

Klassifikation: Rohrlegung

## 1 Anwendungsbereich

Diese Werknorm gilt mit DIN EN 805, DIN EN 1610, DVGW W 400-2 (A) sowie den Richtlinien ZTV A-StB und ZTV E-StB 09 für die Ausführung der Leitungszone und der Hauptverfüllung sowie für die zu verwendenden Bodenarten bei der Verlegung von Rohren für die Druckrohrnetze der Berliner Wasserbetriebe. Die Werknorm gilt sinngemäß für den Einbau von weiteren Anlagen (z. B. Schächte) der Druckrohrnetze.

## 2 Änderungen

Gegenüber WN 412:1999-07 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Titel geändert, Vereinheitlichung mit Regelblatt 15 vorgenommen;
- b) Werknorm inhaltlich komplett überarbeitet, Anpassung an die geltenden Technischen Regeln für Rohrleitungen, die unter Druck betrieben werden;
- c) Anforderungen überarbeitet;
- d) Bild 1 – Darstellung der Begriffe entsprechend DIN EN 805 und DVGW W 400-2 (A);
- e) Dicke der unteren Bettungsschicht *a* nach DVGW W 400-2 (A) geändert;
- f) Zusätzliche Hinweise zur Auflagerung aufgenommen;
- g) Allgemeine Hinweise zu Punkt 4.3 Hauptverfüllung und Leitungszone aufgenommen;
- h) Angaben zum Verfüllmaterial in der Leitungszone überarbeitet;
- i) Geforderte Lagerungsdichten (Bild 3) nach ZTV E-StB 09 aktualisiert;
- j) Erläuterungen überarbeitet, es wurde weiterhin auf eine Vereinheitlichung der grundlegenden Anforderungen zwischen dem Einbau von Druckrohren und Abwasserkanälen geachtet. (Siehe hierzu auch Regelblatt 15)

## 3 Frühere Ausgaben

WN 412:1999-07

## 4 Anforderungen

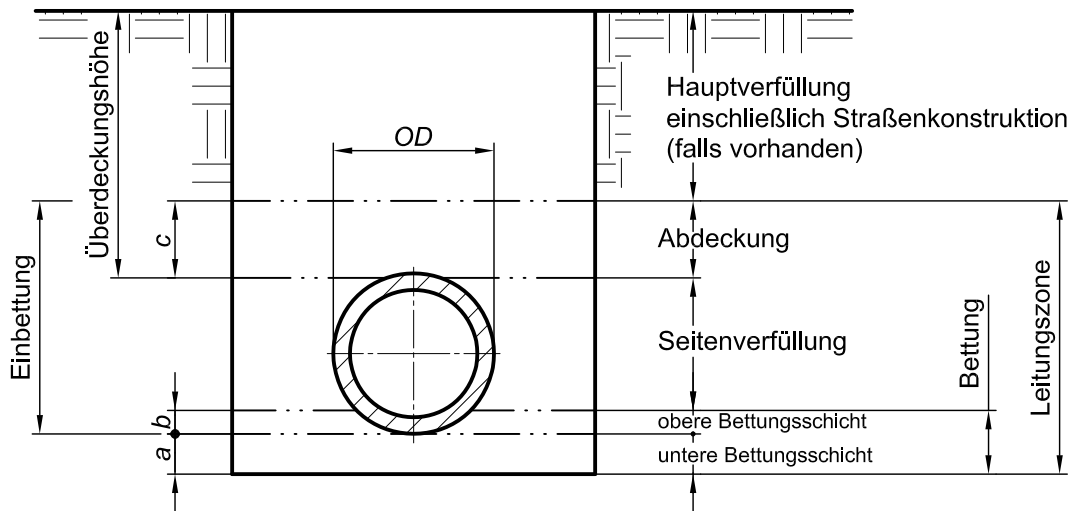
### 4.1 Allgemeines

Die Ausführung des Rohrgrabens (Bild 1) nach dieser Werknorm gilt unter der Voraussetzung, dass der anstehende Boden unterhalb der Leitungszone ausreichend tragfähig ist.

Liegt ein Bodengutachten mit abweichenden Vorgaben zur Ausführung der unteren Bettungsschicht vor, erfolgt die Ausführung des Rohrgrabens gemäß dem Bodengutachten.

Fortsetzung Seite 2 bis 7

## 4.2 Darstellung des Rohrgrabens und der Bettungstypen



**Bild 1 – Darstellung der bei der Rohrverlegung verwendeten Begriffe nach DIN EN 805 und DVGW W 400-2 (A)**  
(Prinzipiskizze)

**OD:** Außendurchmesser

**a:** Höhe der unteren Bettungsschicht nach DVGW W 400-2 (A) im verdichteten Zustand (Nur zutreffend bei Ausführung der Bettung Typ 1 (Bild 2), wenn die Grabensohle für die Bettung der Rohrleitung nicht geeignet ist, z. B. Steine, festgelagerter, nicht tragfähiger oder gelöster Boden).

Die Höhe der Bettungsschicht muss unterhalb des Rohres ( $OD$ ), den Flanschen und Muffen sowie den An- und Einbauten folgendes Maß aufweisen:

$$a \geq 100 \text{ mm für Rohre } \leq \text{DN } 250$$

$$a \geq 150 \text{ mm für Rohre } > \text{DN } 250$$

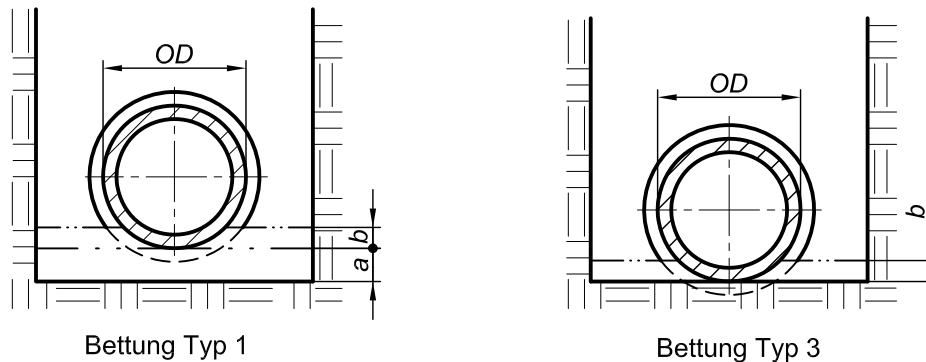
Bei Fels, steinigem oder dicht gelagertem Untergrund oder Böden mit fester Konsistenz (z. B. Ton, Geschiebemergel, Moränekies) muss nach DIN EN 1610 – unabhängig von der Nennweite – die Höhe der unteren Bettungsschicht folgendes Maß betragen:

$$a \geq 150 \text{ mm}$$

**b:** Obere Bettungsschicht im verdichteten Zustand

**c:** Die Höhe der Abdeckung im verdichteten Zustand nach DVGW W 400-2 (A) muss im Regelfall folgendes Maß betragen:

$$c \geq 300 \text{ mm}$$



**Bild 2 – Bettungstypen nach DIN EN 1610**  
(Prinzipskizzen)

### **Bettungstypen:**

#### Bettung Typ 1:

Tiefer ausgehobene Grabensohle, Einbau der Rohre auf ein einzubringendes Auflager

#### Bettung Typ 3

Einbau der Rohre direkt auf die vorbereitete Grabensohle

(Bettung Typ 2 nach DIN EN 1610 findet bei der Verlegung von Druckrohren keine Anwendung.)

### **Weitere Hinweise zur Auflagerung/Bettung nach DVGW W 400-2 (A):**

Die Auflagerung ist so herzustellen, dass die Rohrleitung auf der ganzen Länge aufliegt. Punktlagerungen sind unzulässig. Falls erforderlich, sind an den Verbindungsstellen für Muffen, Flansche oder Kupplungen entsprechende Vertiefungen der Grabensohle auszuheben und dort gemäß DIN 4124 händisch nachzuverdichten.

Bei nicht tragfähigen Rohrgrabensohlen in stark wasserhaltigen oder sonstigen nicht tragfähigen Böden sind besondere Maßnahmen zur standsicheren Auflagerung der Rohrleitung, wie z. B. Matten, Schotterschicht mit/ohne Filtervlies, Pfahlgründungen oder Stahlbetonplatten erforderlich. Bei wechselnden Auflagerbedingungen (z. B. Übergänge zwischen Bodenschichten unterschiedlicher Tragfähigkeit) können unzulässige Beanspruchungen der Rohrleitungsteile infolge der unterschiedlichen Auflagerbedingungen und der dadurch erfolgenden Auflagerbewegungen (Setzungen) auftreten.

Als Schutzmaßnahmen können z. B. dickere Bettungsschichten, abwinkelbare Rohrverbindungen (Muffenverbindungen), kurze Baulängen der Rohre oder lastverteilende Bauelemente (Rohrauflager) im Übergangsbereich in Betracht kommen.

Die Festlegung der erforderlichen Maßnahmen erfolgt durch den Planer in Abstimmung mit dem geotechnischen Sachverständigen.

### 4.3 Hauptverfüllung und Leitungszone

#### 4.3.1 Allgemeines

Die Hauptverfüllung und die Leitungszone sind gemäß DVGW W 400-2 (A) gegen eindringenden Boden und Bodenverlagerungen zu schützen. Falls die bodenmechanischen Eigenschaften des anstehenden Bodens dies erlauben, sollte für die Verfüllung Aushubmaterial verwendet werden. Ist das Material zur Erreichung der geforderten Verdichtungswerte nicht geeignet, so ist es gegen entsprechend geeignetes verdichtungsfähiges Material auszutauschen oder durch geeignete Maßnahmen verdichtungsfähig aufzubereiten (Geeignete Maßnahmen sind in ZTV A-StB je nach Art der erforderlichen Bodenbehandlung aufgeführt).

Wenn der natürliche Boden feinkörnig ist (Ton, Schluff) und wenn die Leitungszone ganz oder teilweise unterhalb des Grundwasserspiegels liegt, müssen alle Materialien für die Leitungszone so ausgewählt werden, dass keine Feinteile aus der Grabensohle oder der Rohrgrabenwand in die Leitungszone einwandern können. Die Möglichkeit der Auswanderung von Feinteilen aus der Leitungszone in den angrenzenden natürlichen Boden muss durch die Auswahl von Materialien mit geeigneter Körnung ebenfalls minimiert werden, gegebenenfalls kann der Einsatz von Geotextil eine geeignete Lösung darstellen (siehe auch EBGEO).

In diesen Fällen erfolgt die Festlegung durch den Planer in Abstimmung mit dem geotechnischen Sachverständigen.

Gemäß ZTV E-StB 09 ist durch geeignete Maßnahmen (z. B. Einbau von Dichtriegeln aus Beton oder bindigem Boden) zu verhindern, dass sich der Leitungsgraben nach dem Verfüllen für zufließendes Oberflächen- und Grundwasser zu einer Längsdränage ausbildet.

Als Verfüllmaterial sind Böden/Verfüllstoffe nach Tabelle 1 unter Berücksichtigung der Anforderungen in Punkt 4.3.2 und Punkt 4.3.3 einzubauen.

**Tabelle 1 – Verfüllmaterial**

Verdichtbarkeits- klasse <sup>a)</sup>	Baugrundeinteilung nach ZTV E-StB 09	Bodenklassifikation nach DIN 18196
V1	nichtbindige grobkörnige Böden	SW, SI, SE, GW, GI, GE
V1	nichtbindige gemischtkörnige Böden	GU, GT, SU, ST
V2	bindige gemischtkörnige Böden	GU*, GT*, SU*, ST*
V3	bindige feinkörnige Böden	UL, UM, TL, TM
<sup>a)</sup> Verdichtbarkeitsklassen nach ZTV A-StB 97/06 (zurückgezogen) Siehe hierzu Erläuterungen <b>1)</b>		

### 4.3.2 Bettung und Leitungszone

Der Verdichtungsgrad in der Leitungszone muss gemäß DVGW W 400-2 (A) mindestens die minimale Stützwirkung, die aufgrund der statischen Berechnung erforderlich ist, sichern. Dies hat unter Berücksichtigung der Beschaffenheit des gewachsenen Bodens und der zulässigen Setzungen zu erfolgen. Besondere Sorgfalt ist bei der Verdichtung des Bettungsmaterials im Bereich der Rohrzwickele in der oberen Bettungsschicht  $b$  erforderlich. Der Verdichtungsgrad des Materials in der Leitungszone muss über die gesamte Rohrgrabenbreite sichergestellt werden.

In der Leitungszone (bestehend aus Bettung und Leitungszone oberhalb der Bettung) sind gemäß ZTV E-StB 09 nichtbindige grobkörnige Böden SW, SI, SE (Verdichtbarkeitsklasse V1) und Baustoffe mit einem Größtkorn von **22 mm** zu verwenden.

Die nichtbindigen grobkörnigen Böden GW, GI und GE (Verdichtbarkeitsklasse V1) können im Bereich der Leitungszone eingebaut werden, wenn es sich um sandige Kiese mit einem Sandanteil  $> 15\%$  und Ungleichförmigkeitszahl  $C_u \geq 3$  bzw. um stark sandige Kiese handelt. (Tabelle 1)

Böden GU, GT, SU, ST (nichtbindige gemischtkörnige Böden der Verdichtbarkeitsklasse V1) sowie Böden der Verdichtbarkeitsklassen V2 und V3 sind im Druckrohrnetz der Berliner Wasserbetriebe zur Verfüllung **in der Leitungszone nicht zugelassen!**

### 4.3.3 Hauptverfüllung

Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich nicht auf den eigentlichen Straßenaufbau (Oberbau), sondern nur auf den unter dem Oberbau befindlichen Teil der Hauptverfüllung.

Die Hauptverfüllung darf gemäß DIN EN 1610 keine Bestandteile enthalten, die größer sind als:

- 300 mm,
- die Höhe der Abdeckung  $c$ ,
- die Hälfte der zu verdichtenden Schicht (bezogen auf eine lagenweise Verdichtung (Schütthöhen in Abhängigkeit von der Geräteart) nach ZTV A-StB).

Der jeweils geringere Wert ist maßgebend.

Für die Hauptverfüllung ist nach ZTV E-StB 09 in der Regel der ausgehobene Boden zu verwenden. Kann bei Wiederverfüllung des ausgehobenen Bodens der in der ZTV E-StB 09 vorgeschriebene Wert für den Verdichtungsgrad (Bild 3) nicht erreicht werden, sind geeignete Böden/Verfüllstoffe zu verwenden bzw. geeignete Maßnahmen zur Bodenverbesserung nach ZTV E-StB 09 durchzuführen.

Geeignete Böden/Verfüllstoffe sind Böden der Verdichtbarkeitsklasse V1, da sie wegen der geringen Wasser- und Witterungsempfindlichkeit leichter zu verdichten sind als Böden/Verfüllstoffe der Verdichtbarkeitsklassen V2 und V3.

Werden andere Böden als die der Verdichtbarkeitsklasse V1 vorgefunden, entscheidet der Bauleiter der Berliner Wasserbetriebe vor Ort, ggf. auf Grundlage von Verdichtbarkeitsproben, ob der Boden zur Wiederverfüllung geeignet ist.

#### Hinweis:

Die Wiederverfüllung mit Böden/Verfüllstoffen der Verdichtbarkeitsklasse V2 und V3 wird im DWA-A 139 nicht empfohlen. Siehe hierzu Erläuterungen **2)**

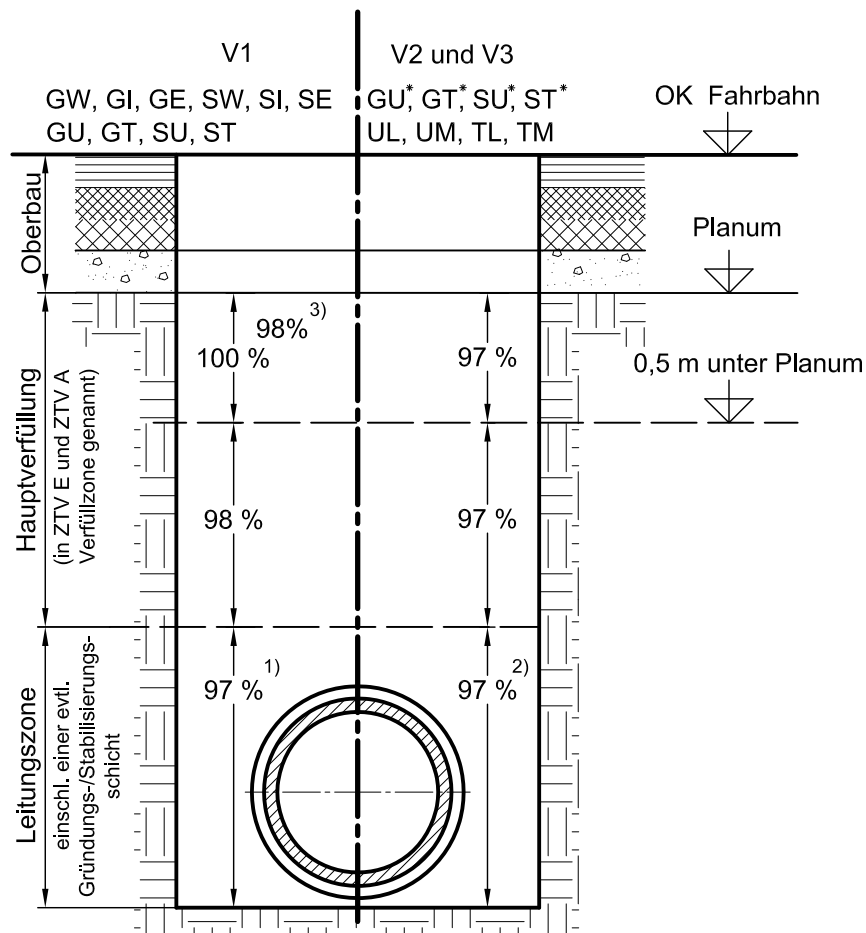
**4.3.4 Verdichtung**

Der Verdichtungsgrad der oberen Bettungsschicht *b* muss mindestens dem Verdichtungsgrad der unteren Bettungsschicht *a* entsprechen um eine Punktlagerung der Rohrleitung zu vermeiden.

Der verfüllte Boden ist so zu verdichten, dass die geforderten Lagerungsdichten erreicht werden (Bild 3).

Zur Erreichung des geforderten Verdichtungsgrades sind geeignete mechanische Verdichtungsgeräte einzusetzen. Anhaltswerte für den Geräteeinsatz zur Verdichtung der Verfüllzone sind in der ZTV A-StB Anhang 1 zu finden. Der Boden ist lagenweise einzubauen und zu verdichten. Die Schütthöhe ist dabei in Abhängigkeit von Bodenart und Verdichtungsgerät festzulegen.

Bei Baugruben und Rohrgräben außerhalb des Straßenkörpers ist mindestens die Lagerungsdichte des den Rohrgraben umgebenden Bodens einzuhalten, gemäß ZTVE-StB 09 jedoch mindestens 97%.



1) Angaben unter Punkt 4.3.2 beachten

2) Nur Einbau von Böden der Verdichtbarkeitsklasse V1 unter Berücksichtigung von 1)

3) In Geh- und Radwegen

**Bild 3 – Geforderte Lagerungsdichten nach ZTV E-StB 09 in Straßen und Wegen (Prinzipiskizze)**

## 5 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN 4124, *Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten*

DIN 18196, *Erd- und Grundbau; Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke*

DIN EN 805, *Wasserversorgung – Anforderungen an Wasserversorgungssysteme und deren Bauteile außerhalb von Gebäuden*

DIN EN 1610, *Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen*

DVGW W 400-2 (A), *Technische Regel – Arbeitsblatt; Technische Regeln Wasserverteilungsanlagen (TRWV) Teil 2: Bau und Prüfung*

DWA-A 139, *Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen*

ZTV A-StB, *Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen*

ZTV A-StB 97/06 (zurückgezogen), *Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen*

ZTV E StB-09, *Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau*

Regelblatt 15, *Einbau von Abwasserkanälen*

Geotechnisches Gutachten der Ingenieurgesellschaft Prof. Dr.-Ing. Müller-Kirchbauer u. Partner GmbH vom 13.01.1999 als Grundlage für die Anpassung der Anforderungen der DIN EN 1610 an die Berliner Bodenverhältnisse – zu finden unter der Klassifikation (Sachgebiet) „Kanalnetz – Baugruben und Gräben (Regelblatt 15)“ im Normwesen der Berliner Wasserbetriebe

Empfehlungen für Bewehrung aus Geokunststoffen – EBGEO

## Erläuterungen

**1)** In der aktuellen Fassung der ZTV A-StB ist eine Zuordnung der Verdichtbarkeitsklassen zu den Bodengruppen entfallen. Da sich diese Verdichtbarkeitsklassen jedoch bewährt haben und im Bereich Kanalbau weiterhin Bestand haben (siehe hierzu DWA-A 139/Regelblatt 15), werden die Verdichtbarkeitsklassen ebenfalls für diese Werknorm beibehalten. Im Hinblick auf z. B. Bauausführungen von Druckrohren und Abwasserkanälen im gemeinsamen Rohrgraben bzw. dem medienübergreifenden Netzbau (MÜN) stellt sich diese Vereinheitlichung als sinnvoll dar.

**2)** Dieser Hinweis (siehe Punkt 4.3.3) findet sich nicht so deutlich in den Regelwerken, die für Rohrleitungen, die unter Druck betrieben werden, wieder. Auch hier wird diese Festlegung/Vereinheitlichung im Hinblick auf z. B. Bauausführungen von Druckrohren und Abwasserkanälen im gemeinsamen Rohrgraben bzw. dem medienübergreifenden Netzbau (MÜN) als sinnvoll erachtet und somit für diese Werknorm ebenfalls angewendet.

Grundlage für die WN 412 bildet neben den im Anwendungsbereich genannten Regelwerken vor allem auch das unter den „Normativen Verweisungen“ aufgeführte geotechnische Gutachten.

Unterschrift: (gez. Ines Milde-Reichert)	Unterschrift: (gez. Kirsten Jørgensen)	<b>Freigabe</b> Datum: 27-06-2018 Unterschrift: (gez. Andrej Heilmann)
---	---	---