

## **Technische Regelung**

**2001**

### **Herstellung und Lieferung von Abwasserrohren und Schachtfertigteilen aus Beton und Stahlbeton**

**- ZTV -**

**Version 3**

**in der ab 13.07.2015 geltenden Fassung**

Erstellt	Geprüft		Freigegeben
Hr. Schauerte (22-QM) 22.06.2015	Organisatorisch Fr. Jungblut (13-UE) 25.06.2015	Inhaltlich Hr. Martini (22-QM) 22.06.2015	Hr. Dr. Grün (VM-20) 13.07.2015
Datum und Unterschrift	Datum und Unterschrift		Datum und Unterschrift

## Revisionsstand

Die vorliegende Technische Regelung gliedert sich mit **Revisionsstand (05/15)** in folgende Elemente:

Elementnr.	Erläuterung	Version	Seitenanzahl
0	Deckblatt, Revisionsstand, Benutzerhinweis	3	2
1	Inhaltsverzeichnis, Regelungsinhalt Anlagen	3	24

## Benutzerhinweis

Die Festlegung von Technischen Regelungen, d. h. Standards und ZTV erfolgt mit dem Ziel, die Bearbeitung von Planungsaufgaben zu erleichtern und zu beschleunigen sowie eine technisch – wirtschaftliche Optimierung von Planung, Bau und Betrieb sicherzustellen. Sie sind wichtige, jedoch nicht die einzigen Erkenntnisquellen für fachgerechte Lösungen. Durch ihre Anwendung entzieht sich niemand der Verantwortung für eigenes Handeln oder für die richtige Anwendung im konkreten Fall; dies gilt insbesondere für den sachgerechten Umgang mit den innerhalb der Technischen Regelungen aufgezeigten Spielräumen.

Von Technischen Regelungen darf nur mit aktenkundiger Begründung, in Absprache mit der jeweils Federführenden Organisationseinheit und den betroffenen Fachabteilungen abgewichen werden.

Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen zur VOB sind in ihrer Anwendung verbindlich.

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>Seite</b>
<b>Anlagenverzeichnis.....</b>	<b>2</b>
<b>1. Geltungsbereich und Vorschriften .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Allgemeine Anforderungen.....</b>	<b>4</b>
2.1 Statische Berechnungen.....	4
2.2 Mindestabmessungen.....	4
2.3 Schachtfertigteile .....	4
<b>3. Anforderungen an den Rohrwerkstoff .....</b>	<b>5</b>
3.1 Allgemeines .....	5
3.2 Grundlegende Anforderungen an den Beton.....	5
3.3 Spezielle Anforderungen an den Beton .....	6
3.4 Änderungen an der Betonrezeptur .....	6
3.5 Qualitätssicherung Beton.....	7
3.5.1 Qualitätssicherungsmaßnahmen vor Produktionsbeginn .....	7
3.5.2 Qualitätssicherungsmaßnahmen während der Produktion .....	8
3.5.3 Qualitätssicherungshandbuch .....	8
3.5.4 Dokumentation Qualitätssicherungsmaßnahmen .....	9
<b>4. Anforderungen an die weiteren Rohrbestandteile.....</b>	<b>9</b>
4.1 Bewehrung.....	9
4.2 Abstandhalter.....	10
4.3 Transportanker und Verschluss .....	10
4.4 Dichtungen .....	10
4.5 Stahlführungsring .....	11
4.6 Druckübertragungsring .....	12
4.7 Injektionsstutzen (Bentonit) und Verschluss .....	12
4.8 Befestigung von Versorgungsleitungen .....	12
<b>5. Anforderungen an die Rohrherstellung.....</b>	<b>12</b>
5.1 Herstellung .....	12
5.2 Nachbehandlung und Lagerung .....	13
5.3 Oberflächenbeschaffenheit .....	14
5.4 Behandlung von Fehlstellen .....	14
5.5 Kennzeichnung und Auslieferung.....	14
5.6 Qualitätssicherung fertiges Produkt .....	15

	<b><u>Seite</u></b>
<b>Anlagenverzeichnis</b>	
<b>Anlage 1</b>	<b>16</b>
<b>Darstellung Rohrverbindung Vortriebsrohr</b>	
<b>Anlage 2</b>	<b>17</b>
<b>Anforderungen an die Herstellung von Schachtfertigteilen</b>	
<b>Anlage 3</b>	<b>19</b>
<b>Anforderungen QS-Handbuch für die Herstellung von Abwasserrohren aus Beton- und Stahlbeton</b>	
<b>Anlage 4</b>	<b>20</b>
<b>Anforderungen Dokumentation Rohrherstellung</b>	
<b>Anlage 5</b>	<b>21</b>
<b>Grundsätze für die statische Berechnung von Beton- und Stahlbetonrohren bei Rohrleitungsbauten in offener Bauweise</b>	
1. Allgemeines	
2. Statisch-konstruktive Nachweisführungen für Rohre in offener Bauweise	

## 1. Geltungsbereich und Vorschriften

Die Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen (ZTV) für die Herstellung und Lieferung von Abwasserrohren und Schachtfertigteilen aus Beton und Stahlbeton dienen als Ergänzung zu den Europäischen und Nationalen Normen sowie für die dort genannten normativen Verweise in der jeweils gültigen Fassung. Die ZTV gilt für alle im Rahmen von Projekten der Emschergenossenschaft und des Lippeverbandes zu liefernden und einzubauenden Abwasserrohre und Schachtfertigteile aus Beton- und Stahlbeton

Es kommen nur folgende Fertigteile zum Einsatz:

- Rohre und Formstücke aus Beton, Typ 2 gemäß DIN V 1201 und DIN EN 1916
- Rohre und Formstücke aus Stahlbeton, Typ 2 gemäß DIN V 1201 und DIN EN 1916
- Vortriebsrohre und Formstücke aus Stahlbeton, Typ 2 gemäß DIN V 1201 und DIN EN 1916
- Schachtfertigteile aus Beton, Typ 2 gemäß DIN V 4034 und DIN EN 1917

Neben den einschlägigen aktuellen Normen sind nachstehende Berichte, Richtlinien und Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen zu berücksichtigen:

- DIN-Fachbericht 100 „Beton - Zusammenstellung von DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 - Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1“
- ZTV-ING „Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten“
- DAfStb-Richtlinie „Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen“
- DAfStb-Richtlinie „Vorbeugende Maßnahmen gegen schädigende Alkalireaktion im Beton“
- DAfStb Heft 526 „Erläuterungen zu den Normen DIN EN 206-1, DIN 1045-2, DIN 1045-3, DIN 1045-4 und DIN 4226“
- DBV-Merkblatt „Abstandhalter“
- DBV-Merkblatt „Sichtbeton“

## **2. Allgemeine Anforderungen**

### **2.1 Statische Berechnungen**

Die statische Berechnung der Rohre ist unter Berücksichtigung der anzutreffenden geologischen und baulichen Randbedingungen

- für Vortriebsrohre auf Grundlage des Arbeitsblattes DWA-A161 und
- für offen verlegte Rohre auf Grundlage der Anlage 5 dieser ZTV durchzuführen.

Die Bemessung der Rohre aus (Stahl-)Betonen mit erhöhtem Säurewiderstand (offene Verlegung und Vortrieb) erfolgt, neben den in dieser ZTV vorgegebenen Vorschriften, auch auf Grundlage der DIN EN 1992-1-1. Die für die statische Berechnung zu verwendenden Materialkennwerte der SWB's (Höchstfestigkeit / Mindestfestigkeit) können aus den definierten Forderungen unter Punkt 3 abgeleitet werden.

Der Ansatz sicher abgeschätzter oder durch Prüfung bestimmter Materialkenngrößen für die Druckfestigkeit, die Zugfestigkeit und den E-Modul des SWB, dessen Werte ggf. von den tabellarischen Vorgaben der Normalbetone nach DIN EN 1992-1-1 abweichen können, ist dabei im Rahmen der Nachweisführungen von maßgebender Bedeutung und kann aus Ergebnissen von vorlaufend durchgeführten Erstprüfungen an den einzusetzenden Betonen nachgewiesen werden.

Die Randbedingungen für die Erstellung der statischen Berechnungen und die Bemessungen der Rohre sind nach Auftragserteilung zwischen den Aufstellern dieser Unterlagen (Tragwerksplanern) und dem eingeschalteten Prüfenieur des Auftraggebers (AG) unter Beteiligung des Baugrundsachverständigen abzustimmen. Der Auftragnehmer (AN) hat in diesem Zusammenhang unmittelbar nach Auftragserteilung sowohl den Tragwerksplaner als auch die Lieferanten für die Rohre zu benennen. Das Abstimmungsgespräch zwischen den Beteiligten wird durch den Auftraggeber koordiniert.

Die im Rahmen der technischen Bearbeitung anzufertigenden statischen Berechnungen und Ausführungszeichnungen sind für die Beton- und Stahlbetonrohre jeweils 4-fach in prüffähiger Form beim AG einzureichen. Die statisch-konstruktive Prüfung der eingereichten Unterlagen erfolgt durch den eingeschalteten Prüfenieur des Auftraggebers. Ein Exemplar der geprüften Statik ist im Fertigteilwerk vorzuhalten.

### **2.2 Mindestabmessungen**

Die Mindestwanddicke der einzubauenden Beton- und Stahlbetonrohre beträgt ein Zehntel des Nenndurchmessers DN. Die Wanddicke darf zudem bei Vortriebsrohren einen Wert von  $d = 180 \text{ mm}$  nicht unterschreiten. Aufbauend auf den genannten Mindestanforderungen ist die vorzuhaltende Wandstärke den statischen Erfordernissen für alle Bau- und Betriebszustände anzupassen.

### **2.3 Schachtfertigteile**

Alle Schachtfertigteile wie Schachtunterteile, Schachtringe etc. sind, bis auf die Betonsorte grundsätzlich analog der Herstellung von Stahlbetonrohren nach den Vorgaben der Anlage 2 dieser ZTV zu fertigen. Dies beinhaltet unter anderem auch die Vorgaben für das Fertigungsverfahren (in Schalung erhärtet). Die vorgegebene Betongüte für Schachtfertigteile ist auch zur Herstellung des Gerinnes und der Bermen (Auftritte) zu verwenden.

### 3. Anforderungen an den Rohrwerkstoff

#### 3.1 Allgemeines

Der einzusetzende Beton mit erhöhten Säurewiderstand (SWB) ist für die werksmäßige Herstellung der Beton- und Stahlbetonrohre in Übereinstimmung mit DIN EN 206-1/DIN 1045-2, DIN 1045-3 und DIN 1045-4 sowie DIN V 1201 und DIN EN1916 als Beton nach Eigenschaften zu entwerfen, herzustellen und einzubauen.

Es dürfen nur genormte bzw. allgemein bauaufsichtlich zugelassene Ausgangsstoffe verwendet werden.

#### 3.2 Grundlegende Anforderungen an den Beton

An den Beton werden folgende grundlegende Anforderungen gestellt:

- Betondruckfestigkeitsklasse: C 50/60
- Expositionsklassen: XC 4, XD 2, XM 2, XA 3 <sup>\*)</sup>, WA
- Nennwert des Größtkorns der Gesteinskörnung: 16 mm
- Obergrenze der Druckfestigkeit (28 d): 90 N/mm<sup>2</sup>
- Konsistenzklasse im Normalfall: F3/F4  
Konsistenzklassen  $\geq$  F3 dürfen nur durch Fließmittelzugabe erreicht werden.
- Der verwendete Zement muss einen hohen Sulfatwiderstand aufweisen (HS-Zement nach DIN 1164-10). Falls der Zement nicht als solcher ausgewiesen ist, muss der Sulfatwiderstand des Bindemittelgemisches nachgewiesen werden (DIBT-Prüfverfahren nach Wittekind).
- Recycelte und calcitische Gesteinskörnungen sind nicht zugelassen.
- Anteil an leicht gewichtigen organischen Verunreinigungen der Gesteinskörnung:  
grobe Gesteinskörnung  $\leq$  0,05 Masse-%  
feine Gesteinskörnung  $\leq$  0,25 Masse-%
- Für die Betonherstellung ist Trinkwasser zu verwenden. Brauch- oder Recyclingwasser darf nicht verwendet werden.
- Als Zusatzmittel sind nur Betonverflüssiger und Fließmittel zugelassen.
- Eine Nachdosierung von Fließmitteln ist nicht zulässig.

<sup>\*)</sup> Auf zusätzliche Schutzmaßnahmen entsprechend der Anforderung aus der Expositionsklasse XA 3 (DIN EN 206-1/DIN 1045-2, Abschnitt 5.3.2) wird hier aufgrund der besonderen betontechnologischen Maßnahmen explizit verzichtet.

### 3.3 Spezielle Anforderungen an den Beton

Die gewählte Beton- und Bindemittelzusammensetzungen müssen neben den vorgenannten grundlegenden Anforderungen auch die speziellen Anforderungen der folgenden Tabelle 1 an den Beton erfüllen.

Messgröße	Grenzwerte für SWB
<b>Säurebeständigkeit,</b> Verfahren MPA Berlin Brandenburg <sup>1</sup>	Schädigungstiefe < 1,3 mm (Lagerung: 12 Wochen H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ; pH 3,5)
<b>Gesamtporosität,</b> aus Roh- und Reindichte	< 11 Vol.-%
<b>Kumulatives Porenvolumen</b> < 0,1 mm, (HG-Druckpor)	< 40 mm <sup>3</sup> /g
<b>Mittleres Porenvolumen</b> < 0,1 mm, (HG-Druckpor.)	< 0,1 µm
<b>Chloridmigrationskoeffizient *)</b> Verfahren nach Tang, Schießl <sup>2</sup>	< 1,0 * 10 <sup>-12</sup> m <sup>2</sup> /s

**Tabelle1 Prüfkriterien und Grenzwerte für SWB**

Die Ergebnisse dieser Prüfungen sind rechtzeitig vor Produktionsbeginn vorzulegen.

Prüfzeitpunkt bzw. Prüfbeginn nach 28 Tagen Betonalter. Der Nachweis des Grenzwertes für den Chloridmigrationskoeffizienten kann auch nach 56 Tagen Betonalter erfolgen.  
Lagerung der Prüfkörper: 7 Tage Wasser, bis 28. Tag Klimakammer (60% r. L., 20°C).

### 3.4 Änderungen an der Betonrezeptur

Sämtliche geplante Änderungen an der ursprünglich geprüften und freigegebenen Betonrezeptur in Bezug auf Betonbestandteile oder Zusammensetzung sind dem Auftraggeber rechtzeitig vor Verwendung der Betonrezeptur mitzuteilen.

Grundsätzlich ist bei allen Änderungen eine neuerliche Erstprüfung sowie eine Prüfung der Grenzwerte nach Tabelle 1 durchzuführen. Nach Zustimmung durch den Auftraggeber kann bei geringfügigen Änderungen der Prüfumfang ggf. verringert werden.  
Das Qualitätssicherungshandbuch sowie der QS-Plan sind der neuen Betonsorte anzupassen.

\*) Aufgrund der Chlorideinwirkung aus dem außen anstehenden Grundwasser (Expositionsklasse XD2)

<sup>1</sup> Hüttl, R.: Flugasche im Beton - Neue Anwendungen. BVK/VGB Fachtagung am 10.04.2008 in Frankfurt; Hillemeyer, B.; Buchenau, G.; Herr, R.; Hüttl, R.; Klüßendorf, S.; Schubert, K.: Spezialbetone, Beton-Kalender 2006, Teil 1, S. 521-583, Ernst & Sohn, Berlin 2005

<sup>2</sup> Tang, L.; Nilsson, L.-O.: Chloride Binding Capacity, Penetration and Pore Structures of Blended Cement Pastes with Slag and Fly Ash. London: Elsevier Applied Science, 1991, International Conference on Blended Cements in Construction, held at the University of Sheffield, 9-12 September 1991; Ed.: Swamy, R. N.; Schießl, P.; Wiens, U.: Neue Erkenntnisse zum Einfluss von Steinkohlenflugasche auf die chloridinduzierte Korrosion von Stahl in Beton, ibausil Tagungsbericht - Band 1; Hrsg.: F. A. Finger-Institut für Baustoffkunde, Stark, J.



### 3.5 Qualitätssicherung Beton

Zur Gewährleistung und Sicherstellung der geforderten Eigenschaften des SWB sind sowohl Erstprüfungen als auch vorlaufende und baubegleitende Maßnahmen zur Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung auszuführen und zu dokumentieren, die hinsichtlich ihrer Art und ihres Umfangs mindestens den Anforderungen dieser ZTV genügen müssen. Die daraus entstehenden Aufwendungen sind, soweit im Leistungstext nicht gesondert aufgeführt, auf Grundlage dieses Maßnahmenkatalogs zu kalkulieren und in die Einheitspreise der jeweiligen Positionen des Leistungsverzeichnisses einzurechnen.

#### 3.5.1 Qualitätssicherungsmaßnahmen vor Produktionsbeginn

Für die Lieferung von Abwasserrohren aus (Stahl-)Betonen mit erhöhtem Säurewiderstand sind die nachfolgend aufgeführten Maßnahmen zur materialspezifischen Qualitätskontrolle und –sicherung vor Produktionsbeginn zu ergreifen und zu dokumentieren:

- Nachweis der Einhaltung der grundlegenden und speziellen Anforderungen an den SWB gem. Punkt 3.2 und 3.3 dieser ZTV.
- Durchführung einer Erstprüfung für den SWB mit allen Nachweisen und Anforderungen aus DIN EN 206-1/1045-2 und den nachfolgend genannten zusätzlichen Anforderungen an die Betoneigenschaften des SWB sowie an die Betonausgangsstoffe.
- Die Erstprüfungen sind nach DIN EN 206-1/1045-2 an 3 separat angemischten Betonchargen bei einer Frischbetontemperatur zwischen 15 °C und 22 °C durchzuführen
- Um die umfangreichen Nachweise vor Betonierbeginn erbringen zu können, ist es unerlässlich, die Erstprüfungen mindestens 6 Wochen vor Produktionsbeginn durchzuführen. Dem AG ist der Termin für die Erstprüfung eine Woche im Voraus mitzuteilen.
- Im Rahmen der Erstprüfung sind an den Betonausgangsstoffen die in DIN EN 206-1/1045-2, Anhang H, Tabelle H.1, angegebenen Eigenschaften als Basiswerte für die späteren Konformitätskontrollen zu bestimmen. Darüber hinaus sind an den eingesetzten Bindemitteln die folgenden Kennwerte zu ermitteln:
  - Zement:
    - Korngrößenverteilung mittels Lasergranulometrie
    - Zusammensetzung wichtiger Parameter ( $\text{CaO}_{\text{ges.}}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SO}_3$ , Chlorid, Glühverlust) nach DIN EN 196-2
    - Erstarrungsbeginn und –ende nach DIN EN 196-3
  - Steinkohlenflugasche:
    - Korngrößenverteilung mittels Lasergranulometrie
    - Zusammensetzung bezüglich wichtiger Parameter ( $\text{CaO}_{\text{ges.}}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SO}_3$ , Chlorid, Freier Kalk, Glühverlust)
  - Mikrosilika:
    - Korngrößenverteilung mittels Lasergranulometrie
    - Zusammensetzung mittels RFA ( $\text{CaO}_{\text{ges.}}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , Chlorid)
- Prüfung der Frischbetoneigenschaften im Zuge der Erstprüfung:
  - Frischbetontemperatur
  - Konsistenz nach DIN EN 12350-5 (Anforderung s. 1.2)
  - Ansteifverhalten bis 90 Minuten nach DIN EN 12350-5
  - Frischbetonrohddichte DIN EN 12350-6

- Luftporengehalt DIN EN 12350-7
- Wassergehalt durch Darren nach DIN 1048-1:1991
- Prüfung der Festbetoneigenschaften im Zuge der Erstprüfung
  - Festbetonrohddichte an 3 Würfeln mit 15 cm Kantenlänge nach DIN EN 12390-7
  - Druckfestigkeit im Alter von 28 d und 91 d jeweils an 3 Würfeln mit 15 cm Kantenlänge nach DIN EN 12390-3
  - Spaltzugfestigkeit im Alter von 28 d an 3 Würfeln mit 15 cm Kantenlänge nach DIN EN 12390-6
  - Elastizitätsmodul im Alter von 28 d an 3 Zylindern mit 15 cm Durchmesser und 30 cm Höhe nach DAfStb Heft 422, 1991
- Mitarbeitern und Nachunternehmern, die mit der Herstellung, Verarbeitung und Prüfung von SWB sowie mit der Qualitätssicherung beauftragt werden, sind alle Regelungen, die die Qualitätskontrolle und -sicherung betreffen, zur Verfügung zu stellen. Die Kenntnisnahme der Regelungen ist von jedem Mitarbeiter durch Unterschrift zu bestätigen.

### 3.5.2 Qualitätssicherungsmaßnahmen während der Produktion

Grundsätzlich gelten die Anforderungen Anhang G zur DIN EN 1916 zur werkseigenen Produktionskontrolle (WPK). Alle Überprüfungen sind in geeigneter Form zu protokollieren und der vom AG mit der Werkskontrolle beauftragten Person auf Verlangen vorzulegen.

Die Konformitätskontrolle des SWB sowie die Überwachung bei der Verarbeitung ist gemäß den Regelungen der einschlägigen Vorschriften und dabei insbesondere auf Grundlage der DIN 1045 Teile 2, 3 und 4 durchzuführen.

Zur Qualitätssicherung des SWB's ist vorab ein Qualitätssicherungsplan zu erstellen der die Maßnahmen nach DIN EN 206-1/DIN 1045-2, Tabellen 22 bis 24, in vollem Umfang enthält.

Bezüglich der Betonausgangsstoffe sind die Ergebnisse der Eigenüberwachung der jeweiligen Hersteller bzw. Lieferanten durchzuführen und im QS-Plan sowie in der Dokumentation (siehe Anlage 3 und 4) aufzuführen bzw. zu dokumentieren.

Zur Konformitätskontrolle sind sämtliche Lieferscheine bzw. Chargenprotokolle mit Angaben gem. ZTV-Ing. zu dokumentieren und mit der Dokumentation gem. Anlage 4 an den AG zu übergeben.

Sämtliche Maßnahmen der laufenden Qualitätssicherung sind zu dokumentieren dem Auftraggeber auf Verlangen vorzulegen und nach Abschluss der Produktion zu übergeben. Der Aufbau und Umfang der Dokumentation ist der Anlage 4 zu entnehmen.

Der SWB ist in die Überwachungsklasse 2 nach DIN 1045-3 einzustufen.

### 3.5.3 Qualitätssicherungshandbuch

Zur Qualitätssicherung (QS) ist vorab ein projektbezogenes QS-Handbuch mit QS-Plan für den SWB zu erstellen, das mindestens die in Anlage 3 benannten Punkte beinhalten muss. Das QS-Handbuch ist dem Auftraggeber 6 Wochen vor Produktionsbeginn vorzulegen.

### 3.5.4 Dokumentation Qualitätssicherungsmaßnahmen

Sämtliche Qualitätssicherungsmaßnahmen vor und während der Produktion und am fertigen Produkt sind fortlaufend projektbezogen zu dokumentieren und dem Auftraggeber auf Anforderung zur Einsichtnahme vorzulegen. Nach Abschluss der Rohrproduktion ist die Dokumentation an den Auftraggeber zu übergeben. Der Aufbau der Dokumentation ist der Anlage 4 zu entnehmen.

## 4. Anforderungen an die weiteren Rohrbestandteile

### 4.1 Bewehrung

Die Mindestanforderungen der DIN EN 1992-1-1 sind einzuhalten.

Schachtfertigteile sind, falls erforderlich, gem. statischem Nachweis zu bewehren.

Es sind nur geschweißte Bewehrungskörbe zugelassen. Der Mindeststabdurchmesser der Ring- und Längsbewehrung beträgt 8 mm.

Die Verwendung von Baustahlmatten zur Bewehrung der Rohre ist nicht zulässig.

Schweißarbeiten an der Bewehrung dürfen nur durch geschultes Personal mit Eignungsnachweis erfolgen.

Stahlbetonvortriebsrohre sind grundsätzlich zweilagig (innere und äußere Bewehrungslage) zu bewehren.

Stahlbetonrohre für die offene Verlegung sind ab einer Wandstärke von 150 mm zweilagig zu bewehren, sofern zwischen den Ringbewehrungen beider Bewehrungslagen unter Einhaltung der Anforderungen an die Betondeckung  $c_{nom}$  ein lichter Abstand von nominal 40 mm möglich ist.

Die innere und äußere Ringbewehrung von Stahlbetonvortriebsrohren ist an beiden Rohrenden auf 50 cm Länge mit einem Abstand von 50 mm auszuführen. An den Rohrenden sind Bügel als Randeinfassung mit einer Mindestschenkellänge von 50 cm anzuordnen. Sie sind mit jedem Ringbewehrungsstab zu verbinden.

Die Ganghöhe der ersten Wicklung der Ringbewehrung bei Stahlbetonrohren muss dem Stabdurchmesser entsprechen, ansonsten beträgt der Abstand mindestens 50 mm.

Werden Längs- oder Ringbewehrung für den Einbau von Transportankern oder sonstigen Einbauteilen durchtrennt, so sind diese durch Auswechselbewehrung mit dem Querschnitt der durchtrennten Bewehrung zu ersetzen. Auf die Einhaltung der erforderlichen Verankerungslänge ist zu achten.

#### Längsbewehrung:

Der Abstand der Längsstäbe darf bei offen zu verlegenden Stahlbetonrohren untereinander maximal 33,3 cm betragen.

Bei Stahlbetonvortriebsrohren ist der Abstand der Längsstäbe auf 25 cm zu begrenzen. Der Bewehrungsgrad der Längsbewehrung ist zudem auf mindestens 20 % der Ringbewehrung festzulegen.

#### Ringbewehrung:

Der Abstand der Bewehrungsstäbe darf untereinander maximal 15 cm und minimal 5 cm betragen.

### Betonüberdeckung

$c_{\min} = 40 \text{ mm}$

$c_{\text{nom}} = 45 \text{ mm}$

$c_{\max} = 50 \text{ mm}$

Im Rahmen der statischen Berechnung und der Bemessung der Stahlbetonrohre ist für die Betonüberdeckung  $c_{\max}$  anzusetzen.

Bei Falzmuffenrohren mit integrierter Dichtung ist ein  $c_{\min}$  zur Dichtung von minimal 10 mm zulässig. Im Muffenbereich von Falzmuffenrohren entfällt  $c_{\max}$ .

## 4.2 Abstandhalter

Abstandhalter müssen grundsätzlich folgende Anforderungen erfüllen:

DBV -c<sup>1)</sup>- L2/F/T/A, Typ B2 oder C2

<sup>1)</sup> Verlegemaß der Betondeckung  $c_v$

Abstände der Abstandhalter zueinander  $\leq 70 \text{ cm}$ .

Die angegebenen Betondeckungen sind absolute Maße und dürfen auch z. B. durch Distanzbügel nicht unterschritten werden.

Es sind zementgebundene Abstandhalter oder Abstandhalter aus Polymerbeton zu verwenden.

Für die innere Bewehrung der Rohre sind nur Abstandhalter zu verwenden, die, wie der Beton, zusätzlich die Prüfkriterien und Grenzwerte der Tabelle 1 erfüllen. Hierüber sind entsprechende Nachweise zu erbringen.

Die Dicke der Abstandhalter wird entsprechend der Forderungen zur Betondeckung gewählt. Sie darf um höchstens  $\pm 1 \text{ mm}$  vom Sollmaß abweichen. Die Abstandhalter sind so anzuordnen, dass die geforderte Betonüberdeckung auch nach dem Betonieren mit Sicherheit eingehalten wird.

## 4.3 Transportanker und Verschluss

Es dürfen nur Systeme eingesetzt werden, bei denen die auftretenden Kräfte sicher aufgenommen werden können. Für vorstehende Eigenschaft sind entsprechende Nachweise vorzulegen. Die zulässige Tragfähigkeit des gewählten Ankersystems in Abhängigkeit von der Betondruckfestigkeit ist bei allen Transportbewegungen zu berücksichtigen.

Der Verschluss der Ankeraussparungen muss mittels vorgefertigter Elemente aus Beton bzw. Faserbeton erfolgen. Diese werden mit einem geeigneten Mörtel oder Kleber so eingesetzt, dass ein wasserdichter Verschluss der Ankeröffnung gewährleistet ist. Die Überdeckung über dem Anker muss mindestens 1 cm betragen. Die zum Einsatz kommenden Materialien sind vorab im QS-Handbuch zu beschreiben.

## 4.4 Dichtungen

Die eingesetzten Dichtungssysteme für Rohre müssen den Anforderungen der DIN V 1201 genügen.

#### Äußere Dichtung (Primärdichtung)

Es sind nur integrierte oder gekammerte Dichtungssysteme zulässig. Die Kammerung durch einen Bundring ist nicht zulässig. Die zu verwendenden Dichtmittel müssen gegen auftretende chemische und physikalische Angriffe beständig sein.

Die Dichtung ist aus Elastomere nach DIN 681, Teil 1 und DIN 4060 herzustellen und ist entsprechend zu kennzeichnen. Die Dichtung ist vom Dichtungshersteller vorzukonfektionsieren, die Nahtstellen sind zu vulkanisieren und zu prüfen.

Für die Dichtung ist bei gekammerten Dichtungssystemen am Spitzende der Rohre eine Nut auszubilden, deren Geometrie auf das Dichtungsprofil abzustimmen ist (siehe Anlage 1). Der Nutgrund und die Nutflanken sind glatt und lunkerfrei herzustellen.

Gekammerte Dichtungen sind als Keilgleitringdichtung auszuführen und mit einer Vorspannung auf das Rohr aufzuziehen. Bei Verwendung eines Klebers zum Einkleben des Profils muss dieser vom Dichtmittelhersteller freigegeben sein.

Die Dichtungen sind auf den 1,5-fachen maximalen äußeren bzw. inneren Wasserdruck auszulegen.

#### Innere Dichtung

Ist im Leistungstext die Ausführung des Stahlführungsringes in Normalstahl ausgeschrieben, ist zum Schutz des Stahlführungsringes immer eine Innendichtung der Rohrverbindung vorzusehen. Durch die Innendichtung darf die Muffendruckprüfung nicht behindert werden. Daher muss das Einbringen der Innendichtung entweder nach erfolgreich durchgeführter Muffenprüfung erfolgen oder es muss ein Dichtungssystem verwendet werden, mit dem eine Prüfung der Primärdichtung möglich ist. Die Verschmutzung der Rohrfugen im Sohlbereich während der Vortriebsarbeiten ist zu vermeiden. Hierzu kann z.B. ein Streifen aus Schaumstoff o.ä. bis in Kämpferhöhe eingebracht werden.

### 4.5 Stahlführungsring

Material: Edelstahl Werkstoff Nr. 1.4571 oder 1.4404

Länge<sub>min</sub>: 250 mm in Abhängigkeit vom Durchmesser der Rohrleitung und evtl. vorzupressenden Radien.

Dicke: gemäß statischem Nachweis, mindestens aber 10 mm

Der Führungsring ist mit Ankern (Flachstahl- oder Kopfbolzenanker) aus Edelstahl, Werkstoff-Nr. 1.4301, nach statischen Erfordernissen im Beton zu sichern.

Zur Verhinderung der Wasserumlaufbarkeit ist der Führungsring mit einem umlaufend verschweißten Winkel, mindestens aus Edelstahl Werkstoff-Nr. 1.4301 zu sichern. Die Schenkellänge des Winkels muss mindestens 30 mm betragen.

Ausführung siehe Anlage 1.

Im Bereich der Zwischenpressstation muss nach dem Ausbau der Pressen und der Druckverteilungsringe und dem Zusammenschieben der Rohre im Fugenbereich die gleiche Qualität der eingesetzten Werkstoffe gewährleistet sein wie für die übrigen Streckenabschnitte. Das bedeutet, dass der Bereich der Manschette, der im zusammengeschobenen Zustand die Funktion des Stahlführungsringes übernimmt, bis mindestens 10 cm hinter der Dichtung die gleiche Stahlqualität wie die normalen Stahlführungsringe (Werkstoff Nr. 1.4571/1.4404) aufweisen muss.

Diese Werkstoffanforderung besteht auch für die Einbauteile der Dichtung der Dehnermanschette.

Ist im Leistungstext die Ausführung des Stahlführungsringes in Normalstahl ausgeschrieben, ist Stahl mit der Materialbezeichnung S235JR (alt: St 37-2) für den Stahlführungsring, die zugehörigen Anker und den Winkel gegen Umläufigkeit sowie für die Manschetten der Zwischenpressstationen zu verwenden. Die Art der Ausführung und die Abmessungen bleiben unverändert. Zum Schutz des Stahlführungsringes ist in diesem Fall immer eine Innendichtung der Rohrverbindung vorzusehen (siehe Punkt 4.4 Dichtungen).

#### 4.6 Druckübertragungsring

Material: Spanplatte P5 / P7 oder OSB/3-Platte (beide wasserfest).

Dicke gemäß statischer Erfordernis.

Die Druckübertragungsringe dürfen nur aufgeklebt werden.

Die Verwendung von Natur-Vollholz ist nicht zulässig.

Der optimale innere und äußere Radius des Druckübertragungsringes ist gemäß Arbeitsblatt DWA-A 161 festzulegen:

Der Druckübertragungsring darf erst nach Anlieferung der Rohre an der Baustelle am Rohr angebracht werden (Ausführung siehe Anlage 1).

#### 4.7 Injektionsstutzen (Bentonit) und Verschluss

Der komplette Injektionsstutzen sowie die Verschlusschraube sind aus Edelstahl Werkstoff Nr. 1.4571 oder 1.4404 herzustellen.

Verteilerleitungen innerhalb des Rohrquerschnittes sind nicht zulässig. Der Einbau und Verschluss ist so auszuführen, dass die Dauerhaftigkeit des Rohres nicht beeinträchtigt wird.

#### 4.8 Befestigung von Versorgungsleitungen

Befestigungen für Versorgungsleitungen (z.B. bei Vortriebsrohren) dürfen nicht nachträglich durch Anbohren der Rohre hergestellt werden. Jegliche Bohrung an den Rohren ist unzulässig. Werden bei der Rohrherstellung Ankerhülsen für Befestigungen in die Rohre eingesetzt so sind Einbauteile aus Edelstahl, Material-Nr. 1.4571 oder 1.4404 zu verwenden.

### 5. Anforderungen an die Rohrherstellung

#### 5.1 Herstellung

Die Rohre werden schalungserhärtet hergestellt. Sie sind nach Betonierende mindestens für 8 Stunden in der Schalung zu belassen (gilt auch für Schachtfertigteile). Weitere Anforderungen zu Nachbehandlung und Lagerung siehe Punkt 5.2.

Es ist 3 – 5 cm über die Sollhöhe hinaus zu betonieren. 30 – 60 Minuten nach Betonierende ist die obere Betonzone nachzuverdichten und Schlamm-anreicherungen sind zu entfernen. Die Rohrspiegel sind rechtwinkelig und höhengleich (Toleranz bei Vortriebsrohren max. 3 mm) abziehen und vor Austrocknung und Temperaturschwankungen ausreichend zu schützen.

Der Herstellungsbeginn ist dem AG mindestens 72 h vorher schriftlich mitzuteilen. Ein entsprechender Produktionsplan ist mit ausreichender Vorlaufzeit vor Beginn der Produktion vorzulegen.

Jedes Rohr und Schachtfertigteil ist produktionsbegleitend mit einem Begleitschein zu versehen, der die wesentlichen Produktions- und Nachbehandlungsschritte dokumentieren und folgende Angaben beinhalten muss:

- Projektnummer und Auftrag mit Bauabschnitt und bei differierenden Bewehrungsgelassen auch die Haltungsnummer bzw. der Einbauort
- Eindeutige Rohrnummer
- Abmessungen des Rohres (Länge, Innen- und Aussendurchmesser, Wandstärke, Muffenausbildung, Angaben zur Ausstattung (Bentonitstutzen etc), Verlegeverfahren
- Angabe der eingebauten Bewehrung
- Herstellungs- und Nachbehandlungsschritte mit Datum und Uhrzeit und Handzeichen insbesondere Betonieren, Ausschalen, Beginn und Ende der Abhaubung, Abheben von der Untermuffe.
- Endkontrollvermerk über durchgeführte Qualitätssicherung und Unterschrift des Verantwortlichen im Herstellwerkes
- Übergabe und Abnahme des Rohres durch die ausführende Firma auf der Baustelle
- Durchführung der Prüfungen am fertigen Produkt gem. Punkt 5.6 (ggf. auf separatem Blatt)
- Dokumentation von Fehlstellen und deren Behebung in Abstimmung mit dem AG (mit Fotodokumentation auf separatem Blatt)

## 5.2 Nachbehandlung und Lagerung

Mindestens 8 Stunden Erhärtung in der Form nach Betonierende. In dieser Zeit ist die freiliegende obere Stirnfläche gegen Austrocknen und wie die Schalung gegen schädliche Temperatureinflüsse geeignet zu schützen (gilt auch für Schachtfertigteile).

Anschließend mindestens 64 Stunden Lagerung unter einer Haube oder Klimakammer bei einer relativen Feuchte von > 85%. Temperatur und relative Feuchte sind für die Zeit der Abhaubung 3-mal täglich aufzuzeichnen und zu dokumentieren.

Das Abheben der Rohre von der Untermuffe darf ab einer Betondruckfestigkeit von  $35 \text{ N/mm}^2$  erfolgen. Der Zeitpunkt des Erreichens dieses Wertes ist im Rahmen der Erstprüfung zu ermitteln und zu dokumentieren. Erfolgt dies nicht, ist eine Standzeit auf der Untermuffe von 64 Stunden nach dem Ausschalen einzuhalten. Durch das Abheben des Rohres von der Untermuffe darf die Lagerung unter der Haube oder in der Klimakammer nicht nennenswert unterbrochen werden. Die zulässige Tragfähigkeit der Transportanker in Abhängigkeit von der erreichten Betondruckfestigkeit ist zu berücksichtigen.

Nach einer Standzeit von mind. 72 Stunden nach Betonierende kann das Rohr auf das Lager verbracht werden

Die Einhaltung der Mindestzeiten ist auf dem Rohrbegleitschein zu dokumentieren.

Eine Wärmebehandlung der Rohre und Schachtfertigteile im Zuge der Nachbehandlung ist nicht zulässig.

Es gilt ein generelles Stapelverbot für Rohre bei Nenndurchmessern  $\geq \text{DN } 1400$ .

### 5.3 Oberflächenbeschaffenheit

Der Beton ist porenarm und rissfrei herzustellen.

Poren und Lunker werden nach Häufigkeit, Abmessung und Tiefe beurteilt. Die Bewertung der Häufigkeit erfolgt anhand der Angaben des Merkblattes „Sichtbeton“ des Deutschen Beton Vereins in dem am stärksten betroffenen Bereich. Als Maximum der Häufigkeit gilt der zulässige Wert für die Porigkeit P1 gemäß Tabelle 4 des genannten Merkblattes. Poren und Lunker mit einem Durchmesser > 15 mm und einer Tiefe > 5 mm sind gem. den o.g. Vorschriften nach Freigabe durch den AG ordnungsgemäß zu verschließen. Der AG lässt Rohre mit einer Häufung von Fehlstellen zum Einbau nicht zu.

### 5.4 Behandlung von Fehlstellen

Die Behandlung von Fehlstellen bedarf der Zustimmung des AG. Der AN hat im Schadensfall die Fehlstellen vor und nach der Sanierung im Rohrbegleitschein oder einer entsprechenden Anlage durch Fotos zu dokumentieren und Vorschläge zur Behandlung der Fehlstellen unter Beachtung der ZTV-ING und der DAfStb-Richtlinie „Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen“ beim AG zur Freigabe vorzulegen.

Werden Beschädigungen an Rohren aus SWB zur Sanierung freigegeben so sind in Abstimmung mit dem AG durch Vorlage eines Sanierungskonzeptes ausschließlich Materialien zu verwenden die nachweislich zumindest die gleiche Beständigkeit in Bezug auf die Expositionsklassen und die Säurebeständigkeit aufweisen wie der SWB.

### 5.5 Kennzeichnung und Auslieferung

- Kennzeichnung:
1. Unmittelbar nach dem Betonierende Schild aus wetterfestem Material nach Abziehen der Oberfläche in den Frischbeton einlegen und mit folgenden Angaben beschriften: Fortlaufende Rohr- oder Fertigteilnummer und Herstellungsdatum.
  2. Rohre innen in Kämpferhöhe kennzeichnen. In Ergänzung zur DIN EN 1916 und DIN V 1201 ist die fortlaufende Rohr- oder Fertigteilnummer sowie die Zementart anzugeben.
- Bei Rohren bis einschl. DN 1000 kann die Kennzeichnung auch aussen erfolgen. Bei Kennzeichnung der Rohre mittels Aufklebern ist der Aufkleber in geeigneter Form dauerhaft zu sichern (z.B. Überstreichen mit Epoxidharz o.ä.)

Auslieferung: Frühestens 15 Tage nach Betonage mit Liefer- und Begleitschein. Angaben auf Lieferschein gemäß Kennzeichnungs- und Lieferscheinangaben der DIN EN 1916 und DIN V 1201

Bei Anlieferung der Rohre auf der Baustelle ist vom Bauleiter des AN eine Überprüfung der Lieferung durchzuführen. Werden die zulässigen Maßtoleranzen überschritten oder sind größere Beschädigungen vorhanden, entscheidet der Bauleiter nach Zustimmung des AG über das weitere Vorgehen (z.B. Einbauverbot, Instandsetzungsmaßnahmen usw.). Alle Ergebnisse der Überprüfung werden in einem Formblatt dokumentiert.



**5.6 Qualitätssicherung fertiges Produkt**

Für die Prüfung und Überwachung gilt Anhang H der DIN EN 1916.

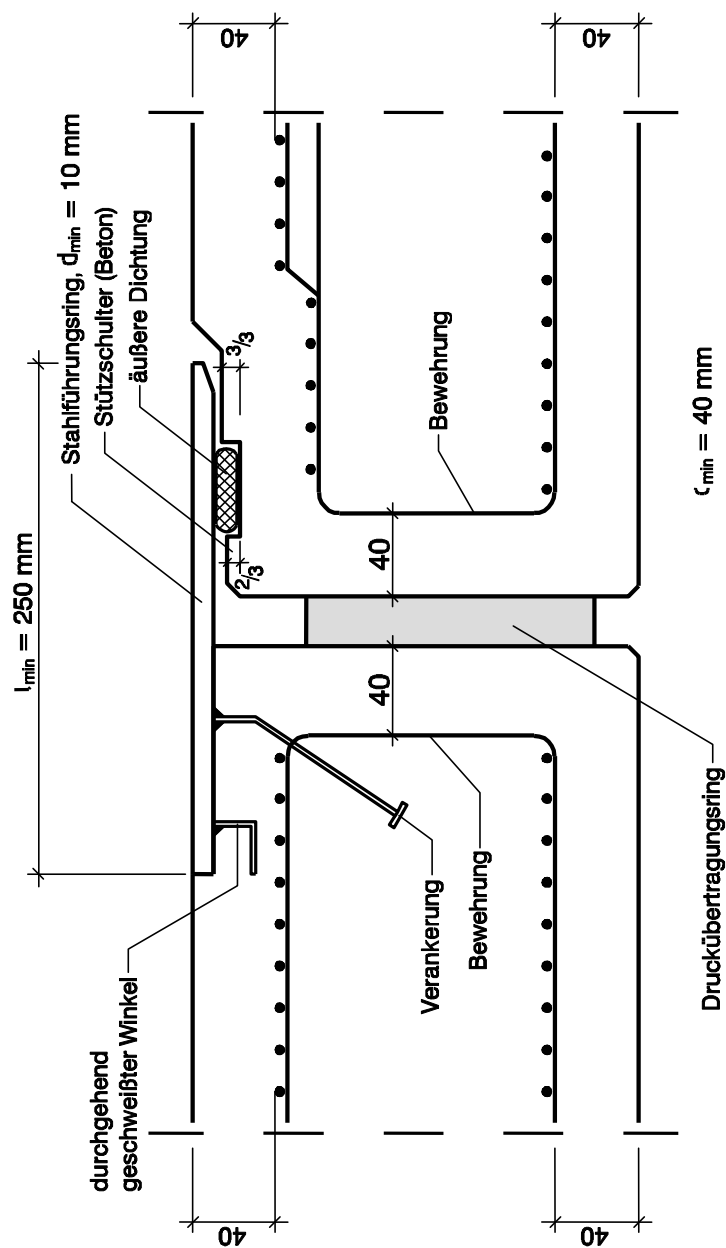
Darüber hinaus sind folgende Prüfungen in den angegebenen Abständen durchzuführen und zu dokumentieren:

<b>Gegenstand</b>	<b>Prüfung/ Anforderung</b>	<b>Verfahren</b>	<b>Häufigkeit</b>
Betondeckung	Einhaltung der Minimal- und Maximalwerte	DBV-Merkblatt "Betondeckung"	jedes Rohr (zerstörungsfrei) an mindestens 6 Stellen je innen und außen
Maßhaltigkeit der Vortriebsrohre	Zulässige Toleranz beim Außendurchmesser $+ = 0\text{mm}$	Vermessung der Rohre und der Schalung	jedes Vortriebsrohr
Ebenheit der Rohrspiegel	$\leq 3\text{ mm}$	1m Messlatte Messkeil	jedes 10. Rohr
Rechtwinkeligkeit des Rohrspiegels zum Rohrrinnenmantel	$\leq 3\text{ mm}$	Winkel, Messkeil	jedes 10. Rohr
Kontrolle auf Poren	Durchmesser $\leq 15\text{ mm}$ Tiefe $\leq 5\text{ mm}$ Häufigkeit nach Porenbild (siehe Punkt 5.3)	Visuell DBV- Merkblatt „Sichtbeton“	jedes Rohr
Kontrolle auf Risse und Beschädigungen	Keine Risse zulässig. Bei größeren Beschädigungen ist das Rohr vorzustellen.	visuell	jedes Rohr

Zu allen vg. Prüfungen behält sich der Bauherr Kontrollmessungen vor. Werden hierbei Abweichungen festgestellt, gehen weitere erforderliche Prüfungen zu Lasten des Herstellers.

## Anlage 1

### Detail Vortriebsrohre



## Anlage 2

### **Anforderungen an die Herstellung von Schachtfertigteilen**

Die nachfolgend beschriebenen Schachtfertigteile müssen den genannten DIN und DIN EN Normen entsprechen und zusätzlich die in den Ausführungsbeschreibungen genannten, erweiterten Anforderungen erfüllen.

#### **Ausführungsbeschreibung Schachtfertigteile bis DN 2500**

- Schachtfertigteil DIN EN 476, rund, Ausführung als Betonfertigteile Typ 2 gemäß DIN V 4034 Teil 1 und DIN EN 1917, bei Schachtunterteilen sämtliche Rohranschlüsse für gelenkige Einbindung.
- Schachtfertigteile geeignet zur Aufnahme von Schachtaufbauteilen nach DIN EN 1917 und DIN V 4034-Teil 1, mit werkseitig integriertem oder aufgezo-genem Dichtungssystem mit Dichtung aus Elastomer nach DIN 681, Teil 1 und DIN 4060, ausgelegt auf den 1,5-fachen maximalen äußeren bzw. inneren Wasserdruck (Grundwasser bis maximal auf GOK) sowie Lastausgleichselement zur Übertragung von statischen und dynamischen Vertikallasten (ohne Vermörtelung der Fuge).

#### **Fertigung der Bauteile**

- Die Wandstärke des Bauteils ist nach statischer Erfordernis zu bemessen. Die Wandstärke muss jedoch mindestens 1/10 des Nenndurchmessers betragen.
- Das Fertigteil muss in der Schalung erhärten, Standzeit nach Betonierende mindestens 8 Stunden.
- Anschließende Lagerung mindestens 64 Stunden unter Haube oder in der Klimakammer. Eine Wärmebehandlung ist während dieser Zeit nicht zulässig.

#### **Beton**

- C 45/55, Expositionsklassen XC 4, XD 2, XA 2, XM 2, Feuchtigkeitsklasse WA nach Alkali-richtlinie DAfStb
- Zement CEM I 42,5 RHS, alternativ CEM III/A 52,5 N-HS/NA soweit entsprechende Nachweise zur Festigkeitsentwicklung und zum Schwindverhalten einer anerkannten Baustoffprüfstelle erbracht werden.
- Wasser in Trinkwasserqualität, die Verwendung von Brauch- oder Recyclingwasser ist nicht zulässig
- Zusatzmittel: Es dürfen nur Betonverflüssiger und Fließmittel verwendet werden
- Der genannte Beton ist auch zur Herstellung des Gerinnes und der Bermen/Auftritte zu verwenden sofern in der Leistungsbeschreibung keine andere Ausführung gefordert wird.
- Gesteinskörnungen: Anteil an leichtgewichtigen organischen Verunreinigungen:  
grobe Gesteinskörnung:  $\leq 0,05$  Masse-%  
feine Gesteinskörnung:  $\leq 0,25$  Masse-%  
Recycelte oder calcitische Gesteinskörnungen sind nicht zugelassen.

### **Bewehrung (falls erforderlich)**

- Die Betonüberdeckung muss folgende Werte erfüllen:  
 $c_{\min} = 40 \text{ mm}$ ,  $c_{\text{nom}} = 45 \text{ mm}$ ,  $c_{\max} = 50 \text{ mm}$

### **Transportanker**

- Es dürfen nur Systeme eingesetzt werden, die die auftretenden Kräfte sicher aufnehmen können. Die Ankeröffnungen sind mit einem epoxidharzgebundenen Mörtel oder mittels eingeklebter Verschlussstopfen aus Beton bzw. Faserbeton bündig zu verschließen. Die Überdeckung über dem Anker muss mindestens 1 cm betragen..

### **Steighilfen**

- Es sind holmgeführte Steigeisengänge zu verwenden.

### **Auslieferung**

- Frühestens 15 Tage nach Betonage mit Liefer- und Begleitschein
- Angaben auf Liefer- und Begleitschein gemäß Kennzeichnungs- und Lieferscheinangaben der DIN EN 1917 und DIN V 4034 Teil 1 sowie Endkontrollvermerk und Unterschrift der Qualitätssicherung im Werk.

## Anlage 3

### **Anforderungen QS-Handbuch für die Herstellung von Abwasserrohren aus Beton- und Stahlbeton**

1. Beton
  - 1.1 Mischungsberechnung
  - 1.2 Erstprüfung
    - 1.2.1 Ergebnisse der Erstprüfung gem. Punkt 3.5
    - 1.2.2 Ergebnisse der Performance Prüfungen gem. Punkt 3.3
    - 1.2.3 Prüfergebnisse zu sämtlichen Betonausgangsstoffen gem. Punkt 3.5
  - 1.3 Nachweis der Unterweisung der mit der Herstellung und Verarbeitung des SW-Betons betrauten Mitarbeiter
  - 1.4 Qualitätssicherungsplan

Auflistung aller gem. Punkte 3.5.2 und 5.6 durchzuführenden Prüfungen zum Beton, zu den Betonausgangsstoffen und der technischen Ausrüstung mit Prüfintervallen und Verantwortlichen inkl. der verwendeten Formulare und Checklisten für die Dokumentation
2. Formblatt Rohrbegleitschein
3. Nachweise und Konformitätserklärungen zu den Betonausgangsstoffen
  - 3.1 Zement
  - 3.2 Flugasche
  - 3.3 Gesteinskörnungen
  - 3.4 Microsilika
  - 3.5 Zusatzmittel
  - 3.6 Sonstige
4. Nachweise/technische Unterlagen zu den weiteren Rohbestandteilen
  - 4.1 Bewehrung
  - 4.2 Abstandhalter
  - 4.3 Transportanker und Verschluss
  - 4.4 Dichtungen
  - 4.5 Stahlführungsring
  - 4.6 Druckübertragungsring
  - 4.7 Bentonitstutzen
  - 4.8 Sonstiges
5. ggf. Sanierungskonzepte

## Anlage 4

### **Anforderungen Dokumentation Rohrherstellung**

#### 1. Beton

- 1.1 Dokumentation Überwachung der Betonausgangsstoffe gem. QS-Plan Wareneingangskontrolle, Analysewerte, Siebungen Gesteinskörnung, Konformitätsprüfungen und Eigenüberwachung Hersteller und Lieferanten
- 1.2 Dokumentation Frischbetonprüfungen gem QS-Plan
- 1.3 Dokumentation Festbetonprüfungen gem. QS-Plan
- 1.4 Dokumentation Kontrolle der Ausstattung im Rohrwerk gem. QS-Plan
- 1.5 Chargenprotokolle bzw Betonlieferscheine mit Angaben gem. ZTV-Ing.
- 1.6 Fremdüberwachungsberichte im Produktionszeitraum

#### 2. Herstellung

- 2.1 Dokumentation Luftfeuchtigkeit und Temperatur während der Abhaubung (sofern nicht im Rohrbegleitschein vermerkt).

#### 3. Prüfungen am fertigen Produkt

- 3.1 Ergebnisse Betonüberdeckungsmessungen (sofern nicht im Rohrbegleitschein dokumentiert)
- 3.2 Ergebnisse der Rohrvermessung gem. DIN EN 1916 sowie Punkt 5.6 der ZTV

## **Anlage 5**

### **Grundsätze für die statische Berechnung von Beton- und Stahlbetonrohren bei Rohrleitungsbauten in offener Bauweise**

#### **Inhalt**

##### **1. Allgemeines**

###### 1.1 Anwendungsbereich

##### **2. Statisch-konstruktive Nachweisführungen für Rohre in offener Bauweise**

###### 2.1 Belastung der Rohre

###### 2.1.1 Allgemeines

###### 2.1.2 Lastannahmen für Rohre im Lockergestein

###### 2.1.3 Lastannahmen für Rohre im Festgestein

###### 2.1.4 Lastannahmen für Rohre in stark unterschiedlich festen Böden

###### 2.2 Statische Nachweisführungen und Bemessung der Rohre

## **1. Allgemeines**

### **1.1 Anwendungsbereich**

Die Planungsgrundsätze sind bei der statischen Berechnung und Bemessung von Beton- und Stahlbetonrohren sowie bei der Herstellung von Kanälen in offener Bauweise bei Maßnahmen der Emschergenossenschaft und des Lippeverbandes zu beachten und zu berücksichtigen, soweit nicht höhere Anforderungen auf Grund anderer Randbedingungen (große Tiefenlage, äußere und innere chemische wie auch physikalische Angriffe usw.) gelten.

## **2. Statisch-konstruktive Nachweisführungen für Rohre in offener Bauweise**

### **2.1 Belastung der Rohre**

#### **2.1.1 Allgemeines**

Für die statische Berechnung der zu verlegenden Rohre sind grundsätzlich die Berechnungsverfahren der ATV-DVWK-A 127 (August 2000) anzuwenden. Wichtige Voraussetzung für einen schadensfreien Rohrkanal ist die Übereinstimmung zwischen den Vorgaben der statischen Berechnung und der Bauausführung. Insbesondere sind Bauzustände mit geometrischen Abweichungen zu den Untersuchungsquerschnitten, wie z.B. Verkehrslasten auf noch nicht vollständig verfüllten Gräben, in den statischen Berechnungen mit zu erfassen. Die gewählten Berechnungsannahmen müssen deshalb auf der Baustelle überprüft werden. Bei Abweichungen sind Auftraggeber, Statiker, Prüfstatiker evtl. auch Baugrundgutachter einzuschalten. Statische Berechnung und Rohrfertigung sind gegebenenfalls den neuen Randbedingungen anzupassen.

#### **2.1.2 Lastannahmen für Rohre im Lockergestein**

Die Rohre sind gemäß ATV-DVWK-A 127 für die maßgebenden Schnittgrößenkombinationen aus vertikalen und horizontalen Erd-, Verkehrs- und Flächenlasten, dem Rohreigengewicht, Wasserfüllungen sowie Wasserinnen- und -außendrücken zu bemessen. Besondere Beanspruchungen, wie z.B. die Laststeigerungen infolge des nachträglichen Ziehens von Verbauwänden sind zusätzlich zu berücksichtigen.

##### Einschränkung für die Berücksichtigung einer entlastenden Silowirkung:

Im Rahmen der Planung der jeweiligen Haltung ist zu untersuchen und festzulegen, ob eine entlastende Silowirkung des überdeckenden Bodenmaterials in der statischen Berechnung berücksichtigt werden darf. Dies hat in enger Abstimmung mit dem Baugrundgutachter zu erfolgen.

##### Lastumlagerungen beim nachträglichen Ziehen der Verbauwände:

Das nachträgliche Ziehen einer bis unterhalb des Rohraufagers einbindenden Verbauwand (Unterrammung) führt zu starken Auflockerungen des Bodens (Verbauspur), damit einhergehender erheblicher Vergrößerung der Rohrausladung und zusätzlicher Konzentration der Bodenspannungen im Scheitel- und Sohlbereich des Rohres bei gleichzeitiger Minderung des stützenden Seitendrucks. Die höheren Rohrbeanspruchungen sind in der statischen Berechnung zu berücksichtigen. Die Konzentration der Belastungs- und Reaktionsverteilung sowie die erhöhte Rohrausladung sind den „*Berechnungsansätzen für die Rohrbelastung im Graben mit gespundetem Verbau*“, *Arbeitsbericht der ATV-Arbeitsgruppe 1.5.5 „Verbaumethoden“*, *Korrespondenz Abwasser 1997 (44), Heft 12, S.2233 ff.*, zu entnehmen.



- Verkehrslasten:

Als Straßenverkehrslasten sind die Lastannahmen gemäß DWA-A 161, Punkt 6.2.3.2 zugrunde zu legen.

- Auf- und Hauslasten:

Auf- und Hauslasten sind mit ihrem tatsächlichen Gewicht anzusetzen. Näherungsweise können bei der Bestimmung der Hauslasten,  $g_B$ , 25 kN/m<sup>2</sup> für jedes Kellergeschoss, 20 kN/m<sup>2</sup> für die einzelnen Erd- und Obergeschosse sowie 15 kN/m<sup>2</sup> für das Dachgeschoss berücksichtigt werden. Bei Gründungslasten, die im Einflussbereich des Rohrkanals liegen, darf ab UK Fundament eine Lastausbreitung unter 45° berücksichtigt werden.

- Äußere Wasserdrucklasten:

Die Einwirkungen aus äußeren Wasserdrücken dürfen vernachlässigt werden, sofern diese günstig wirken. Eine Berücksichtigung der Dichtheit der Rohre im Fugenstoßbereich bleibt davon unberührt.

- Wasserüberdruck:

Werden die Rohrleitungen planmäßig unter innerem Über- oder Unterdruck betrieben, sind die Rohre für den maßgebenden Betriebsüberdruck auszubilden. Dieser ist gemäß DIN EN 764-1 festzulegen. Im Falle eines Unterdrucks kann auf einen besonderen statischen Nachweis der Rohre verzichtet werden.

### 2.1.3 Lastannahmen für Rohre im Festgestein

Die direkte Ausführung eines Rohraufagers in einem Festgestein ist unzulässig. Die Verlegung der Rohre muss grundsätzlich auf einem Betonaufleger ausgeführt werden. Sollen ausnahmsweise Polsterschichten aus Bodenersatzmaterial verwendet werden, ist gegenüber ATV-DVWK-A 139 eine Mindestdicke von 200 mm (statt 150 mm) einzuhalten. Die statische Berechnung kann dann entsprechend ATV-DVWK-A 127 mit einem daran angepassten Lagerungsfall vorgenommen werden. Des Weiteren gelten die Annahmen aus 2.1.2 : „Lastannahmen für Rohre im Lockergestein“

### 2.1.4 Lastannahmen für Rohre in stark unterschiedlich festen Böden

In Hinblick auf die statische Berechnung der Rohre gelten die angegebenen Vorgaben des Abschnittes 2.1.3 sinngemäß.

## 2.2 Statische Nachweisführungen und Bemessung der Rohre

Die Bemessung der Rohre erfolgt nach DIN EN 1992-1-1. Hierbei sind sowohl die Anforderungen an die Tragfähigkeit als auch die Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit (Begrenzung der Rissbreiten, Begrenzung der Spannungen) einzuhalten.

Wegen der noch ausstehenden Harmonisierung der unterschiedlichen Sicherheitskonzepte des ATV-DVWK-Arbeitsblatts A 127 und der DIN EN 1992-1-1 sind die in der ATV-DVWK-A 127 aufgeführten Einwirkungen mit den Teilsicherheitsbeiwerten entsprechend DIN V 1202 zu multiplizieren.

Der Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen ist nach DIN EN 1997-1 zu führen.

Werden die Rohre bei Überdeckungen  $h_U < 1,50$  m durch hohe wechselnde Straßenverkehrslasten beansprucht, ist zusätzlich ein Ermüdungsnachweis gemäß DIN-Fachbericht 101, Ermüdungslastmodell 3, zu führen.

Bei einwirkenden wechselnden Verkehrsbeanspruchungen sehr hoher Lastamplitude wie z.B. bei Flugzeugen oder LM 71 ist der Ermüdungsnachweis gemäß DIN EN 1992-1-1 auch dann zu führen, wenn die vorhandene Überdeckung des Rohrkanals  $h_u > 1,50$  m beträgt.

Bei Beanspruchung durch Eisenbahnverkehrslasten ist das Lastmodell 71 (ehemals UIC 71) anzusetzen und der Ermüdungsnachweis mit  $n=1 \cdot 10^8$  Lastspielen zu führen. Bei Flugzeugverkehrslasten ist die jeweilige Flughafenverwaltung hinsichtlich der maßgeblichen Angaben hinzuzuziehen.