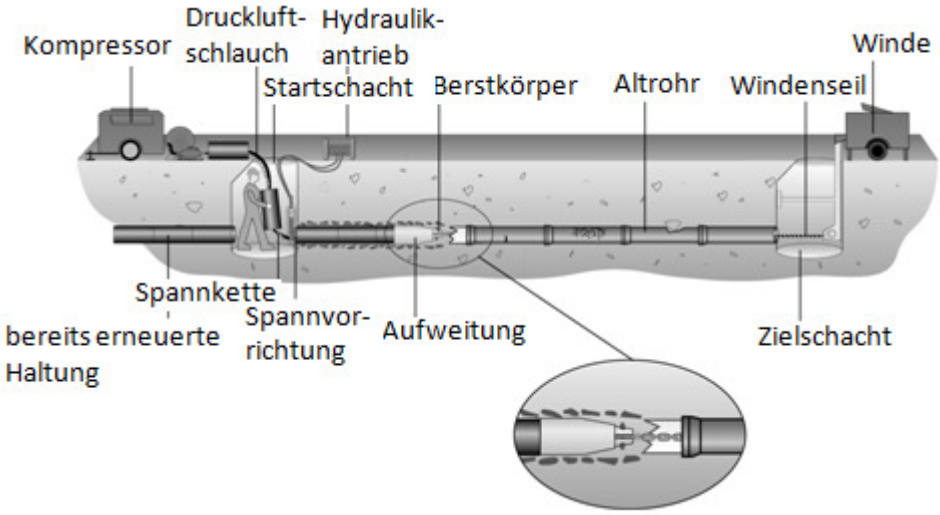


Abb. 1.-2: Dynamisches Berstverfahren mit Einzelrohren

Zunächst wird das Windenseil in die zu erneuernde Altrohrleitung eingezogen. Anschließend werden Berstwerkzeug, Aufweitung, Neurohr (Einzelrohr oder Rohrstrang) und Berstmaschine miteinander verbunden. Nach Anschluss des Druckluftschlauches an Berstmaschine und Kompressor wird der Berstvorgang gestartet. Dabei wird die Altrohrleitung zerstört und in das umgebende Erdreich verdrängt. Gleichzeitig mit diesem Vorgang wird das neue Rohr in den aufgeweiteten freien Querschnitt eingezogen.

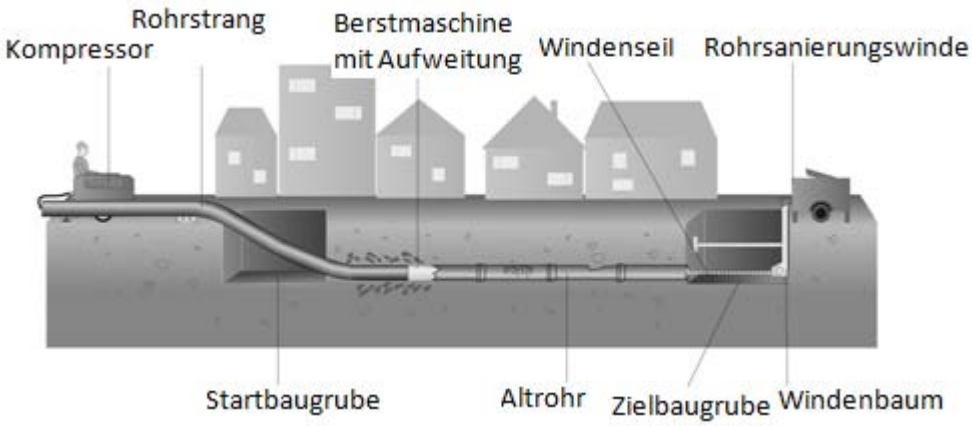


Abb. 1.-3: Dynamisches Berstverfahren mit Rohrstrang

1.3.2 Statisches Berstverfahren

Für den Berst- und Einziehvorgang erfolgt die Krafteinleitung in Rohrlängsrichtung über eine hydraulisch angetriebene Zuglafette mit Gestänge- oder Seiltechnik. Das statische Berstverfahren ist vorteilhaft in verdrängbaren Böden und wird bei Altrohren aus spröden und zähen Materialien angewandt.

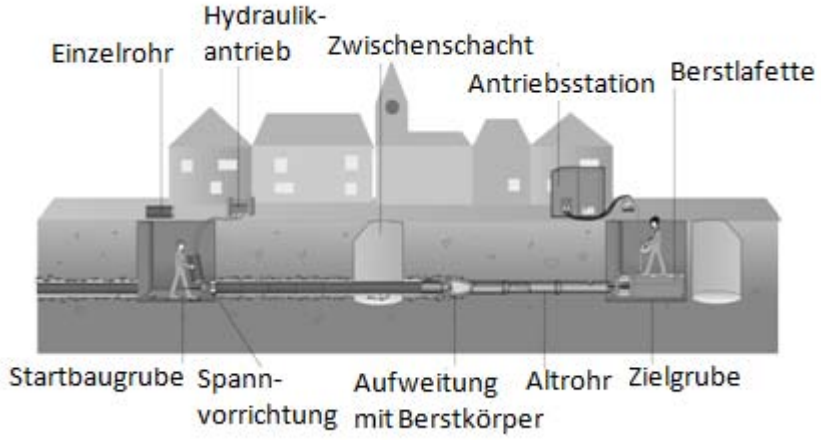


Abb. 1.-4: Statisches Berstverfahren mit Einzelrohren

Zunächst wird ein Gestänge in die Altrohrleitung eingeschoben oder alternativ ein Stahlseil eingezogen. Anschließend werden Berstwerkzeug, Aufweitung und Neurohr (Einzelrohr oder Rohrstrang) mit dem Zugmittel verbunden. Während des Rückzuges des Gestänges bzw. Seiles wird die Altrohrleitung durch das Berstwerkzeug geborsten und durch die dahinter angeordnete Aufweitung in das umgebende Erdreich verdrängt. Gleichzeitig mit diesem Vorgang wird das neue Rohr in den aufgeweiteten freien Querschnitt eingezogen.

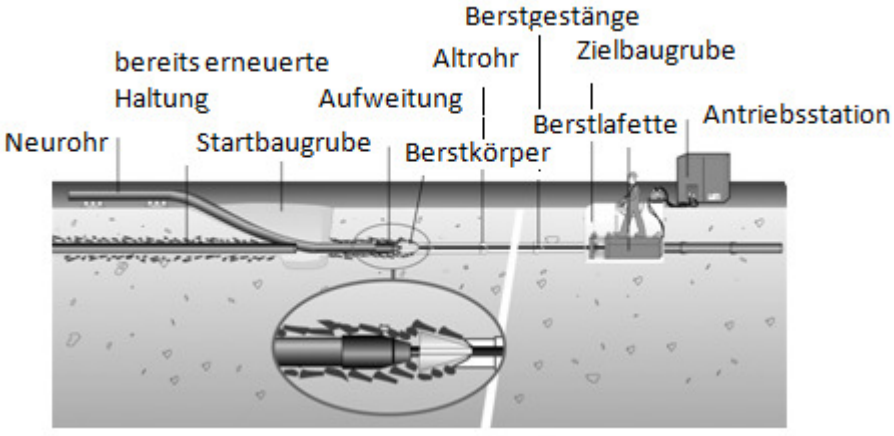


Abb. 1.-5: Statisches Berstverfahren mit Rohrstrang

1.3.3 Bersten von Anschlussleitungen

Das Bersten von Grundstücksentwässerungsleitungen kann mit dynamischen oder statischen Berstverfahren durchgeführt werden. Voraussetzung ist ein nahezu gradliniger Verlauf der Anschlussleitung und die Zugangsmöglichkeit am Hauptkanal und auf dem Grundstück oder im Keller des Gebäudes. In der Regel wird eine Baugrube am Abzweig des Hauptkanals erstellt und die Leitung getrennt, gleiches erfolgt auf dem Grundstück. Dort kann alternativ direkt aus dem Gebäudekeller, dem Revisionsschacht oder einer Baugrube vor dem Gebäude heraus gearbeitet werden.

1.3.3.1 Dynamisches Bersten von Anschlussleitungen

Beim dynamischen Bersten von Grundstücksentwässerungsleitungen aus spröden Werkstoffen (z. B. Steinzeug, Beton, PVC) wird als Berstmaschine in der Regel ein modifizierter pneumatischer Bodenverdrängungshammer (Erdrakete), sowie geeignete Geräte zur Aufrechterhaltung der Vorspannung zur Unterstützung verwendet. Diese Geräte werden entweder in/an der Baugrube am Hauptkanal oder auf der Grundstücksseite aufgebaut. Beim Einbau im Keller müssen die Verankerungspunkte die maximalen Zugkräfte aufnehmen können.

Verfahrensbeschreibung siehe Abschnitt 1.3.1.

Mit dem dynamischen Berstverfahren können Anschlussleitungen ab DN 100 mit Haltungslängen bis 50 m erneuert werden.

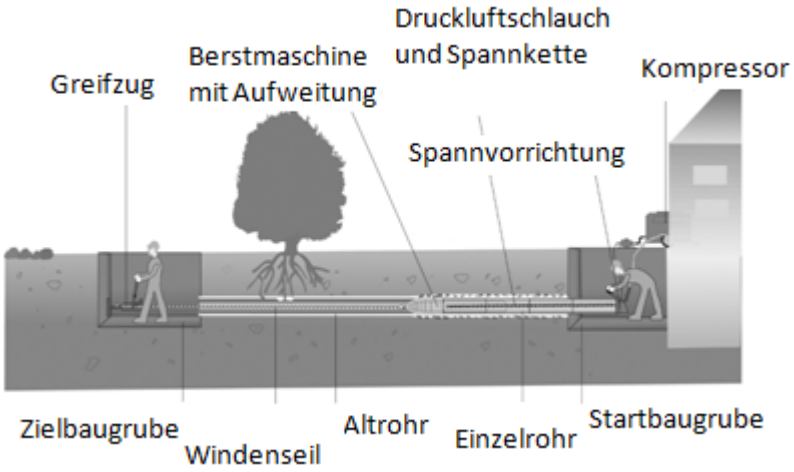


Abb. 1.-6: Systemaufbau des dynamischen Berstens von Anschlussleitungen

1.3.3.2 Statisches Bersten von Anschlussleitungen

Beim statischen Bersten von Grundstücksentwässerungsleitungen werden die erforderlichen Kräfte für Bersten, Verdrängen und Rohreinzug hydraulisch über ein zugfestes Berstgestänge oder über ein Stahlseil eingebracht. Die Berstlafette steht i.d.R. in/auf einer Baugrube am Abzweig des Hauptkanals. Der Einbau im Gebäude ist nur dann empfehlenswert, wenn die auftretenden Zugkräfte nachweislich von der Kellerwand aufgenommen werden können.

Verfahrensbeschreibung siehe Abschnitt 1.3.2.

Mit dem statischen Berstverfahren können Anschlussleitungen ab DN 80 mit Haltungslängen bis 60 m erneuert werden.

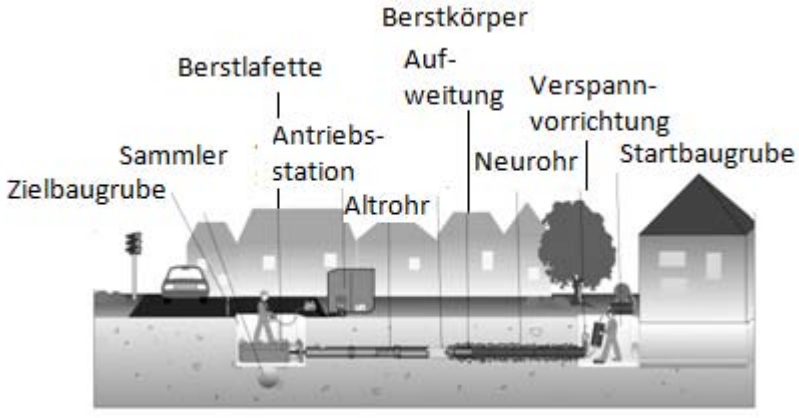


Abb. 1.-7: Systemaufbau des statischen Bersten von Anschlussleitungen

1.3.4 Altrohr

Im Berstverfahren können Rohre gem. Tabelle 1.-1 erneuert werden. Altrohre aus zähen Materialien werden geschnitten und in den umliegenden Boden aufgeweitet. Altrohre aus spröden Materialien werden gebrochen und in den umliegenden Boden verdrängt.

Altrohrwerkstoff	Statisches Berstverfahren	Dynamisches Berstverfahren
Steinzeug (Stz)	X	X
Beton, unbewehrt (B)	X	X
Beton, konstruktiv bewehrt (B)	X	X
Stahlbeton (STB)	--	--
Stahl (St)	X	--
Grauguss (GG)	X	X
Duktiles Gusseisen (GGG)	X*	--
Polyethylen (PE) / Polypropylen (PP)	X	--
Polyvinylchlorid (PVC)	X	X
Glasfaserverstärkter Kunststoff (GfK)	X	--
Faserzement (Fz) Asbestzement (Az)	X	X
Bereits mit Kunstoffen renovierte Kanäle	X	--

*Rohre aus duktilem Gußeisen mit einer Zementmörtelauskleidung können bei Nennweiten < DN 150 gesonderte Maßnahmen erfordern.

Hinweis:
Altrohre mit Betonummantelung sind berstfähig (abhängig von Betongüte und Dicke der Ummantelung).

Tabelle 1.-1 : Übersicht der Altrohre und mögliche Berstverfahren

1.3.5 Neurohr

Für den Rohreinbau im Berstverfahren eignen sich Rohre aus den Werkstoffen Polyethylen (PE), Glasfaserverstärkter Kunststoff (GfK), Polyvinylchlorid (PVC), Polypropylen (PP), Stahl (St), duktiles Gusseisen (GGG), Beton (B), Polymerbeton (PRC) und Steinzeug (Stz) (siehe Tabelle 2.-1).

2 Anforderungen

2.1. Allgemeines

Für die Sicherstellung einer gleichbleibend hohen Ausführungsqualität müssen schriftliche Festlegungen sowohl für die Art als auch für den Umfang der Dokumentation aller erforderlichen Prozessschritte bestehen.

Arbeitsabläufe werden hierbei zweckmäßigerweise in Arbeitsanweisungen beschrieben. Das eingesetzte Personal muss durch dokumentierte Schulungsmaßnahmen mit den Festlegungen vertraut gemacht werden.

2.2. Qualifikation der Unternehmen

2.2.1 Allgemeines

Auftraggeber sind verpflichtet, bei der Vergabe der Bauleistung mit entsprechender Sorgfalt vorzugehen und die erforderlichen Qualifikationen abzufragen bzw. sich von diesen Qualifikationen zu überzeugen.

Mit der Durchführung von Berstarbeiten sollten nur fachkundige Unternehmen betraut werden. Insbesondere ist dies nachzuweisen für:

- Personal
- Geräte
- Aus- und Weiterbildung
- Eigenüberwachung
- Einsatz von Nachunternehmern
- Bezug von Lieferungen und Fremdleistungen

Der Auftraggeber kann sich eines „Systems zur Prüfung von Lieferanten oder Unternehmen“ gemäß EG-Richtlinie vom 17.09.1990 bedienen (Anhang C der DIN EN 1610).

Auftraggeber, die sich dieses Systems bedienen, sind verpflichtet, bei der Vergabe der Bauleistung mit entsprechender Sorgfalt vorzugehen und die erforderlichen Qualifikationen abzufragen bzw. sich von diesen Qualifikationen zu überzeugen. Hinweise hierzu gibt die DIN 1960 (VOB/A §8 Nr. 3).

Die RAL-Gütesicherung GZ 961 und Prüfbestimmungen für die Zertifizierung von Fachbetrieben für die Sanierung von DIN CERTCO enthält hierzu Anforderungen. Andere Systeme sind zulässig, wenn die Gleichwertigkeit nachgewiesen ist.

2.2.2 Personal

Der Betrieb muss über einen technischen Leiter mit entsprechender Qualifikation, mindestens fünfjähriger Berufspraxis im Kanal- oder Rohrleitungsbau und Fachkenntnissen im Berstverfahren, verfügen.

Zum Beispiel:

- Diplom-Ingenieur
- Master of Engineering
- Bachelor of Engineering
- Meister (Rohrnetzmeister)
- Techniker

Die verantwortliche Aufsicht muss eine mindestens dreijährige einschlägige Berufspraxis für die grabenlose Neuverlegung von erdverlegten Leitungen in der Abwasserentsorgung sowie das notwendige Fachwissen über die dynamischen und statischen Berstverfahren und die zur Anwendung kommenden Rohrwerkstoffe nachweisen.

Die mit der Durchführung des Berstverfahrens beauftragte Kolonne muss aus Fachkräften und unterwiesenen Personen bestehen mit mindestens einjähriger Berufserfahrung im Berstverfahren.

Qualifikationsnachweise, Schulungsmaßnahmen und Unterweisungen sind zu dokumentieren und müssen zumindest folgende Angaben enthalten:

- Ort, Datum
- Thema und Inhalt
- Name und Unterschrift der Teilnehmer
- Ausbilder / Ausbildungsort

Pro Jahr ist mindestens eine Schulung durchzuführen und zu dokumentieren

2.2.3 Betriebliche Voraussetzungen

Der Betrieb verfügt über eine einschlägige Dokumentation anhand derer die Abläufe des Berstverfahrens eindeutig und nachvollziehbar aufgeführt sind (Systemhandbuch, Arbeitsanweisungen).

Das Unternehmen hat ein geeignetes Qualitätssicherungssystem mit mindestens folgenden Punkten nachzuweisen:

- Eigenüberwachung
- Dokumentation

Alle Kontrollprüfungen, die vom Auftraggeber, der zuständigen Behörde und den jeweiligen Regelwerken gefordert werden, sind zu protokollieren und zu dokumentieren.

Die Dokumentation und alle Nachweise der Eigenüberwachung sind mindestens zehn Jahre aufzubewahren.

2.2.4 Technische Ausstattung

Der Betrieb verfügt über die verfahrensspezifische Ausstattung für die Erneuerung von Rohrleitungen mit dem dynamischen oder statischen Berstverfahren.

Für alle eingesetzten Maschinen müssen entweder die EG-Konformitätserklärung Anhang II Teil 1 Abschnitt A oder die Einbauerklärung Abschnitt B der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG CE vorliegen.

Die eingesetzten Maschinen sind einer jährlichen Prüfung nach Betriebssicherheitsverordnung durch eine befähigte Person zu unterziehen. Die Prüfung sollte an der Maschine kenntlich gemacht werden, zudem ist die Prüfung zu dokumentieren.

Die auf den Rohrstrang wirkende Zugkraft darf die zulässigen Zugkräfte der verwendeten Neurohre nicht überschreiten. Statische Berstverfahren erfordern eine Zugkraftmessung, beim dynamischen Berstverfahren ist die Zugkraft durch eine Sollbruchstelle zu begrenzen.

2.3 Planung

Für die Planung der Arbeiten ist eine sorgfältige Ist-Aufnahme der vorhandenen Rohrleitung durchzuführen, um festzulegen, ob das Berstverfahren unter Beachtung der statischen und hydraulischen Erfordernisse zur grabenlosen Erneuerung der vorhandenen Rohrleitung eingesetzt werden kann.

Beachtet werden müssen beim Einsatz des Berstverfahrens insbesondere folgende Punkte für Rohrleitung und Schächte:

- Werkstoff, ggf. Werkstoffwechsel
- Nennweite, ggf. Nennweitenwechsel
- Alter der verlegten Rohrleitung,
- Länge der zu erneuernden Haltung,
- Überdeckungshöhe,
- Richtungsänderungen, Rohretagen,
- Abzweige und Anschlüsse,
- Schadensarten (Lageabweichungen, Bruchbildung, Deformationen, Abflusshindernisse, usw.),
- Hindernisse, die den Berstvorgang erschweren bzw. verhindern, sind zu berücksichtigen und vorher zu entfernen,
- Reparaturstellen (Kurzliner, Manschetten usw.)
- Grundwasserverhältnisse,
- Baugrundverhältnisse,
- Bettungsbedingungen,
- Sohlgefälle,
- Abstände zu längsverlaufenden oder kreuzenden Leitungen und Bauwerken

Alle Planungsunterlagen sind unter Beachtung der o.a. Punkte dem Unternehmen für die Angebotsbearbeitung zur Verfügung zu stellen.

2.4 Vorarbeiten

2.4.1 Kontrollinspektion

Der Unternehmer muss vor Ausführung des Berstverfahrens die vorhandenen Planungsunterlagen auf der Baustelle durch örtliche Datenerfassung auf Aktualität überprüfen. Der Zustand des vorhandenen Kanals ist durch eine TV-Inspektion der Erneuerungsstrecke zu kontrollieren und zu dokumentieren.

2.4.2 Aufrechterhaltung der Vorflut

Vor Beginn der Arbeiten ist die Vorflut sicherzustellen. Die Vorflut kann durch Rückstau, Überpumpen oder Umleitungen gewährleistet werden.

Die Abwässer der Anschlussleitungen im Erneuerungsabschnitt können im Bedarfsfall gestaut oder übergepumpt werden.

2.4.3 Hindernisse und Hindernisfreiheit

Die Hindernisfreiheit ist zu prüfen. Hindernisse, die den Berstvorgang erschweren bzw. verhindern, sind vorher zu entfernen.

2.4.4 Rohrreinigung

Eine Reinigung ist verfahrensbedingt nicht erforderlich, sofern sich ein Zugmittel einbringen lässt.

Sind aus Sicht des Auftraggebers Reinigungsarbeiten erforderlich, müssen die bestehenden gesetzlichen Vorschriften im Hinblick auf die Arbeitssicherheit, den Umweltschutz und die Abfallverwertung bzw. -entsorgung eingehalten werden.

2.4.5 Vorbereitung der Schachtbauwerke

In den im Erneuerungsabschnitt liegenden Schächten müssen das Gerinne und der Einbindungsbereich so vorbereitet und ggf. entfernt werden, dass die Maschinenausrüstung und insbesondere der Aufweitungskörper ein- und ausgebaut werden können.

2.5 Anforderungen an die Neurohre / Eignungsnachweise

2.5.1 Anforderungen im Bauzustand

Die auf das Neurohr wirkenden Kräfte, resultierend aus der Mantelreibung und anderen verfahrensspezifischen Belangen (z.B. Biegeradien), müssen sowohl vom Neurohr, als auch von den Rohrverbindungen schadlos aufgenommen werden.

Beschädigungen durch Reibungskräfte, den Baugrund und Altrohrscherben sind zu vermeiden. Bei Kunststoffrohren mit Schutzmantel ist der Außenschutz im Verbindungsbereich fachgerecht aufzufüllen.

Beim Einbringen der Rohre sind die zulässigen Biegeradien bzw. Abwinklungen in den Muffenverbindungen einzuhalten.

2.5.2 Anforderungen im Betriebszustand

Hinsichtlich der Dichtheit gelten für die neue Rohrleitung die Anforderungen der DIN EN 1610. Eine statische Berechnung der Neurohre ist gemäß DWA-A 161 (siehe Kapitel 5) durchzuführen.

Hinweis: Bei geringen Gefälleverhältnissen beim Einbau von PE- / PP-Rohrsträngen sollte die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, die Innenschweißwülste zu entfernen.

2.5.3 Anforderungen an die neuen Rohre

Für die Erneuerung von Abwasserkanälen und –leitungen mit dem Berstverfahren können grundsätzlich alle für Abwasser geeigneten Werkstoffe als Neurohr verwendet werden.
Die nachfolgende Tabelle 2.-1 zeigt eine Übersicht der Rohrmaterialien.

		Rohrverbindungen				
Neurohr	**Bemerkung**	**Typ**	**belastbar**		**Bemerkung**	**Einsatz für Anschluss-kanäle**
			Zug	**Vortrieb**		
PP Einzelrohr	PP(2)	Steckverbindung (außen glatt)	1*	X	mit integrierter Schweißverbindung möglich	ja
PP Rohrstrang	PP(2)	Heizelement-stumpf-schweißung	X		Schweißanleitung des Herstellers beachten	ja
PE Einzelrohr	PE 100-RC (3) (4) (5)	Steckverbindung (außen glatt)	1*	x	mit integrierter Schweißverbindung möglich	ja
PE Rohrstrang	PE 100-RC (3) (4) (5)	Heizelement-stumpf-schweißung	x		Schweißwülste außen entfernen(6)	ja
PE Einzelrohr	PE 100 (5)	Steckverbindung (außen glatt)	1*	X	mit integrierter Schweißverbindung möglich,	ja
PE Rohrstrang	PE 100 (5)	Heizelement-stumpf-schweißung	X		Schweißwülste außen entfernen (6)	ja
PVC Einzelrohr		Steckverbindung (außen glatt)		X		ja
GFK Einzel-rohr		Steckverbindung (außen glatt)		X		nein
Duktilguss Rohr	GGG mit Außen-schutz (ZMU)	Steckverbindung (außen auftra-gend)	X	X	Muffenverbindung mit Auszugsicherung	nein
Steinzeug Rohr		Steckverbindung (außen glatt)		X	Edelstahlhülse mit Dichtprofil	ja
Polymerbeton Rohr		Steckverbindung (außen glatt)		X	Edelstahlhülse mit Dichtprofil	nein
Stahlbeton Rohr		Steckverbindung (außen glatt)		X	Edelstahlhülse mit Dichtprofil	nein

Tabelle 2.-1: Rohre für das Berstverfahren

1* teilweise bedingt zugfeste Verbindungen
(2) PP-Werkstoff mit einem hohen E-Modul ≥ 1700 N/mm², gemäß DIN EN 1852-1, Tabelle 4, Fußnote D.
(3) RC = Resistance to crack, Spannungsrissbeständiges Rohr gemäß PAS 1075
(4) Rohr ohne additivem Schutzmantel (siehe PAS 1075)
(5) Rohr mit additiven Schutzmantel (siehe PAS 1075)
(6) siehe Abschnitt 2.5.2

2.6 Anforderungen an das Verfahren

Vor Beginn der Arbeiten ist eine sorgfältige Arbeitsvorbereitung durchzuführen, um festzustellen, welche Maßnahmen getroffen werden müssen, damit eine qualitätsgerechte Durchführung der Leistung ermöglicht wird. Die eingesetzten Berstverfahren müssen so ausgeführt werden, dass die Rohre bzw. der Rohrstrang während des Einziehvorganges nicht überbeansprucht werden.

2.6.1 Einfluss auf die Umgebung

Bei der Planung und Bauausführung müssen Einflüsse auf die Umgebung berücksichtigt werden.

Bei der Wahl des Aufweitkörpers (Aussendurchmesser des Aufweitkörpers / Altrohrinnendurchmesser) ist in Abhängigkeit der Bodenverhältnisse abzuwägen, welche Auswirkungen im Hinblick auf Erschütterungen, Bodenverschiebungen (mit Rücksicht auf benachbarte Leitungen) und hieraus resultierenden Hebungen an der Oberfläche noch vertretbar sind.

Berstmaßnahmen werden an einer Altrohrleitung vorgenommen. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass die Altrohrleitungen eingebettet in Verfüllmaterial in einem Rohrgraben liegen. Eine Klassifizierung des Baugrundes gemäß der geltenden Regelwerke für die offene Bauweise oder dem Mikrotunnelbau ist nicht zweckmäßig, da bei diesen Verfahrensgruppen von einem ungestörten Boden ausgegangen wird.

Das Baugrundgutachten sollte sich auf den gesamten Rohrgraben beziehen. Bei Dimensionsvergrößerungen kann eine weitergehende Betrachtung über den Rohrgraben hinaus erforderlich sein.

Als Stand der Technik können dimensionsgleiche Erneuerungen und die Querschnittsvergrößerung um eine Nennweite angenommen werden. Dimensionsvergrößerungen um mehr als eine Nennweite sind technisch machbar, erfordern aber eine detaillierte Betrachtung des Baugrundes und des Bauumfeldes und sind einer Einzelfallbetrachtung zu unterziehen.

Anhand folgender bodenmechanischer Kennwerte kann eine Abschätzung erfolgen:

- Korngröße, Korngrößenverteilung und Kornform
- Lagerungsdichte
- Zustandsform (Konsistenz, Plastizität)
- Scherfestigkeit und
- Zusammendrückbarkeit (Steifemodul)

Zur Bestimmung der Mindestüberdeckung und der Abstände zu Fremdleitungen oder Bauwerken wird das Aufweitmaß (Aufweitmaß = Aussendurchmesser des Aufweitkörpers minus Innendurchmesser Altrohrleitung) herangezogen. Zur Vereinfachung werden die Böden in die Kategorien bindige (Feinbestanteile wie Ton oder Schluff) und nichtbindige bzw. steinige Böden eingeteilt.

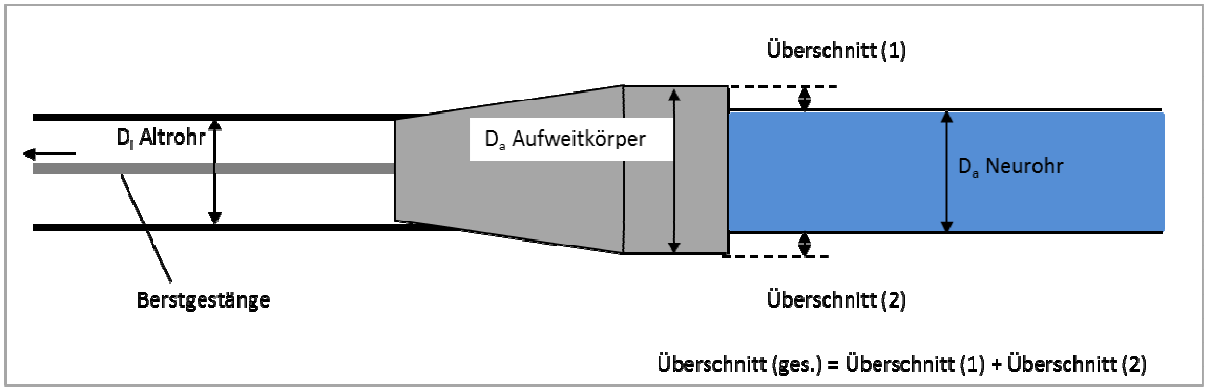


Abb.1-8: Systemskizze Aufweitmaß und Überschnitt

Unter Überschnitt versteht man den Ringraum, der infolge der Verwendung eines Aufweitkörpers mit größerem Aussendurchmesser als dem Aussendurchmesser des neuen Rohres entsteht. Im Normalfall soll der Überschnitt 10 bis 30 % betragen und so ein Verkanten der Altrohrscherben verhindern.
Dieser Überschnitt erzeugt den Berstkanal zum reibungsarmen Einzug des Neurohres. Der Überschnitt liegt bei ca. 10 – 30 % über dem Neurohrdurchmesser und wird sich nach dem Berstvorgang zurückstellen. Bei Böden mit hohem bindigen Anteil kann ein größerer Überschnitt erforderlich sein.

Neurohr [mm]	DA Aufweitkörper [mm]
63	80
75	100
90	115
110	145
125	165
140	205
160	205
180	240
200	280
225	280
250	320
280	320
315	345
355	395
400	445
450	495
500	550
560	610
630	690
710	830
800	920
900	1060
1000	1220
1200	1400

Tabelle 1.-3: Empfohlene Außendurchmesser der Aufweitkörper in Abhängigkeit vom Neurohrdurchmesser

Einhaltung der Mindestabstände:

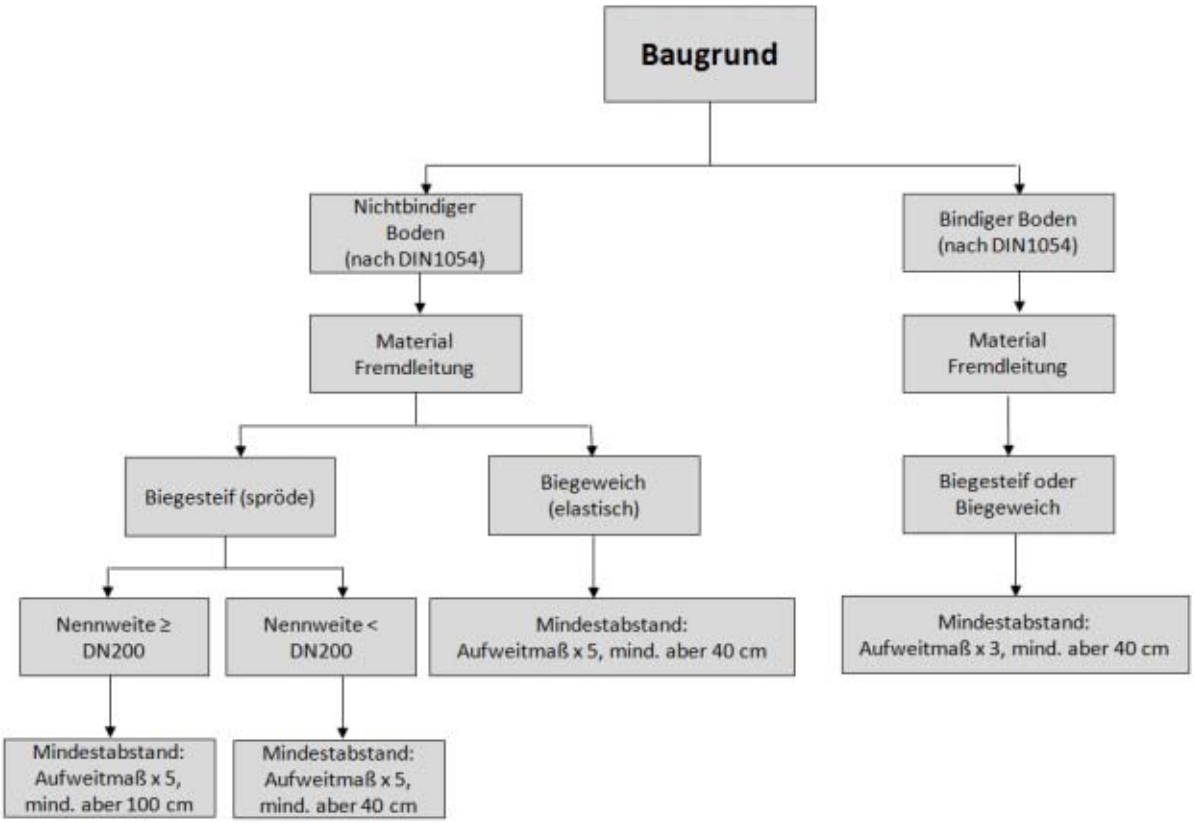


Abb.1.-9: Verfahrensschema zur Berücksichtigung der Mindestabstände zu Fremdleitungen (siehe auch Anhang 1)

Alle Baugruben sind unter Berücksichtigung der gültigen Vorschriften, insbesondere der DIN 4124 „Baugruben und Gräben; Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau“ herzustellen.

a) Mindestüberdeckung

Die Überdeckungshöhe (Abstand Altrohrscheitel zur Geländeoberfläche) sollte mindestens das 10-fache des Aufweitmaßes betragen. Dieser Wert sollte nicht unterschritten werden, da es ansonsten an der Geländeoberfläche zu Hebungen und anschließenden Setzungen infolge des Berstvorganges kommen kann. Bei grobkörnigen, stark verdichteten Böden kann im Einzelfall eine größere Überdeckung erforderlich sein.

b) Mindestabstände zu Fremdleitungen

Bei bindigen Böden :

Bei bindigen Böden (Böden mit einem Ton oder Schluffanteil >15 Massen-%) hat sich in der Praxis bei parallel verlaufenden Leitungen die Einhaltung eines lichten Abstandes bewährt, der mindestens das 3-fache des Aufweitungsmaßes, mindestens jedoch 40 cm betragen sollte.

Beispiel 1 : **Fremdleitung Duktilguss DN 200**

Zu erneuernde Altleitung DN 250

Neurohrdurchmesser DA 280

Außendurchmesser der Aufweitung DA 320

Bodenverdrängung (Aufweitmaß): 320 mm – 250 mm = 70 mm

Daraus folgt: 3 x 70 mm = 210 mm = 0,21 m

0,21 m < 0,40 m (Bedingung nicht erfüllt)

Mindestabstand 0,40 m

Mindestüberdeckungshöhe 10 x 0,07 m = 0,70 m

Bei nicht-bindigen und/ oder steinigen Böden :

Bei nicht-bindigen und/ oder steinigen Böden müssen die Mindestabstände zu anderen Ver- und Entsorgungsleitungen besonders betrachtet werden.

Bei spröden und bruchgefährdeten Rohrwerkstoffen (z.B. Steinzeug, Grauguss) der vorhandenen Fremdleitungen hat sich ein Mindestabstand vom 5-fachen des Aufweitmaßes bewährt, darf aber 40 cm nicht unterschreiten.

Bei Fremdleitungen aus spröden und bruchgefährdeten Rohrwerkstoffen ab einem Nenndurchmesser von 200 mm hat die Praxis gezeigt, dass aufgrund der der auftretenden Bodenverformung der Mindestabstand von 1,0 m nicht unterschritten werden sollte.

Nichtbindiger Boden:

Beispiel 2 : Fremdleitung Steinzeug DN 300

Zu erneuernde Altleitung DN 200

Neurohrdurchmesser DA 225

Außendurchmesser der Aufweitung DA 280

Bodenverdrängung (Aufweitmaß): 280 mm – 200 mm = 80 mm

Daraus folgt: 5 x 80 mm = 400 mm = 0,40 m
0,40 m < 1,0 m (Bedingung nicht erfüllt)

Mindestabstand 1,0 m

Mindestüberdeckungshöhe 10 x 0,08 m = 0,80 m

Nichtbindiger Boden:

Beispiel 3 : Fremdleitung Grauguss DN 100

Zu erneuernde Altleitung DN 400

Neurohrdurchmesser DA 450

Außendurchmesser der Aufweitung DA 495

Bodenverdrängung:
(Aufweitmaß): 495 mm – 400 mm = 95 mm

Daraus folgt: 5 x 95 mm = 475 mm = 0,48 m

0,48 m > 0,40 m (Bedingung erfüllt)

Mindestabstand ca. 0,50 m

Mindestüberdeckungshöhe 10 x 0,095 m = 0,95 m

Bei kritischen Abständen, z.B. querenden Leitungen, sind mit dem Betreiber dieser Leitungen besondere Schutzmaßnahmen (z.B. Freilegen der Leitungen) zu vereinbaren.

Die dimensionsgleiche Erneuerung ist der Standardfall. Eine Aufweitung um mehr als eine Dimension erfordert eine gesonderte Betrachtung.

2.6.2 Anforderungen an die Baugruben

2.6.2.1 Startbaugrube

Die Länge der Startbaugrube beim Berstverfahren richtet sich nach den zulässigen Biegeradien der Rohre (siehe Punkt 8.1), der Tiefenlage der Altrohrleitung, nach der Länge der einzelnen Rohre und nach der Länge des Berstkörpers. Die Platzverhältnisse müssen ein Auslegen des Rohrstranges außerhalb der Sanierungsstrecke zulassen.

Bei den Biegeradien ist der Kurzzeitbiegeradius des Neurohres einzuhalten. Dieser Kurzzeitbiegeradius wird vom Hersteller vorgegeben.

Folgende Parameter sind bei der Bemessung der Baugrubenlänge zu berücksichtigen:

- Rohrwandtemperatur zum Einbeizeitpunkt
- Neurohrabmessung
- Werkstoff der Neurohre

Die Baugrubenlänge kann nach den folgenden Gleichungen berechnet werden:

Gleichung (1):

$$L = \sqrt{H \cdot (4 \cdot R - H)} \text{ [m]}$$

Dabei ist:

L = Länge der Startbaugrube in m
H = Rohrsohlentiefe in m
R = Mindest-Biegeradius (in Abhängigkeit von Temperatur, Werkstoff und Abmessung) in m

Durch Anheben des Rohrstranges hinter der Baugrube (siehe auch Abb. 1.-11) kann die Länge der Baugrube gemäß Gleichung (2) reduziert werden.

Gleichung (2):

$$L^* = \sqrt{H \cdot (2 \cdot R - H)} \text{ [m]}$$

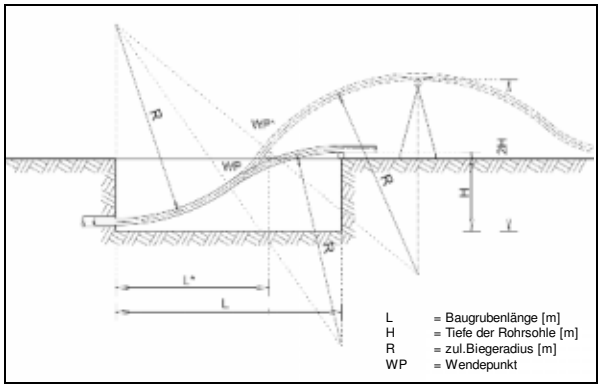


Abb. 1.-11: Beispiel für die Ausbildung einer Rohreinziehgrube beim Einbau eines Kunststoffrohrstranges

Die Richtungsänderungen im Rohrstrang müssen so gestaltet werden, dass sich ein gleichmäßiger Biegeradius ausbildet. Ein Abwinkeln des Rohrstranges an Zwangspunkten muss verhindert werden.

Die Baugrubenbreite beträgt ca. Außendurchmesser Neurohr + 2 x 60 cm Arbeitsraum, Baugrubentiefe ca. 10 cm unter Rohrsohle)

2.6.2.2 Zielbaugrube

Die Baugrubengröße beim dynamischen Bersten richtet sich nach dem Platzbedarf für die Bergung des Berstkörpers und der Aufweitung.

Die Baugrubengröße beim statischen Berstverfahren (Maschinenbaugrube) richtet sich nach dem Platzbedarf für die Berstlafette oder den Berstkörper, sowie der Erstellung des Widerlagers.

Das Widerlager muß durch fachkundiges Personal erstellt werden, denn es muß alle Kräfte der Berstlafette aufnehmen.

2.6.2.3 Baugrube zur Einbindung von Hausanschlüssen und Zuläufen

Hausanschlüsse und Zuläufe sind vor Beginn des Berstvorgangs in offener Bauweise von der zu erneuernden Rohrleitung zu trennen, um Beschädigungen zu vermeiden. Die Abmessungen dieser Baugrube richten sich nach den Erfordernissen für die Neuanbindung.

2.6.2.4 Baugrube zur Beseitigung eines Zwangspunktes

Die Abmessungen dieser Baugrube richten sich nach der Art des Zwangspunktes und den Erfordernissen für einen eventuellen späteren Einbau neuer Rohre oder Formstücke.

2.6.3 Anforderungen an die Ausrüstung

Voraussetzung für eine qualitätsgerechte, umweltverträgliche Durchführung der Berstmaßnahme ist eine einwandfrei gewartete Ausrüstung, die auch den geltenden Vorschriften hinsichtlich

- Sicherheit,
- Lärmschutz,
- Reinhaltung von Luft, Boden und Wasser

genügt.

Mess- und Regeleinrichtungen müssen in festgelegten Intervallen, jedoch mindestens einmal jährlich, überprüft werden. Die Durchführung der Überprüfung ist zu dokumentieren.

Die Bedienung der Ausrüstung darf nur durch geschultes, mit den Bedienungsanweisungen der gerätetechnischen Ausrüstung und entsprechenden Arbeitsanweisungen vertraut gemachtes Personal erfolgen.

3 Gütesicherung auf der Baustelle

3.1 Dokumentation und Rückverfolgbarkeit

Für jede durchgeführte Berstmaßnahme muss durch das beauftragte und dem Auftraggeber zu benennende Personal eine lückenlose Dokumentation sämtlicher relevanter Prozess-Schritte angefertigt werden. Art und Umfang der Daten sind vor Beginn der Baumaßnahme zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer festzulegen.

Die Dokumentation muss mindestens folgende Unterlagen umfassen:

- Berstprotokoll (Anhang 3) mit mindestens folgenden Angaben :
    - Ausführendes Unternehmen
    - Datum
    - Genaue Ortsangabe
    - Schachtnummern bzw. Baugrubenbezeichnung
    - Längen des Altrohres
    - Nennweiten des Altrohres
    - Werkstoffe des Altrohres
    - Verantwortliche Fachkraft
    - Eingesetztes Neurohr (Material, Stangenlänge, Kennzeichnung)
    - Art und Lage der Rohrverbindungen
- Baustellentagesbericht
- Schweißprotokolle nach DVS 2207 soweit erforderlich
- Protokolle von Dichtheitsprüfungen nach DIN EN 1610

Diese Aufzeichnungen sind über einen Zeitraum von 10 Jahren durch den Auftragnehmer aufzubewahren, sofern mit dem Auftraggeber nicht andere Fristen vereinbart werden.

3.2 Kontrolle und Lagerung der Materialien auf der Baustelle

Anlieferung und Lagerung der einzuziehenden Medium- und Schutzrohre hat unter Beachtung der jeweils gültigen Regelwerke sowie der Herstellervorschriften zu erfolgen. Bei Anlieferung sind die Rohre einer Eingangskontrolle zu unterziehen sowie die aufgedruckten Angaben zu überprüfen und zu dokumentieren. Vor Einbau der Rohre und Rohrleitungsteile sind diese auf evtl. Beschädigungen zu überprüfen.

3.3 Verfahrenstechnische Gütesicherung

3.3.1 Rohrverbindungen

Die Art und Anzahl der Rohrverbindungen ist im Baustellenprotokoll zu dokumentieren. Für Schweißverbindungen bei Rohrsträngen sind zusätzlich Schweißprotokolle zu führen.

3.3.2 Einbringvorgang

Das Mediumrohr (Neurohr) ist unter Berücksichtigung der zulässigen Zugkräfte und Biegeradien beschädigungsfrei einzubringen.

Beschädigungen des Schutzmantels bei ummantelten Rohren stellen keinen Mangel dar.

3.3.3 Einbindung im Schachtbereich

Die Einbindung des Neurohres in den Schacht muss hinterwanderungsfrei erfolgen. In diesem Bereich muss ein dichter Übergang zwischen der Schachtwandung und dem Neurohr hergestellt werden.

Dies kann durch den Einbau von entsprechenden Übergangsstücken (z.B. Schachtfutter) oder Dichtungen (z.B. wasserquellfähige Dichtringe) erfolgen.

Das Gerinne des Schachtes ist fachgerecht herzustellen und muss an das eingebaute Neurohr angepasst werden.

3.3.4 Abzweig- und Hausanschlussleitungen

Hausanschlüsse und Abzweig- bzw. Zulaufleitungen sind in offener Bauweise einzubinden.

4 Prüfungen

4.1 Prüfen der Rohre

Das Neurohr ist nach dem Einbau durch eine visuelle Überprüfung auf Deformationen bzw. Schäden zu untersuchen. Die Überprüfung ist zu dokumentieren.

4.2 Dichtheitsprüfung

Die Dichtheitsprüfung ist gemäß DIN EN 1610 „Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und Kanälen“ durchzuführen.

4.3 Wareneingangsprüfung

Die zu verlegenden Rohre sind vor dem Einbau einer optischen Kontrolle zu unterziehen. Die entsprechenden Regelwerke sind zu beachten (siehe Punkt 3.2).

4.4 Überwachung der eingesetzten Prüfmittel

Alle Prüfmittel, die dem dokumentierten Nachweis der Qualität der erneuerten Rohrleitung dienen, müssen einer regelmäßigen Überprüfung mit geeigneten Verfahren oder Hilfsmitteln unterzogen werden. Hierzu gehören insbesondere Messgeräte für die Dichtheitsprüfung.

Die Messgeräte sind mit Geräte- bzw. Inventarnummern und der Fälligkeit der nächsten Überprüfung zu versehen. Diese sind in den jeweiligen Geräteprotokollen zu vermerken.

Die vorgenannten Festlegungen gelten sinngemäß auch für Messgeräte, die fest in Arbeitsgeräte integriert sind und nur im Verbund mit diesen geprüft werden können.

5 Rohrstatik

Für die statische Dimensionierung der Neurohre ist das Teilsicherheitskonzept gemäß DWA-A 161 anzuwenden.

5.1 Bauzustand

Die auf das Neurohr wirkenden Kräfte, resultierend aus der Mantelreibung und anderen verfahrensspezifischen Belangen (z.B. Biegeradien), müssen sowohl vom Neurohr, als auch von den Rohrverbindungen schadlos aufgenommen werden. Die zulässigen Biegeradien bzw. Abwinklungen in den Muffenverbindungen sind einzuhalten.

Die statische Nachweisführung des Bauzustandes kann gemäß DWA-A 161 und/oder den Herstellerangaben erfolgen.

5.2 Betriebszustand

Eine statische Berechnung der Neurohre ist gemäß DWA-A 161 für die Belastung quer zur Rohrachse durchzuführen.

Die statische Berechnung des Betriebszustandes ist unter Berücksichtigung nachfolgender Einwirkungen durchzuführen:

- Erd- und Verkehrslasten
- Wasseraußendruck
- Innendruck
- nicht vorwiegend ruhende Belastung (Ermüdungsnachweis)
- Temperatureinwirkungen

Für die Einwirkung „Erd- und Verkehrslast“ ist der statische Nachweis gemäß DWA-A 161 zu führen.

Für die Einwirkung „Wasseraußendruck“ ist der statische Nachweis gemäß DWA-A 161 als elastisch gebettetes Rohr zu führen. Sofern biegeweiche Neurohre eingesetzt werden, wird empfohlen, eine Ovalisierung von 3 % des mittleren Neurohrdurchmessers oder falls maßgebend die Verformung aus Erd- und Verkehrslast (unter Gebrauchslast) zu berücksichtigen. Eine Spaltbildung zwischen Neu- und Altrohr kann vernachlässigt werden, da erfahrungsgemäß eine Rückverformung des umgebenden Bodens eintritt. Diese führt zu einer kontinuierlichen Bettung (siehe Rechenmodell für Erd- und Verkehrslasten gemäß DWA-A 161). Eine lokale Vorverformung ist abhängig vom Verfahren, vom Baugrund und von der Bauausführung. Es wird empfohlen 2 % des mittleren Neurohrradius anzusetzen.
Projektbezogen können in der Planung abweichende Imperfektionen angesetzt werden.

Für die Einwirkung „Innendruck“ ist der statische Nachweis gemäß DWA-A 161 zu führen. Die Überlagerung mit der Einwirkung „Erd- und Verkehrslast“ ist zu berücksichtigen.

Für die Einwirkung „nicht vorwiegend ruhende Belastung“ ist der statische Nachweis gemäß DWA-A 161 mit den dort gennannte Anwendungsgrenzen zu führen. Dieser Nachweis ist erforderlich unter dem Gleiskörper von Eisenbahnen, unter Flugbetriebsflächen und bei einer Erdüberdeckung < 1,5 m unter Straßen.

Die Einwirkung „Temperatur“ ist bei hohen Medientemperaturen außerhalb der normativen Abwassertemperaturen zu berücksichtigen. Es ergeben sich Auswirkungen hinsichtlich der Werkstoffeigenschaften (z.B. Temperaturabhängigkeit von E-Modul und Festigkeit bei Kunststoffen) sowie hinsichtlich des Spannungs-/Dehnungsverhaltens der Rohrleitung (temperaturbedingte Zwangsbeanspruchung).

6 Bestimmungen und Normen

6.1 Normen

DIN 1054	Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau
DIN 1960	VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil A: Allgemeine Bestimmungen für die Vergabe von Bauleistungen
DIN 4022-1	Baugrund und Grundwasser; Benennen und Beschreiben von Boden und Fels; Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben im Boden und im Fels
DIN 4060	Rohrverbindungen von Abwasserkanälen und –leitungen mit Elastomerdichtungen – Anforderungen und Prüfungen an Rohrverbindungen, die Elastomerdichtungen enthalten
DIN 4124	Baugruben und Gräben; Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten
DIN EN 752	Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden
DIN EN 1610	Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und –kanälen
DIN EN 1852-1	Kunststoff-Rohrleitungssysteme für erdverlegte Abwasserkanäle und -leitungen - Polypropylen (PP) –Teil 1: Anforderungen an Rohre, Formstücke und das Rohrleitungssystem
DIN EN 12484-2	Bewässerungsverfahren - Automatische Rasenbewässerungssysteme - Teil 2: Gestaltung und Definition von typischen technischen Darstellungen
DIN EN 12889	Grabenlose Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und –kanälen
DIN EN 13566-1	Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen (Freispiegelleitungen) - Teil 1: Allgemeines
DIN EN 15885	Klassifizierung und Eigenschaften von Techniken für die Renovierung und Reparatur von Abwasserkanälen und –leitungen; Deutsche Fassung EN 15885

DIN EN ISO 10931	Kunststoff-Rohrleitungssysteme für industrielle Anwendungen - Polyvinyliden Fluoride (PVDF) - Anforderungen an Rohrleitungsteile und das Rohrleitungssystem (ISO/DIS 10931:2003); Deutsche Fassung prEN ISO 10931
DIN EN ISO 11296-1	Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen (Freispiegelleitungen) Teil 1: Allgemeines
DIN EN ISO 14688-1	Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden – Teil 1: Benennung und Beschreibung
PAS 1075	Rohre aus Polyethylen (PE 100-RC) für alternative Verlegetechniken, Technische Anforderungen und Prüfung

6.2 DWA / DVGW Regelwerk

DVGW G 472	Gasleitungen bis 10 bar Betriebsdruck, aus Polyethylen (PE 80, PE 100 und PE-Xa) – Errichtung
DVGW W 400-2	Technische Regeln Wasserverteilungsanlagen (TWRV) – Teil 2: Bau und Prüfung
DVGW GW 304	Rohrvortrieb
DVGW GW 312	Statische Berechnung von Vortriebsrohren
DVGW GW 323	Grabenlose Erneuerung von Gas- und Wasserversorgungsleitungen durch Berstlining: Anforderungen, Gütesicherung und Prüfung
DWA-Regelwerk 118	Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen
DWA-A 125	Rohrvortrieb
DWA-A 161	Statische Berechnung von Vortriebsrohren
DWA-M 143-15	Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden; Teil 15: Erneuerung von Abwasserleitungen und -kanälen durch Berstverfahren
ATV-M 101	Planung von Entwässerungsanlagen, Neubau-, Sanierungs- und Erneuerungsmaßnahmen
ATV-M 143-2	Inspektion, Instandsetzung, Sanierung und Erneuerung von Abwasserkanälen und –leitungen - Teil 2: Optische Inspektion
ATV-M 149	Zustandserfassung, -klassifizierung und –bewertung von Abwasserkanälen und –leitungen
ATV-DVWK-A 127	Richtlinie für die statische Berechnung von Entwässerungskanälen und -leitungen

ATV-DVWK-A 139	Einbau- und Prüfung von Abwasserleitungen und –kanälen
ATV-DVWK-M 143-1	Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden - Teil 1: Grundlagen

6.3 RSV – Regelwerk

RSV-M 5	Reparatur von Entwässerungsleitungen und Kanälen durch Roboterverfahren
RSV-M 7.1	Renovierung von drucklosen Leitungen / Anschlussleitungen mit vor Ort aushärtendem Schlauchlining
RSV-M 7.2	Hutprofiltechnik zur Einbindung von Anschlußleitungen Reparatur/Renovierung
RSV-M 10	Kunststoffrohre für grabenlose Bauweisen

6.4 Richtlinien

DVS-Richtlinie 2205, Teil 1:	Berechnung von Behältern und Apparaten aus Thermoplasten - Kennwerte
DVS-Richtlinie 2207, Teil 1:	Schweißen von thermoplastischen Kunststoffen; Heizelementschweißen von Rohren; Rohrleitungsteile und Tafeln aus PE-HD
DVS-Richtlinie 2207,Teil 11:	Schweißen von thermoplastischen Kunststoffen; Heizelementschweißen von Rohren; Rohrleitungsteile und Tafeln aus PP
DVS-Richtlinie 2208, Teil 1:	Maschinen und Geräte zum Schweißen von thermoplastischen Kunststoffen; Heizelementschweißen
RAL GZ 961	Herstellung und Instandhaltung von Abwasserleitungen und -kanälen – Gütesicherung

6.5 Unfallverhütungsvorschriften und weitere Berufsgenossenschaftliche Regelungen

BGV A 1	UVV „Grundsätze der Prävention“
BGV C 5	Abwassertechnische Anlagen
BGV C 22	Bauarbeiten (mit Durchführungsanweisungen)
BGV D 6	Krane
BGV D 8	Winden, Hub- und Zuggeräte
BGR 126	Arbeiten in umschlossenen Räumen von abwassertechnischen Anlagen

BGR 128	„Arbeiten im Kontaminierten Bereich“
BGR 198	Einsatz von persönlicher Schutzausrüstung gegen Absturz
BGR 199	Retten aus Höhen und Tiefen mit persönlicher Schutz-ausrüstung
BGR 236	„Rohrleitungsbauarbeiten“
BGR 500	„Betreiben von Arbeitsmitteln“
BGR 500 Kap. 2.26	Schweißen, Schneiden und verwandte Arbeitsverfahren
BGR 500 Kap. 2.8	Lastaufnahmeeinrichtungen für Hebezeugbetrieb
BGI 802	„Sicherheitshinweise für die Arbeiten mit provisorischen Rohrabsperrgeräten“

6.6 Gesetze und Verordnungen

WHG	Wasserhaushaltsgesetz
AbfG	Abfallgesetz
AbfBestV	Abfallbestimmungsverordnung
RestBestV	Reststoffbestimmungsverordnung
GefStoffV	Gefahrstoffverordnung
AbfRestÜberwV	Abfall- und Reststoffüberwachungsverordnung
GGVSEB	Gefahrgutverordnung Straße Eisenbahn Binnenschiff Fahrt
ArbSchG	Arbeitsschutzgesetz
BetrSichV	Betriebssicherheitsverordnung
ArbStättV	Verordnung über Arbeitsstätten
BaustellV	Baustellenverordnung, u.a. SiGeKo
BiostoffV	Biostoffverordnung

6.7 Literatur

Rameil, Meinolf	Rohrleitungserneuerung mit Berstverfahren, 2010

7 Anlagen

7.1: Zulässige Mindestbiegeradien von Polyethylen- (PE) und Polypropylenrohren (PP-HM) (s. a. Punkt 7.2)

Zulässige Mindestbiegeradien von PE-Rohren in Abhängigkeit von Rohrwandtemperatur und Nennaußendurchmesser [nach DVGW GW 323]

Rohrwandtemperatur in °C	Ermittlung Mindestbiegeradius **R bei PE**
0	50 d_n
10	35 d_n
20	20 d_n

Tab. 1.-4 [Herstellerangaben berücksichtigen]

Zulässige Mindestbiegeradien für PP-HM-Rohre

Zulässige Mindestbiegeradien von PP-HM-Rohren in Abhängigkeit von Rohrwandtemperatur und Nennaußendurchmesser

Rohrwandtemperatur in °C	Ermittlung Mindestbiegeradius **R bei PP-HM**
0	85 d_n
10	55 d_n
20	30 d_n

Tab.1.-5 [Herstellerangaben berücksichtigen]

7.2 Mindestbiegeradien von Polyethylenrohren

Dauerhafte, trassenbedingte Bögen von Rohrleitungen aus PE 80 oder PE 100 müssen Randfaserdehnung ≤ 3 % bei 20 °C entsprechend DVS 2205-1 aufweisen, das entspricht aufgerundet 20 x d_n, wie in DVGW G 472 (A) bzw. DVGW W 400-2 (A) angegeben, sowie entsprechende Werte bei tieferen Temperaturen (50 x d_n bei 0 °C).

Kurzzeitig, bauverfahrensbedingt darf der Biegeradius von Rohren im drucklosen Zustand bei 20 °C in Anlehnung an CEN/TS 15223 folgende Werte erreichen:

- Rohre PE 80 oder PE 100 SDR 17 : R_{min} = 10 x d_n
- Rohre PE 80 oder PE 100 SDR 11 : R_{min} = 10 x d_n

Dabei ist

R_{min}	Mindestbiegeradius	in mm
d_n	Nennaußendurchmesser (DN/OD)	in mm

Bei 0 °C gelten die 2,5fachen Werte. Zwischen 0 °C und 20 °C kann linear interpoliert werden. Die obigen Werte gelten auch für PE-Xa.

Abhängig vom Werkstoff kann der Rohrhersteller im Einzelfall niedrigere Werte zulassen.

7.3 : Baustellenprotokoll für das Berstverfahren

Bauvorhaben: _____ Datum: _____
Straße / Ort: _____ Wetter / Temperatur: _____
Auftragnehmer: _____ Verantwortliche Fachkraft: _____
Auftraggeber: _____ _____

Daten der zu erneuernden Rohrleitung

Leitungsart: Schmutzwasser Regenwasser Mischwasser

Nennweite / Rohrwerkstoff: _____
Von Baugrube / Schacht Nr.: _____ Sohltiefe: _____ m
Bis Baugrube / Schacht Nr.: _____ Sohltiefe: _____ m

Haltungslänge: _____ m

Daten der Neurohrleitung

Rohrwerkstoff: _____ Kennzeichnung _____
Außendurchmesser / Nennweite _____ mm Wanddicke: _____ mm
Rohrverbindungsart: _____ Rohrlänge: _____ m

Rohrreinigung: Datum: _____ Vorinspektion: _____
Reinigungsart: _____ Datum: _____

Berstverfahren: statisch dynamisch Kaliberbersten

Durchmesser Aufweitkörper ..... mm

Rohrstrangeinbau:

Zulässige Zugkraft (kN) ..... gemessene Zugkraft (kN) .....

Einzelrohreinbau:

Zulässige Verspannkraft (kN) ..... eingestellte Verspannkraft (kN) .....

Eingehalten ja nein, Begründung .....

Anzahl der Anschlüsse _____ Schachteinbindung: _____
Einbindungsart

Skizze (Rückseite)

Besonderheiten: _____

Datum und Unterschrift verantwortliche Fachkraft Datum und Unterschrift Auftraggeber

7.4 Anhang 1:

Einteilung des Baugrundes nach DIN 1054

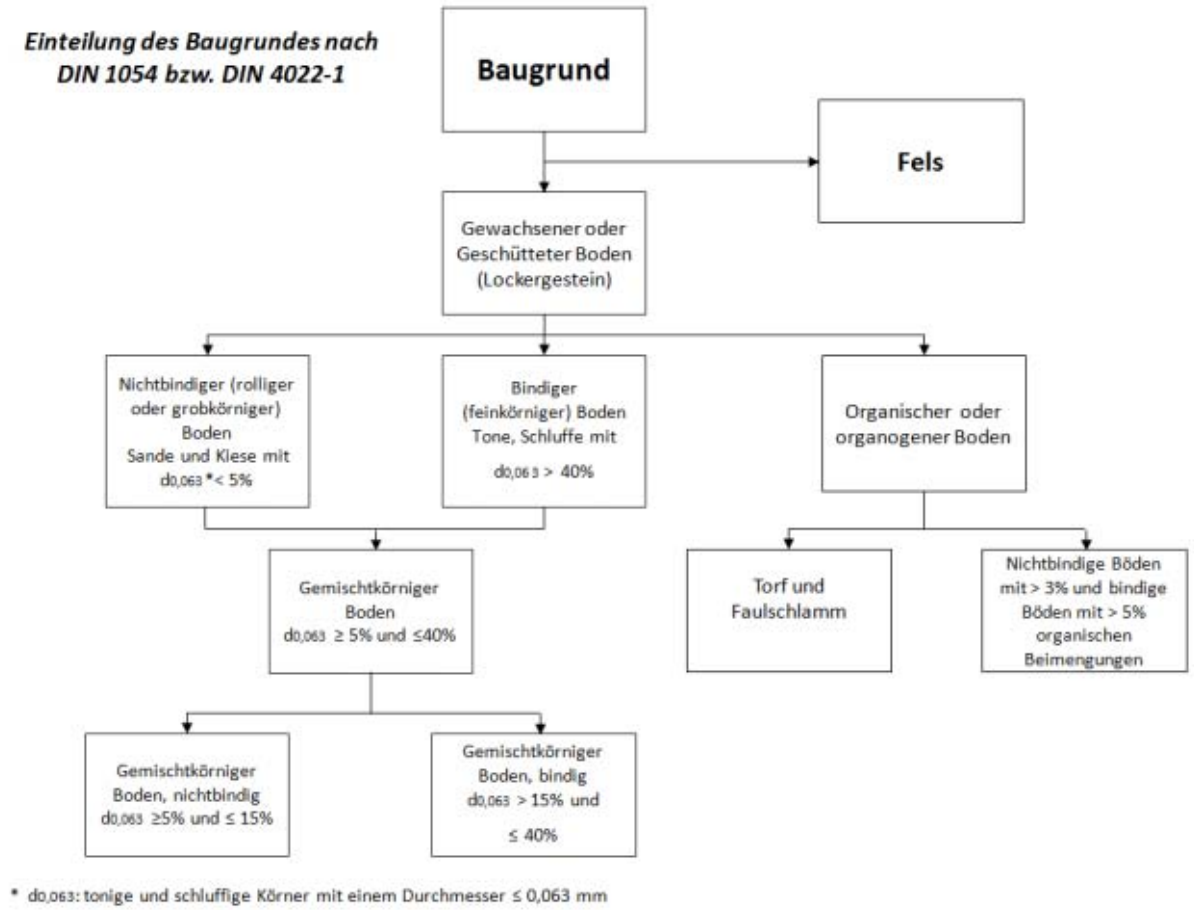


Abb.1.-12: Einteilung des Baugrundes in Fels und Lockergestein (gewachsene Böden und geschüttete Böden) nach DIN 1054.

Erläuterungen:

Gewachsener Boden

Der gewachsene Boden ist der natürliche, durch abgeschlossene erdgeschichtliche Vorgänge (Verwitterung, Ablagerung) entstandene, ungestörte Boden. In der Regel eignet sich der gewachsene Boden durch die höhere Lagerungsdichte besser zur Bauwerksgründung als geschütteter Boden.

Geschütteter Boden

Der geschüttete Boden entsteht durch künstliche Auffüllung oder Aufspülung z.B. im Rahmen einer Baumaßnahme. Je nach Bodenart und Grad der maschinellen Verdichtung variiert die Tragfähigkeit dieser Böden zwischen sehr niedrig und hoch. Da sowohl der gewachsene wie auch der geschüttete Boden denselben Klassifikationskriterien nach DIN 1054 bzw. DIN 18196 unterliegen, werden auch ihre bodenmechanischen Eigenschaften nach denselben Grundsätzen beurteilt.

Nichtbindiger Boden

Unter einem nichtbindigen Boden versteht man einen grobkörnigen (oder auch rolligen) Boden, der einen Feinkornanteil mit d ≤ 0,063 mm von maximal 5 % aufweist. Dazu zählen Kiese und Sande in unterschiedlichen Korngrößen und Mischungen sowie Steine und Blöcke. Der Feinkornanteil des Bodens nimmt bei nichtbindigen Böden keinerlei Einfluss auf dessen bodenmechanisches Verhalten.

Bindiger Boden

Ein bindiger Boden besteht zu über 40 % aus feinkörnigen Bestandteilen (Tone, Schluffe) mit einem Korndurchmesser d ≤ 0,063 mm. Die bodenmechanischen oder auch plastischen Eigenschaften eines bindigen Bodens werden allein durch seinen Feinkornanteil bestimmt.

Gemischtkörniger Boden

Gemischtkörnige Böden sind Mischböden mit einem Feinkornanteil d ≤ 0,063 mm zwischen 5 % und 40 %. In der Regel zählt ein gemischtkörniger Boden ab einem Feinkornanteil von größer 15 % zu einem bindigen Boden, da ab diesem Wert der Boden plastische Eigenschaften aufweist.

Organischer oder organogener Boden

Als einen organischen Boden bezeichnet man im Grundbau einen Boden, der durch die Zersetzung von tierischen und pflanzlichen Produkten entstanden ist, wie Humus, Torf oder Faulschlamm. Organogene Böden oder Böden mit organischen Beimengungen können grob- und gemischtkörnige, nichtbindige Böden mit mehr als 3 % organischen Bestanteilen, wie auch schluffige und tonige Böden mit einem Organik-Anteil größer 5 % darstellen.

7.5 Anhang 2:

Hinweise zur Beurteilung des Baugrundes

Die Zusammendrückbarkeit und auch die Scherfestigkeit des anstehenden Bodens sind abhängig von der Kornform der Bodenteilchen. Sehr ungleichförmiger Boden, der vom Feinst- bis Grobkorn eine gute Durchmischung aufweist, hat eine geringere Zusammendrückbarkeit als ein gleichförmiger Boden, der recht gleiche Korngrößen zeigt.
Die Ungleichförmigkeitszahl C_u gibt hier Hinweise [1]).

- $C_u < 5$ gleichkörnig, leicht komprimierbar
- $5 < C_u < 15$ ungleichkörnig, komprimierbar
- $C_u > 15$ sehr ungleichkörnig, schwer komprimierbar

Auch sehr grobe Kornanteile gehen zu Lasten der Zusammendrückbarkeit.

Ein wichtiger Kennwert für die Beurteilung des anstehenden Baugrundes ist die Lagerungsdichte. Grobkörnige und gleichkörnige Böden lassen sich nicht so leicht zusammendrücken, wie feinkörnige oder gar sehr feinkörnige. Je höher der Porenanteil bzw. die Porenzahl ist, desto besser lässt sich ein Boden komprimieren.

Es gibt mehrere Methoden zur Bestimmung der Lagerungsdichte D. Bei den Laborversuchen kann man bei den Lockergesteinen ab Sandkörnkröße die Lagerungsdichte mit der Schlaggabel oder alternativ bei bindigen Lockergesteinen mit dem Proctorversuch bestimmen. Eine Proctordichte von ca.98 % gilt als dichte Lagerung.

Eine weit verbreitete Methode ist die Bestimmung der Lagerungsdichte vor Ort mit Ramm- oder Drucksondierungen. Wichtig dabei ist natürlich die Untersuchung im Bereich des Rohrgrabens. Bei den Rammsondierungen werden verschiedene Arten von Rammsonden mit unterschiedlichen Fallgewichten und unterschiedlichen Spitzenquerschnitten unterschieden.

So sind folgende Rammsonden im Einsatz:

- Leichte Rammsonde [DPL (Dynamic Probing Light), mit 10 cm² Spitzenquerschnitt]
- Leichte Rammsonde [DPL-5, mit 5 cm²]
- Mittelschwere Rammsonde [DPM (Dynamic Probing Medium), 10 cm²]
- Schwere Rammsonde [DPH (Dynamic Probing Heavy), 15 cm² Spitzenquerschnitt]
- Standardpenetrationtest-Sonde (SPT, 20 cm²)

Entscheidend bei der Beurteilung der Ergebnisse ist die Frage ab wann die Lagerungsdichte des Bodens eine weitere Komprimierung verhindert.

Als Anhalt können folgende Werte heranzezogen werden:

- Leichte Rammsondierung DPL > 37 Schläge pro 10 cm
- Mittelschwere Rammsondierung DPM > 28 Schläge pro 10 cm
- Schwere Rammsondierung DPH > 17 Schläge pro 10 cm
- Standardpenetrationtest SPT > 30 Schläge pro 30 cm

[1] **DIN EN ISO 14688** Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden - Teil 1: Benennung und Beschreibung

Eine andere Insitu-Methode zur Bestimmung der Lagerungsdichtebestimmung ist die Drucksondierung (CPT = Cone Penetration Test). Bei dieser Form kann über den Eindringwiderstand Rückschluss auf die Lagerungsdichte gezogen werden. Bei der Drucksondierung wird mit konstanter Geschwindigkeit (1 m/min) ein genormter Sondenkopf in den Baugrund gedrückt und Spitzenwiderstand und die Mantelreibung gemessen. Spitzenwiderstände unter 5 MN/m² gelten als locker, 10 – 15 MN/m² als mitteldicht und mehr als 15 MN/m² als dicht gelagert.

Die Zusammendrückbarkeit des Bodens wird in einem Baugrundgutachten meist in Form des Steifemoduls Es oder des Verformungsmoduls Ev angegeben (in MN/m² bzw. kN/m²). Es-Werte über 100 MN/m² sprechen für mitteldichte Lagerung, Werte über 250 MN/m² für eine sehr dichte Lagerung, die Verdrängbarkeit ausschließt.

8 Bearbeitung

Der RSV-Arbeitsgruppe „Erneuerung von Entwässerungskanälen und –anschlußleitungen mit dem Berstverfahren“, die dieses Merkblatt erarbeitet hat, gehören folgende Mitarbeiter an:

Horst Zech (Obmann), Lingen (Ems)

Werner Bezela, Krefeld

Dr. Heinz Doll, Nürnberg

Michael Feller, Mülheim a. d. Ruhr

Ralf Glanert, Twist

Klaus Hilchenbach, Greven

Christoph Kraaibeek, Friedland

Bettina Linke, Hagen

Burkhard Malcus, Mannheim

Karsten Rettberg, Göttingen

Bernd Richter, Chemnitz

Jörg Sommer, Schmallenberg

Nico Schlenther, Salzgitter

Oliver Schmidt, Troisdorf

Sebastian Schwarzer, Lennestadt

Dr. René Thiele, Markranstädt

Heiko Weber, Baunatal

Gast: Eckhard Becker, Kassel
Meinolf Rameil, Lennestadt

An vorhergehenden Auflagen des RSV-Merkblattes 8 haben außerdem mitgewirkt:

Andreas Böker †, Essen

Michael Loh, Nürnberg

Werner Manske, Hannover

Meinolf Rameil, Lennestadt

Thomas Reineck, Essen

Matthias Seck, Herne

Hans Tjärnberg, Teterow

Yvonne Walther, Dresden

RSV-Regelwerke

RSV Rohrleitungssanierungsverband e.V.

www.vulkan-verlag.de

Jetzt bestellen!

RSV Merkblatt 1
Renovierung von Entwässerungskanälen und -leitungen mit vor Ort härtendem Schlauchlining
2011, 48 Seiten, DIN A4, broschiert, € 35,-

RSV Merkblatt 2
Renovierung von Abwasserleitungen und -kanälen mit Rohren aus thermoplastischen Kunststoffen durch Liningverfahren ohne Ringraum
2009, 38 Seiten, DIN A4, broschiert, € 29,-

RSV Merkblatt 2.2
Renovierung von Abwasserleitungen und -kanälen mit vorgefertigten Rohren durch TIP-Verfahren
2011, 32 Seiten DIN A4, broschiert, € 29,-

RSV Merkblatt 3
Renovierung von Abwasserleitungen und -kanälen durch Liningverfahren mit Ringraum
2008, 40 Seiten, DIN A4, broschiert, € 29,-

RSV Merkblatt 4
Reparatur von drucklosen Abwässerkanälen und Rohrleitungen durch vor Ort härtende Kurzliner (partielle Inliner)
2009, 20 Seiten, DIN A4, broschiert, € 29,-

RSV Merkblatt 5
Reparatur von Entwässerungsleitungen und Kanälen durch Roboterverfahren
2007, 22 Seiten, DIN A4, broschiert, € 27,-

RSV Merkblatt 6
Sanierung von begehbaren Entwässerungsleitungen und -kanälen sowie Schachtbauwerken - Montageverfahren
2007, 23 Seiten, DIN A4, broschiert, € 29,-

RSV Merkblatt 6.2
Sanierung von Bauwerken und Schächten in Entwässerungssystemen
2012, 41 Seiten, DIN A4, broschiert, € 35,-

RSV Merkblatt 7.1
Renovierung von drucklosen Leitungen / Anschlussleitungen mit vor Ort härtendem Schlauchlining
2009, 30 Seiten, DIN A4, broschiert, € 29,-

RSV Merkblatt 7.2
Hutprofiltechnik zur Einbindung von Anschlussleitungen – Reparatur / Renovierung
2009, 31 Seiten, DIN A4, broschiert, € 30,-

RSV Merkblatt 8
Erneuerung von Entwässerungskanälen und -anschlussleitungen mit dem Berstliningverfahren
2006, 27 Seiten, DIN A4, broschiert, € 29,-

RSV Merkblatt 10,
Kunststoffrohre für grabenlose Bauweisen
2008, 55 Seiten, DIN A4, broschiert, € 37,-

RSV Information 11
Vorteile grabenloser Bauverfahren für die Erhaltung und Erneuerung von Wasser-, Gas- und Abwasserleitungen
2012, 42 Seiten DIN A4, broschiert, € 9,-

Auch als eBook erhältlich

WISSEN FÜR DIE ZUKUNFT

Vulkan Verlag

Faxbestellschein an: +49 201 / 82002-34 oder abtrennen und im Fensterumschlag einsenden

Ja, ich / wir bestelle(n) gegen Rechnung:

___ Ex. RSV-M 1	€ 35,-	___ Ex. RSV-M 6.2	€ 35,-
___ Ex. RSV-M 2	€ 29,-	___ Ex. RSV-M 7.1	€ 29,-
___ Ex. RSV-M 2.2	€ 29,-	___ Ex. RSV-M 7.2	€ 30,-
___ Ex. RSV-M 3	€ 29,-	___ Ex. RSV-M 8	€ 29,-
___ Ex. RSV-M 4	€ 29,-	___ Ex. RSV-M 10	€ 37,-
___ Ex. RSV-M 5	€ 27,-	___ Ex. RSV-I 11	€ 9,-
___ Ex. RSV-M 6	€ 29,-	zzgl. Versandkosten	

☐ Ich bin RSV-Mitglied und erhalte 20 % Rabatt auf die gedruckte Version (Nachweis erforderlich!)

Antwort

Vulkan-Verlag GmbH
Versandbuchhandlung
Postfach 10 39 62
45039 Essen

Firma/Institution

Vorname, Name des Empfängers

Straße / Postfach, Nr.

Land, PLZ, Ort

Telefon Telefax

E-Mail

Branche / Wirtschaftszweig

Bevorzugte Zahlungsweise ☐ Bankabbuchung ☐ Rechnung

Bank, Ort

Bankleitzahl Kontonummer

✘ Ort, Datum, Unterschrift

XFRSVM1212

Widerrufsrecht: Sie können Ihre Vertragserklärung innerhalb von zwei Wochen ohne Angabe von Gründen in Textform (z.B. Brief, Fax, E-Mail) oder durch Rücksendung der Sache widerrufen. Die Frist beginnt nach Erhalt dieser Belehrung in Textform. Zur Wahrung der Widerrufsfrist genügt die rechtzeitige Absendung des Widerrufs oder der Sache an die Vulkan-Verlag GmbH, Versandbuchhandlung, Huyssenallee 52-56, 45128 Essen.

Nutzung personenbezogener Daten: Für die Auftragsabwicklung und zur Pflege der laufenden Kommunikation werden personenbezogene Daten erfasst und gespeichert. Mit dieser Anforderung erkläre ich mich damit einverstanden, dass ich von DIV Deutscher Industrieverlag oder vom Vulkan-Verlag ☐ per Post, ☐ per Telefon, ☐ per Telefax, ☐ per E-Mail, ☐ nicht über interessante, fachspezifische Medien und Informationsangebote informiert und beworben werde. Diese Erklärung kann ich mit Wirkung für die Zukunft jederzeit widerrufen.