



# **LEITFADEN ZUR AUSWAHL VON ROHRWERKSTOFFEN FÜR KOMMUNALE ENTWÄSSERUNGSSYSTEME**

## **TEILEXPERTISE**

### **„Hydraulik“**

Im Auftrag der Fachvereinigung Betonrohre und Stahlbetonrohre e.V. (FBS), Bonn

Bearbeitung: Prof. Dr.-Ing. D. Stein  
Dr.-Ing. R. Trujillo-Alvarez  
Dipl.-Ing. A. Brauer

(Auszugsweise) Veröffentlichung nur mit Genehmigung  
der Prof Dr.-Ing. Stein & Partner GmbH

Bochum, 04. April 2005

# 1 Einführung in das Thema

## 1.1 Grundlagen

Abwasser, das „in einer Abwasserleitung oder einem Abwasserkanal abgeleitete Schmutzwasser und/oder Regenwasser“ [1], ist eine Mischung von Wasser mit den verschiedenartigsten Feststoffen, unter welchen stets auch absetzbare anzutreffen sind. Zur Verhinderung ihrer Sedimentation in den als Freispiegelleitungen mit in der Regel turbulenter Strömung betriebenen Kanälen müssen bestimmte Grenzgrößen (Fließgeschwindigkeit  $v_{crit}$ , Wandschubspannung  $\tau_{crit}$ ) eingehalten werden. Diese werden maßgeblich bestimmt durch den hydraulischen Querschnitt und das Gefälle.

Unter **Gefälle** versteht man nach DIN EN 752-1 [1] das „Verhältnis zwischen den vertikalen und horizontalen Projektionen eines Leitungsabschnittes“.

Das Gefälle eines Abwasserkanals in seinem gesamten Verlauf bis zu einem Hauptsammler, einer Kläranlage oder einem Pumpwerk wird in der Regel so gewählt, dass die oberen Haltungen mit den kleineren Nennweiten und der geringeren Wasserführung mit stärkerem Gefälle verlegt werden als die mittleren und die unteren Haltungen, da in diesen Bereichen mit einem größeren und stetigeren Abfluss und damit auch mit einer größeren Schleppspannung des Abwassers gerechnet werden kann.

Nach [2] sind in den Anfangshaltungen der Abwasserkanäle Gefälle zwischen 3 ‰ bis 10 ‰ und im mittleren Bereich von 2 ‰ bis 3 ‰ üblich. In den Endstrecken der Abwasserkanäle mit größeren Querschnitten (Nebensammler, Hauptsammler usw.) wird das Gefälle je nach den topographischen Verhältnissen mit 1 ‰ bis 2 ‰, teilweise noch weniger, gewählt.

Die o.a. pauschalen Grenzwerte sind heute nicht mehr angebracht, statt dessen steht seit 1988 für die hydraulische Dimensionierung und den Leistungsnachweis von Abwasserleitungen und -kanälen das Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 110 [3], heute in der 3. Version erhältlich, zur Verfügung. Es wurde 1998 durch das Arbeitsblatt ATV-A 112 [4] für den Geltungsbereich der Sonderbauwerke ergänzt.

Die Berechnungen zur **Dimensionierung** und zum **Leistungsnachweis** gemäß ATV-DVWK-A 110 [3] sind nicht Gegenstand der nachfolgenden Betrachtungen, sondern ausschließlich die aus den Werkstoffeigenschaften der Rohre resultierenden Strömungsverluste.

Die nachfolgenden Ausführungen zur Hydraulik von Abwasserleitungen und -kanälen beziehen sich ausschließlich auf Freigefälle- oder Freispiegelleitungen, d.h. die Ergebnisse dieser Expertise sind nicht auf Druckleitungen übertragbar.

## 1.2 Dimensionierung

Für den Berechnungsfall der hydraulischen Dimensionierung für **neu zu errichtende Kanalisationen** wird im ATV-DVWK-A 110 [3] empfohlen, das dort im Abschnitt 4.1.2 beschriebene **Pauschalkonzept** anzuwenden. Dieses basiert auf der vereinfachten Vorgehensweise, diskontinuierlich anfallende Strömungswiderstände oder -verluste aus lokalen Strömungswiderständen oder Energiehöhenverlusten gemeinsam mit Verlusten infolge der rohrwerkstoffspezifischen Wandreibung (Wandrauheit  $k$ ) in einem erhöhten Rauheitsmaß, der sogenannten betrieblichen Rauheit  $k_b$ , einzurechnen.

Einen Überblick über diesbezügliche Pauschalwerte für die betriebliche Rauheit in Abhängigkeit von Kanalart und Schachtausbildung vermittelt **Tabelle 1**.

**Tabelle 1 Pauschalwerte für die betriebliche Rauheit  $k_b$  [mm] nach ATV-DVWK-A 110 [3]**

Kanalart	Schachtausbildung		
	Regelschächte	Angeformte Schächte	Sonderschächte
Transportkanäle	0,50	0,50	0,75
Sammelkanäle $\leq$ DN/ID 1000	0,75	0,75	1,50
Sammelkanäle $>$ DN/ID 1000	–	0,75	1,50
Mauerwerkskanäle, Ortbetonkanäle, Kanäle aus nicht genormten Rohren ohne besonderen Nachweis der Wandrauheit	1,50	1,50	1,50
Drosselstrecken (1), Druckrohrleitungen (1, 2, 3), Düker (1) und Reliningstrecken ohne Schächte	0,25		
(1) Ohne Einlauf-, Auslauf- und Umlenkungsverluste (2) Ohne Drucknetze (3) Auswirkungen auf Pumpwerke			

Mit diesem Pauschalkonzept ist die Verwendung der  $k_b$ -Werte nach **Tabelle 1** für genormte Rohre ohne weiteren Nachweis im Einzelfalle zulässig und als Regelfall anzusehen. Im Rahmen des Pauschalansatzes bei der Dimensionierung ist die hydraulisch wirksame Wandrauheit  $k$  für derzeit durch den DIN-Normenausschuss Wasserwesen genormte Rohre einheitlich mit  $k = 0,1$  mm und die Fließgeschwindigkeit mit  $v = 0,8$  m/s angesetzt, um damit auch den Bereich der Teilfüllung mit abzudecken. Für nicht genormte Rohre ohne besonderen Nachweis der effektiven Wandrauheit  $k$  sowie für Mauerwerks- und Ortbetonkanäle ist  $k_b = 1,5$  mm anzusetzen [3].

Der Pauschalansatz für die  $k_b$ -Werte berücksichtigt in der Regel die Einflüsse von

- Wandrauheit  $k$  des Rohrwerkstoffes,
- Lageungenauigkeit und -änderungen,
- Ausbildung der Rohrverbindungen,
- Zulauf-Formstücken und
- Schachtbauwerken (bis einschließlich Scheitelfüllung  $h/d \leq 1,0$ ) [3].

In diesem Pauschalansatz sind folgende Einflüsse nicht enthalten:

- Nennweiten-Unterschreitungen
- Auswirkungen von Einstau und Überstau
- Vereinigungsbauwerke
- Ein-/Auslaufbauwerke von Drosselstrecken, Druckrohrleitungen und Dükern [3].

Hinsichtlich der Voraussetzungen und Einschränkungen bei der Anwendung des Pauschalkonzeptes wird auf ATV-DVWK-A 110, Abschnitt 4.3 [3] verwiesen.

### **1.3 Leistungsnachweis**

Für den **Leistungsnachweis bestehender oder in Planung befindlicher Entwässerungssysteme** ist das **Individualkonzept** nach ATV-DVWK-A 110 [3] mit

detaillierter Berücksichtigung aller Verlusteinflüsse im Einzelfall anzuwenden.

Dabei werden die Reibungsverluste infolge der Wandrauheit  $k$  der Kanäle und die auftretenden Einzelverluste haltungsweise nachgewiesen, wobei  $k$  grundsätzlich auch in Hinblick auf die Veränderung der Beschaffenheit der Rohrwandungen im Langzeitbetrieb anzusetzen ist [3]. Zur Bestimmung der Verlusthöhe aufgrund der Reibung dient die bekannte Prandtl-Colebrook-Gleichung.

Die jeweiligen Einzelverluste werden rechnerisch ermittelt und zu einem  $k_b$ -Wert für die betriebliche Rauheit zusammengefasst. Neben der Wandrauheit  $k$  sind insbesondere die Einzelverluste aus den folgenden Einflüssen zu berücksichtigen [3]:

- Lageungenauigkeiten und -änderungen
- Rohrverbindungen
- Zulauf-Formstücke
- Schachtbauwerke in Regelausführung (gerader Durchgang)
- Schachtbauwerke in Sonderausführung (gerader Durchgang)
- Kurvenbauwerke
- Vereinigungsbauwerke.

Hinsichtlich der Voraussetzungen und Einschränkungen bei der Anwendung des Individualkonzeptes wird auf ATV-DVWK-A 110, Abschnitt 4.4 [3] verwiesen.

## **2 Analyse der verschiedenen Rohrwerkstoffe bezüglich der Wandrauheit**

Jede Berechnung, die sich der Gleichung nach Prandtl-Colebrook bedient, bedarf der Kenntnis der äquivalenten Sandrauheit oder der natürlichen Rauheit der Innenwandung des jeweiligen Gerinnes oder Rohres. Dieses Rauheitsmaß ist vorab festzulegen, in der Regel auf der Grundlage experimenteller Daten, gegebenenfalls aber auch durch eine zutreffende Schätzung bzw. Festlegung auf Grund betrieblicher Erfahrungen.

Die hydraulisch wirksame Rauheit  $k$ , auch absolute Rauheit oder äquivalente Sandrauheit  $k_s$  genannt, ist ein Maß für die Unebenheit der Rohrwand. Unter **Rauheit** versteht man nach DIN EN 752-4 den „*Reibungswiderstand der Oberfläche eines Rohres (...) bei turbulenter Strömung*“ [1]. Sie kann nur durch Versuche bestimmt werden und ist nicht nur vom Werkstoff sondern u.a. auch vom Zustand des Rohres (z.B. neu oder gebraucht, Vorhandensein einer Sielhaut, Beschichtung oder Auskleidung, Inkrustationen etc.) abhängig.

In **Tabelle 2** ist die hydraulisch wirksame Rauheit  $k$  der hier betrachteten Rohrwerkstoffe (ohne Einfluss etwaiger Rohrverbindungen) basierend auf Firmeninformationen sowie Literaturangaben exemplarisch aufgeführt. Es ist zu beachten, dass das Rauheitsmaß in der Praxis hersteller- und verarbeitungsabhängig gewissen Schwankungsbreiten unterliegt, d.h. die angegebenen Zahlen sind nur als Richtwerte, die teilweise unter optimalen Laborbedingungen (ideales System) ermittelt wurden, anzusehen.

**Tabelle 2 Hydraulisch wirksame Rauheit  $k$  für verschiedene Rohrwerkstoffe (Literaturwerte und Herstellerangaben)**

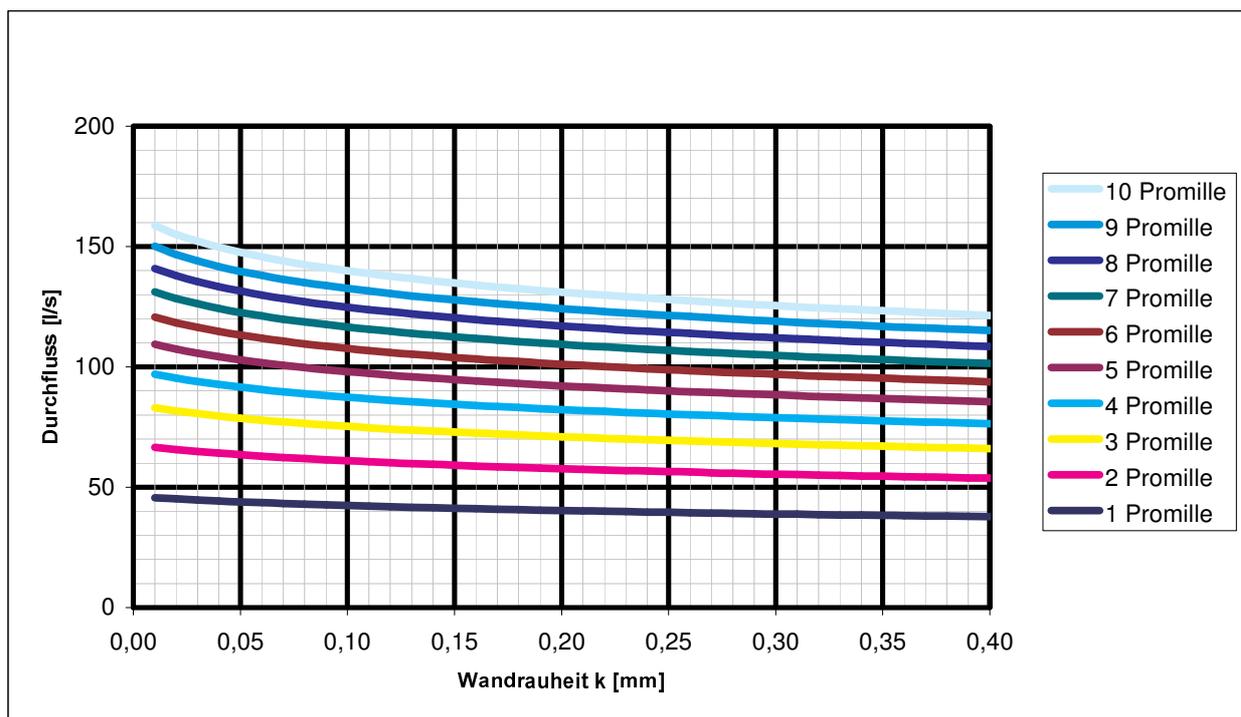
Rohrwerkstoff	$k$ [mm]	Bemerkungen	Quelle
Beton	0,3 bis 0,8	Neu, mit handelsüblichem Glattstrich	[5]
	0,2 bis 0,3	Gebraucht, nach mehrjährigem Betrieb	[5]
	$\leq 0,1$	Untersuchungen der TH Darmstadt; der Wert von $k = 0,1$ mm wird i.A. deutlich unterschritten	[6]
Stahlbeton	0,1 bis 0,15	–	[7]
Steinzeug	0,02	Glasiert, gerade Leitung	[8]
	0,25	–	[5]
	0,2 bis 0,3	–	[9]
Polymerbeton	$\leq 0,05$	–	[10]
Duktiler Guss mit CEM	0,025	–	[5]
GFK	$\leq 0,01$	Geschleudert	[11]
	0,029	Gewickelt	[12]
PVC-U	0,0015 bis 0,01	–	[5, 7]
	0,003	neu, technisch glatt	[13]
	0,007	–	[14]
PE	0,0015 bis 0,01	–	[5, 7]
PP	0,0070	Wert wird für PP-R-Rohre (Polypropylen Random Copolymer Type 3) angegeben	[15]

Die  $k$ -Werte selbst und die Auswirkungen der Wandrauheit werden in der Fachwelt noch heute teilweise kontrovers diskutiert. Um den tatsächlichen Einfluss der o.g.,

unterschiedlichen rohrwerkstoffspezifischen Wandrauheiten auf die hydraulischen Verhältnisse eines Kanals zu untersuchen, werden nachfolgend exemplarisch die Durchflussraten eines Rohres DN/ID 400 in Abhängigkeit der Wandrauheit  $k$  ( $0,01 \text{ mm} \leq k \leq 0,4 \text{ mm}$ ) für verschiedene Sohlgefälle (1 bis 10 Promille) vorgestellt (andere auftretende, werkstoffunabhängige Einzelverluste, resultierend aus z.B. Lageungenauigkeiten, Rohrverbindungen, Schachtbauwerken, Zuläufen, Krümmungen etc. bleiben unberücksichtigt!). Dabei wurde von folgenden Randbedingungen ausgegangen:

- Kreisquerschnitt DN/ID 400
- Kinematische Zähigkeit des Wasser:  $1,002 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$  (bei  $20,2 \text{ }^\circ\text{C}$ )
- Füllhöhe: 0,20 m (Halbfüllung).

Die Ergebnisse der Berechnungen nach Prandtl-Colebrook sind im **Bild 1** dargestellt.



**Bild 1** Durchflussraten eines Rohres DN/ID 400 in Abhängigkeit der Wandrauheit  $k$  für verschiedene Sohlgefälle bei Halbfüllung

Die im **Bild 1** dargestellten Ergebnisse lassen tendenziell erkennen, dass der Durchfluss mit größer werdenden Werten  $k$  für die Wandrauheit geringer wird. Dies

umso mehr mit größer werdendem Sohlgefälle. In Bereichen mit geringem Sohlgefälle (s. insbesondere 1 Promille-Kurve) sind die Auswirkungen der Wandrauheit auf den Durchfluss jedoch relativ gering. Hier sinkt beispielsweise die Durchflussrate von 45,6 l/s für  $k = 0,01$  mm auf 41,3 l/s für  $k = 0,15$  mm, d.h. der Durchfluss verringert sich in diesem Fall nur um ca. 10 %.

### 3 Zusammenfassung der Ergebnisse

Wesentlicher Bestandteil bei der Planung von Abwasserleitungen und -kanälen ist die hydraulische Bemessung und damit der Nachweis des ablagerungsfreien Betriebs. Dieser kann insbesondere durch

- Einhaltung entsprechender Grenzgrößen (Sohlgefälle, Fließgeschwindigkeit, Wandschubspannung) sowie
- Wahl des Abflussquerschnittes (Rohrinnenweite und -geometrie)

beeinflusst werden.

Vor allem das **Sohlgefälle** sowie sich daraus ergebende Fließgeschwindigkeit und Wandschubspannung haben entscheidenden Einfluss auf das Entstehen von Ablagerungen. Bei zu großem Gefälle können Rohrwerkstoffe durch starken Abrieb (s. Teilexpertise „Abriebfestigkeit“ [16]), bei zu geringem durch erhöhte Reinigungstätigkeit beeinflusst werden [17].

Die Wahl des **Abflussquerschnittes** ergibt sich aus der hydraulischen Dimensionierung. Die Geometrie bzw. Form ist auf die schwankenden Abflüsse abzustimmen. Dies wird bei großen Rohrnennweiten z.B. durch Trockenwetterrinnen oder Eiprofile erreicht [17].

Die Berechnung von Bauwerken der Abwasserableitung setzt wegen der Vielfalt der zu beachtenden Randbedingungen für die Strömungsverhältnisse fundierte Kenntnisse in der Hydraulik voraus.

Die hydraulische Bemessung der hier betrachteten Freispiegelleitungen erfolgt allgemein nach dem Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 110 [3] auf Basis der Gleichung von Prandtl-Colebrook. Der Nachweis kann dabei entweder nach dem Pauschalkonzept oder dem Individualkonzept durchgeführt werden.

Beim **Pauschalkonzept** sind die verschiedensten den Abfluss in den Rohrleitungen beeinflussenden Verlustbeiwerte in eine sogenannte betriebliche Rauheit  $k_b$  eingerechnet. Das Pauschalkonzept wird in der Praxis nahezu ausschließlich für die überschlägige **hydraulische Dimensionierung** von neu zu erstellenden Abwasserleitungen und -kanälen angewendet, da die Detailinformationen über den Kanal, wie z.B. Rohrlängen bzw. Anzahl der Rohrstöbe, Anzahl der Seitenzuläufe, Anzahl der Schächte, Ausbildung der Schachtunterteile, zu diesem Zeitpunkt vielfach noch nicht vorliegen [18]. In diesen Nachweis fließen also für genormte Abwasserrohre die werkstoffabhängigen, hydraulisch wirksamen Wandrauheiten einheitlich mit  $k = 0,1 \text{ mm}$  über den Faktor betriebliche Rauheit  $k_b$  (s. Abschnitt 1.2 bzw. **Tabelle 1**) ein, so dass der Rohrwerkstoff bzw. die jeweilige Rauheit der Rohrwandung oder des Gerinnes in diesem Fall keinen Einfluss auf das Ergebnis der hydraulischen Berechnung hat.

Zur hydraulischen Nachrechnung bestehender Abwasserleitungen und -kanäle und wird i. A. das **Individualkonzept** nach ATV-DVWK-A 110 [3] angewandt. Beim **Leistungsnachweis** sind die jeweiligen Verluste infolge der Wandrauheit  $k$  und die auftretenden Einzelverluste haltungsweise nachzuweisen. Veränderungen gegenüber dem neuwertigen Zustand sind zu berücksichtigen [3].

Der aus der Wandrauheit  $k$  resultierende Einfluss ist für die Dimensionierung der Abwasserleitungen und -kanäle als verschwindend gering und somit als vernachlässigbar anzusehen. Entscheidend für die Größenordnung des Wertes für die betriebliche Rauheit  $k_b$  sind vielmehr die anderen, werkstoffunabhängigen, im Abschnitt 1.3 genannten Einzelverluste (z.B. resultierend aus Rohrverbindungen, insbesondere Muffenspalten, Schächten, Krümmungen, Versätzen, Zuläufen etc.). Nicht zuletzt haben in der Praxis z.B. auch die Zusammensetzung des Abwassers (z.B. Schmutz- und/oder Regenwasser), eventuelle Feststoffablagerungen, Inkrustationen oder andere Abflusshindernisse großen Einfluss auf die hydraulischen Verhältnisse im Kanal, so dass selbst ein sehr kleiner Wert für die Wandrauheit  $k$  letztendlich keinen positiven Effekt mehr ausüben kann.

Zahlenangaben über Wandrauheiten sind in der Regel in den Produktnormen der einzelnen Rohrwerkstoffe nicht angegeben. In diesem Fall greift man auf diesbezügliche Angaben der Hersteller oder der einschlägigen Literatur zurück. Da diese in der Regel auf Versuchen unter idealen Laborbedingungen basieren und auf Grund des oben erläuterten geringen Einflusses der hier in Frage kommenden Wandrauheitsbandbreite auf die hydraulische Leistungsfähigkeit, wird in der Praxis (s.a. ATV-DVWK-A 110 [3]) empfohlen, einen pauschalen, werkstoffunabhängigen Wert (z.B. mit  $k = 0,1 \text{ mm}$ ) anzusetzen oder, wenn möglich, einen realitätsnahen Wert auf Basis vorhandener Inspektionsdaten festzulegen.

## **Fazit**

Beton- und Stahlbetonrohre in FBS-Qualität [19] weisen die in DIN EN 1916 [20] bzw. DIN V 1201 [21] für Beton- und Stahlbetonrohre angegebene „geringe Wandrauheit“ auf und erlauben die Anwendung des Pauschal- sowie des Individualkonzeptes nach ATV-DVWK-A 110 [3] für die Dimensionierung und den Leistungsnachweis von Abwasserleitungen und -kanälen.

Die Formenvielfalt der FBS-Beton- und Stahlbetonrohre erlaubt darüber hinaus eine quasi freie Wahl des Abflussquerschnittes bezüglich der Rohrnennweite und ab DN 300 auch die Wahl unterschiedlicher Querschnittsformen. So kann insbesondere bei schwankenden Abflüssen durch den Einsatz von z.B. Eiquerschnitten oder Trockenwetterinnen in Kanälen großer Nennweite der geforderte ablagerungsfreie Betrieb positiv beeinflusst werden.

## 4 Literatur

---

- [1] DIN EN 752: Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden.  
Teil 1: Allgemeines und Definitionen (01.1996).  
Teil 2: Anforderungen (09.1996).  
Teil 3: Planung (09.1996).  
Teil 4: Hydraulische Berechnung und Umweltschutzaspekte (11.1997).  
Teil 5: Sanierung (11.1997).  
Teil 6: Pumpanlagen (06.1998).  
Teil 7: Betrieb und Unterhalt (06.1998).
  
- [2] ATV-Handbuch: Planung der Kanalisation. 4. Auflage. Hrsg.:  
Abwassertechnische Vereinigung e. V. (ATV), Hennef, Verlag Ernst & Sohn,  
Berlin 1995.
  
- [3] Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 110: Dimensionierung und Leistungsnachweis von  
Abwässerkanälen und -leitungen (09.2001).
  
- [4] Arbeitsblatt ATV-A 112: Richtlinien für die hydraulische Dimensionierung und  
den Leistungsnachweis von Sonderbauwerken in Abwasserkanälen und  
-leitungen (01.1998).
  
- [5] Kleinschroth, A., Valentin, F.: Instationäre Strömungen in Druckleitungen.  
Skriptum des Lehrstuhl für Hydraulik und Gewässerkunde an der  
Technischen Universität München, 1996.
  
- [6] Schröder, R. C. M., Knauf, D.: Über das hydraulische Widerstandsverhalten  
von beton- und Stahlbetonrohren. gwf-wasser/abwasser 113 (1972), H. 11,  
S. 536–541.
  
- [7] Schneider, J. (Hrsg.): Bautabellen für Architekten und Ingenieure mit  
Berechnungshinweisen und Beispielen. Werner-Verlag, Düsseldorf 2004.
  
- [8] Steinzeug Abwassersysteme GmbH (Hrsg.): Handbuch Steinzeug – Ein  
komplettes Programm für die moderne Abwasserkanalisation. Köln 1998.

- 
- [9] Valentin, F.: Technische Hydraulik. In: Handbuch für Bauingenieure (Hrsg.: Zilch, K., Diederichs, C. J., Katzenbach, R.), S. 5-3 bis 5-73. Springer-Verlag, Berlin 2002.
- [10] Firmeninformation Meyer Rohr + Schacht GmbH, Lüneburg.
- [11] Firmeninformation Hobas Rohre GmbH, Neubrandenburg.
- [12] Firmeninformation Flowtite Rohre Deutschland GmbH, Großsteinbach.
- [13] Bollrich, G.: Technische Hydromechanik – Band 1: Grundlagen. 4., durchgesehene Auflage. Verlag für Bauwesen, Berlin 1996.
- [14] Firmeninformation ALPHACAN Omniplast GmbH, Ehringshausen
- [15] Firmeninformation Novaplast Co. Ltd., Istanbul-Yenibosna (Türkei).
- [16] Stein, D., Brauer, A.: Leitfaden zur Auswahl von Rohrwerkstoffen für kommunale Entwässerungssysteme – Teilexpertise „Abriebfestigkeit“. Expertise der Prof.-Dr.-Ing. Stein & Partner GmbH, Bochum im Auftrag der FBS e.V., Bonn. Bochum, Dezember 2004.
- [17] Merkblatt ATV-DVWK-M 159: Materialanforderungen an Abwasserleitungen und -kanäle (Entwurf September 2004).
- [18] Fachvereinigung Betonrohre und Stahlbetonrohre e.V. (FBS), Bonn: Technisches Handbuch. Bonn 1999.
- [19] FBS-Qualitätsrichtlinie – FBS-QR Teil 1: Rohre und Formstücke aus Beton und Stahlbeton in FBS-Qualität für erdverlegte Abwasserleitungen und -kanäle – Ausführungen, Anforderungen und Prüfungen (09.2004).
- [20] DIN EN 1916: Rohre und Formstücke aus Beton, Stahlfaserbeton und Stahlbeton (04.2003).  
DIN EN 1916 Berichtigung 1: Berichtigungen zu DIN EN 1916:2003-04 (05.2004).

- [21] DIN V 1201: Rohre und Formstücke aus Beton, Stahlfaserbeton und Stahlbeton für Abwasserleitungen und -kanäle – Typ 1 und Typ 2 – Anforderungen, Prüfung und Bewertung der Konformität (Vornorm 08.2004).