



Stichwortverzeichnis

Bauwesen -Taschenbuch

Herausgegeben von Nabil A. Fouad, Wilfried Zapke

ISBN (Buch): 978-3-446-41042-8

Weitere Informationen oder Bestellungen unter

<http://www.hanser-fachbuch.de/978-3-446-41042-8>

sowie im Buchhandel.

**Tabelle 14.7** Lösungsverfahren und deren Anwendungsmöglichkeiten für Grundwasserleiter (GWL)

Lösungs- verfahren	Anwendungsmöglichkeiten								
	1-D	2-D	3-D	homo- gener GWL	inho- moge- ner GWL	einfache Geo- metrie	kom- plexe Geo- metrie	statio- när	insta- tionär
geschlossene analytische Lösung	×			×		×		×	×
direkte Integration	×	×		×		×		×	
Fragmenten- methode	×	×		×	×	×		×	
Superposition	×	×		×		×		×	
Funktionentheorie (konforme Abbildung)	×			×		×		×	×
grafische Verfahren (Potenzialnetz)	×	×		×		×	×	×	
Analogieverfahren (elektrische Modelle)	×	×		×	×	×	×	×	×
numerische Verfahren	×	×	×	×	×	×	×	×	×

Da Grundwasser nicht nur für die Wasserversorgung des Menschen, sondern auch im Naturhaushalt von Bedeutung ist, gibt es Grundwasserschutzkonzepte. Hierzu sind Regelungen im Wasserhaushaltsgesetz /14.66/, im Düngemittelgesetz /14.67/ und im Pflanzenschutzgesetz /14.68/ aufgeführt. Der Grundwasserschutz muss demnach vorbeugend aufgrund der längerfristigen Auswirkung und flächendeckend erfolgen. Es gibt z. B. Trinkwasserschutzgebiete und auch ein Messnetz zur Bestimmung der Grundwasserbeschaffenheit, um die Qualität des Grundwassers zu überwachen. Innerhalb dieser Messnetze werden Daten und Erkenntnisse gewonnen, die eine Steuerung im Falle eines Eingriffs im Sinne eines Grundwassermanagements ermöglichen.

## ■ 14.2 Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik

Die Siedlungswasserwirtschaft organisiert den Umgang mit Trinkwasser, Betriebswasser, Abwasser und Niederschlagswasser in Siedlungsbereichen. Aufgrund der zunehmenden Notwendigkeit zur systematischen Entsorgung von Abfällen in den Großstädten des 19. Jahrhunderts und durch die damals noch enge Anbindung an die Städteplanung, Abwasserentsorgung und -reinigung, gehört zur Siedlungswasserwirtschaft auch die Abfalltechnik. Sie beschäftigt sich mit der Beförderung, Aufarbeitung, stofflichen oder energetischen Verwertung und Beseitigung von Abfallstoffen, die zum Teil wiederum aus den Rückständen der Abwasserreinigung hervorgehen.

### ■ 14.2.1 Abwassertechnik

Der Bereich der Abwassertechnik beschäftigt sich im weitesten Sinne mit der Siedlungsentwässerung und damit einhergehend mit der Planung, Berechnung und Umsetzung

- von Kanalnetzen zur Sammlung und Transport von Schmutzwasser sowie Sammlung, Transport, Behandlung und Einleitung von Niederschlagswasser
- von Kläranlagen zur Reinigung dieser Abwässer.

Übergeordnete Zielsetzung der integralen Siedlungsentwässerung muss es sein, die Veränderungen des natürlichen Wasserhaushaltes durch Siedlungsaktivitäten in mengenmäßiger und stofflicher Hinsicht so gering zu halten, wie es technisch, ökologisch und wirtschaftlich vertretbar ist /14.11/.

### Entwässerungssystem

Zunächst müssen Abwässer, also in einer Abwasserleitung oder einem Regenwasserkanal abgeleitetes Regen- und/oder Schmutzwasser /14.12/, gesammelt werden. Hierzu wird eine private Grundstücksentwässerungsanlage installiert, die diese Abwässer in Leitungen vom Grundstück abführt. Von dem Grundstück gelangen die Abwässer in die öffentliche Kanalisation, die in kommunaler bzw. Trägerverantwortlichkeit sind. Über Kanäle werden die Abwässer nach Möglichkeit im Freigefälle zur Kläranlage geführt und dort mithilfe technischer Verfahren gereinigt. Wo das Freigefälle nicht ausreicht, müssen Pumpwerke das Abwasser befördern. Das gereinigte Abwasser wird, sofern die gesetzlichen Bestimmungen gemäß der Abwasserverordnung /14.47/ eingehalten sind, dem natürlichen Wasserkreislauf wieder zugeführt. Dies geschieht in den meisten Fällen in einen Vorfluter, d. h. das gereinigte Abwasser wird z. B. in einen Bach oder Fluss eingeleitet. Für die Einleitung benötigt das kommunale bzw. trägerverantwortliche Klärwerk eine Einleitgenehmigung.

Bei der Siedlungsentwässerung gibt es zwei verschiedene Entwässerungsverfahren:

- das Trennsystem, bei dem es jeweils einen Kanal für das Schmutz- und einen für das Regenwasser gibt und
- die Mischkanalisation, in der beide Abwässer in nur einem Kanal vermischt werden.

Im Landeswassergesetz von Nordrhein-Westfalen /14.13/, Fassung vom 11.12.2007, steht in § 51a, Absatz 1: *Niederschlagswasser von Grundstücken, die nach dem 1. Januar 1996 erstmals bebaut, befestigt ... ist zu versickern, zu verrieseln oder ortsnah direkt oder ohne Vermischung mit Schmutzwasser ... in ein Gewässer einzuleiten, sofern dies ohne Beeinträchtigung des Wohls der Allgemeinheit möglich ist ...*

In Mischkanalisationen werden bei Regenereignissen neben dem Schmutzwasser auch saubere Niederschlagsabflüsse, die von unverschmutzten Flächen wie Wohnhausdächern, Gehwegen etc. stammen, zur Kläranlage abgeführt und unnötigerweise gereinigt. Die Zuflüsse bei Regenereignissen sind um ein Vielfaches höher gegenüber dem reinen Schmutzwasser bei Trockenwetter, sodass die dann um ein Vielfaches höhere Wassermenge die Klärleistung relativ verringert. Als negativ im Trennsystem wird das Ablagerungspotenzial angesehen, da hier keine regelmäßige „natürliche“ Spülung der Kanäle durch das Regenwasser erfolgt und sich Ablagerungen bis hin zu Inkrustationen bilden können. Um dem entgegenzuwirken sollten die in Tabelle 14.8 angegebenen Gefälle nicht unterschritten werden.

Die Kanäle müssen neben dem ablagerungsfreien Betrieb auch den Transport der anfallenden Wassermenge gewährleisten. Bei häuslichem Schmutzwasser wird mit ei-

**Tabelle 14.8** Grenzwerte für ablagerungsfreien Betrieb von Schmutzwasserkanälen /14.14/

DN in mm	$h/d > 0,10$			$h/d > 0,20$			$h/d > 0,30$			$h/d > 0,50$		
	$I_{So,min}$ in ‰	$v_{min}$ in m/s	$\tau_{min}$ in N/m <sup>2</sup>	$I_{So,min}$ in ‰	$v_{min}$ in m/s	$\tau_{min}$ in N/m <sup>2</sup>	$I_{So,min}$ in ‰	$v_{min}$ in m/s	$\tau_{min}$ in N/m <sup>2</sup>	$I_{So,min}$ in ‰	$v_{min}$ in m/s	$\tau_{min}$ in N/m <sup>2</sup>
150	1) <sup>1)</sup>	1) <sup>1)</sup>	1) <sup>1)</sup>	5,64	0,41	1,00	3,98	0,44	1,00	2,72	0,45	1,00
200	1) <sup>1)</sup>	1) <sup>1)</sup>	1) <sup>1)</sup>	4,23	0,43	1,00	2,98	0,46	1,00	2,04	0,48	1,00
250	1) <sup>1)</sup>	1) <sup>1)</sup>	1) <sup>1)</sup>	3,38	0,45	1,00	2,39	0,47	1,00	1,63	0,49	1,00
300	5,35	0,43	1,00	2,82	0,46	1,00	1,99	0,49	1,00	1,36	0,51	1,00
350	4,59	0,44	1,00	2,42	0,47	1,00	1,70	0,50	1,00	1,18	0,52	1,01
400	4,02	0,44	1,00	2,11	0,48	1,00	1,49	0,51	1,00	1,16	0,56	1,13
450	3,57	0,45	1,00	1,88	0,49	1,00	1,33	0,52	1,00	1,14	0,60	1,26
500	3,21	0,46	1,00	1,69	0,50	1,00	1,22	0,53	1,03	1,12	0,64	1,37
600	2,68	0,47	1,00	1,41	0,51	1,00	1,20	0,59	1,20	1,09	0,71	1,61
700	2,29	0,48	1,00	1,30	0,55	1,07	1,16	0,63	1,36	1,07	0,78	1,83
800	2,01	0,49	1,00	1,26	0,58	1,20	1,14	0,69	1,53	1,05	0,84	2,06
900	1,78	0,50	1,00	1,25	0,63	1,33	1,12	0,73	1,69	1,03	0,90	2,27
1000	1,61	0,50	1,00	1,23	0,67	1,45	1,11	0,78	1,86	1,01	0,95	2,49
1100	1,49	0,52	1,02	1,21	0,69	1,57	1,09	0,82	2,01	1,00	1,00	2,70
1200	1,46	0,54	1,09	1,19	0,73	1,69	1,08	0,87	2,17	0,99	1,05	2,91
1300	1,45	0,56	1,17	1,18	0,77	1,82	1,07	0,92	2,33	0,98	1,10	3,11
1400	1,44	0,60	1,25	1,16	0,79	1,93	1,06	0,95	2,48	0,96	1,15	3,31
1500	1,41	0,61	1,32	1,16	0,83	2,05	1,04	0,98	2,62	0,96	1,19	3,51
1600	1,40	0,63	1,40	1,14	0,86	2,16	1,03	1,01	2,76	0,95	1,23	3,71
1800	1,38	0,68	1,55	1,12	0,91	2,38	1,01	1,07	3,05	0,93	1,31	4,10
2000	1,35	0,71	1,68	1,10	0,96	2,60	1,00	1,15	3,35	0,91	1,39	4,49
2200	1,34	0,76	1,83	1,08	1,01	2,82	0,99	1,22	3,64	0,90	1,47	4,86
2400	1,32	0,79	1,97	1,07	1,06	3,04	0,97	1,26	3,90	0,89	1,54	5,23
2600	1,30	0,82	2,10	1,06	1,11	3,25	0,96	1,33	4,18	0,88	1,61	5,60
2800	1,29	0,86	2,25	1,05	1,16	3,47	0,95	1,39	4,46	0,87	1,67	5,96
3000	1,27	0,88	2,37	1,04	1,20	3,67	0,94	1,43	4,72	0,86	1,73	6,32
3200	1,25	0,90	2,50	1,03	1,25	3,89	0,93	1,49	5,00	0,85	1,80	6,68
3400	1,24	0,94	2,63	1,02	1,29	4,10	0,92	1,53	5,25	0,84	1,85	7,03
3600	1,23	0,97	2,76	1,01	1,32	4,29	0,91	1,56	5,49	0,84	1,91	7,38
3800	1,23	1,01	2,91	1,00	1,36	4,48	0,90	1,62	5,76	0,83	1,97	7,72
4000	1,22	1,03	3,03	1,00	1,42	4,71	0,90	1,68	6,03	0,82	2,02	8,06

1)  $I_{So,min} > 1/DN$

nem täglichen Anfall von 150 Liter pro Einwohner und Tag gerechnet /14.15/, was in einem stündlichen Spitzenwert für die Bemessung der Kanäle von  $q_{H,1000E} = 4$  Liter pro Sekunde und 1000 Einwohnern eingeht. Der vollständige Ansatz zur Berechnung des häuslichen Schmutzwassers  $Q_H$  berücksichtigt zudem die Größe des Einzugsgebiets  $A_{E,k}$ , sodass bei einer mittleren Einwohnerdichte ED von 25 Einwohnern pro Hektar für z. B. Hannover /14.16/ mit einer Gesamtfläche von 20 414 ha mit

$$Q_H = \frac{q_{H,1000E} \cdot ED \cdot A_{E,k,1}}{1000} \quad \text{in l/s} \tag{14.12}$$

ein Schmutzwasseranfall von insgesamt 2041,1 l/s entsteht.

Bei einer mittleren Regenspende, wie sie z. B. bei der Bemessung von Versickerungsanlagen zur Anwendung kommt, wird in Hannover mit Werten von 120 l/s pro Hektar gerechnet. Hierdurch entsteht z. B. unter Annahme eines konstanten Abflussbeiwertes für Asphalt von  $\psi = 0,9$  ein Regenwasseranfall von  $Q_R = 0,9 \cdot 120 \cdot 20\,414 = 2\,204\,712$  l/s, sofern der gesamte Bereich von Hannover vollständig mit Asphalt versiegelt wäre und der gesamte Niederschlag von diesen Flächen in die Kanalisation gelangen könnte. Dies würde rein theoretisch dem 1000-Fachen des Schmutzwasseranfalls entsprechen. In der Praxis werden solche Unterschiede bei Weitem nicht erreicht, weder aufgrund der vollständigen Versiegelung noch der vollständigen Abführung der Niederschläge in Kanalisationen, hier wird aber der immense Unterschied verdeutlicht.

**Tabelle 14.9** Abflussbeiwert  $\psi$  in Abhängigkeit von der Art der Flächen

Abflusswert $\psi$ in Abhängigkeit von der Art der Flächen			
bei Flächen	Abflussbeiwert	bei Dächern	Abflussbeiwert
Waschplätze für Kraftfahrzeuge	1,00	Dachneigung $\geq 15^\circ$	1,00
Geschlossene Betonflächen	0,90	Dachneigung $\leq 15^\circ$	0,80
Decken mit Bitumenschweißbahn	0,90	Flachdach mit Kiesschüttung	0,50
Pflaster mit geschlossenen Fugen	0,90	Flachdach begrünt	0,30
Wege mit Plattenbelägen	0,60		
Ungepflasterte Straßen	0,50		
Spiel- und Sportplätze	0,25		
Vorgärten	0,15		
Größere Gärten	0,10		

Für die schadlose Abführung des Regenwassers müssen die Kanäle entsprechend der Regelwerke hydraulisch dimensioniert werden. Als Belastung wird neben dem Schmutzwasseranfall ein Niederschlag angesetzt, dessen jährliches Eintreten der Häufigkeit entspricht, mit der „Schmutzwasser und/oder Regenwasser aus einem Entwässerungssystem entweichen oder nicht in dieses eindringen können und entweder auf der Oberfläche verbleiben oder in Gebäude eindringen“ können /14.12/. Je nach örtlicher Gegebenheit und baulicher Nutzung werden gem. DWA-A 118 /14.15/ bzw. DIN EN

752 / 14.12/ verschiedene Häufigkeiten zum Nachweis vorgegeben (Tabelle 14.10). Neben der Niederschlagshäufigkeit ist die Dauerstufe des Regens von immenser Bedeutung, sie wird genauso lang gewählt wie die längste Fließzeit im Entwässerungssystem beträgt.

**Tabelle 14.10** Überstauhäufigkeiten nach DWA-A 118 und DIN EN 752

Ort	DWA-A 118 Überstauhäufigkeiten-Neuplanung bzw. nach Sanierung (1 in „n“ Jahren)	DIN EN 752	
		Häufigkeit der Bemessungsregen <sup>1)</sup> (1 in „n“ Jahren)	Überflutungshäufigkeit (1 in „n“ Jahren)
Ländliche Gebiete	1 in 2	1 in 1	1 in 10
Wohngebiete	1 in 3	1 in 2	1 in 20
Stadtzentren, Industrie und Gewerbegebiete: ▪ mit Überflutungsprüfung ▪ ohne Überflutungsprüfung	seltener als 1 in 5	1 in 2 1 in 5	1 in 30 —
Unterirdische Verkehrsanlagen, Unterführungen	seltener als 1 in 10 <sup>2)</sup>	1 in 10	1 in 50

<sup>1)</sup> Für Bemessungsregen dürfen keine Überlastungen auftreten

<sup>2)</sup> Bei Unterführungen ist zu beachten, dass bei Überstau über Gelände in der Regel unmittelbar eine Überflutung einhergeht, sofern nicht besondere örtliche Sicherungsmaßnahmen bestehen. Hier entsprechen sich Überstau- und Überflutungshäufigkeit mit dem Wert 1

Als Zielgröße wird in der DIN EN 752 die Überflutungshäufigkeit aufgeführt. Da es bislang nur mit sehr großem Aufwand und mit hochgenauen digitalen Geländemodellen (die nicht flächendeckend und in der gewünschten Auflösung vorliegen) möglich ist, einen Überflutungsnachweis zu führen, hat die DWA die Überstauhäufigkeit als Zielgröße definiert. Hier wird ein Bezugshorizont, zumeist die Geländeoberkante, festgelegt, dessen Niveau vom Abwasser nicht überschritten werden darf. Aus wirtschaftlichen Gründen können Kanalisationen nicht so ausgelegt werden, dass bei Regen ein absoluter Schutz vor Überflutungen und Vernässungen gewährleistet ist. Bei Mischkanalisationen werden je nach Bemessung des Kanalnetzes Regenentlastungsbauwerke mit eingeplant, von denen im Regenfall ein Abschlag in ein Gewässer erfolgen kann.

Zum Nachweis der hydraulischen Leistungsfähigkeit kann das Entwässerungssystem mithilfe von

- hydrologischem Zeitbeiwertverfahren
- hydrodynamischer Berechnung mit einem Modellregen
- hydrodynamischer Langzeitseriensimulation

berechnet werden. Das Zeitbeiwertverfahren ist ein reines Bemessungsverfahren, hier ist keine Aussage über das Fließverhalten in den Kanälen möglich. Da eine hydrodynamische Berechnung zu jedem Zeitpunkt genau das Fließverhalten abbildet, können auch sehr genaue Angaben über das Fließverhalten getroffen werden. Hier werden auch die Reibungsverluste berücksichtigt, die aufgrund der Wandrauigkeit des Rohr-

materials, der Umlenkung in Schächten etc. auftreten. Diese Reibungsverluste können pauschal nach Art des Rohrmaterials und der Art der Kanäle als betriebliche Rauigkeit  $k_b$  angesetzt werden.

**Tabelle 14.11** Betriebliche Rauigkeiten verschiedener Kanäle

betriebliche Rauigkeit	Art des Kanals
$k_b = 0,25 \text{ mm}$	für Drosselstrecken, Druckrohrleitungen (ohne Drucknetze), Düker und Reliningstrecken, ohne Schächte und bei gesonderter Berechnung von Einlauf-, Auslauf- und Krümmungsverlusten
$k_b = 0,50 \text{ mm}$	für Transportkanäle mit Regelschächten gemäß DWA-A 110
$k_b = 0,75 \text{ mm}$	für Sammelkanäle und -leitungen mit Regelschächten gemäß DWA-A 110, über DN 1000 (seitlich angeformter Einstieg) sowie für Transportkanäle mit Sonderschächten
$k_b = 1,50 \text{ mm}$	für Sammelkanäle und -leitungen mit Sonderschächten gemäß DWA-A 110, für Mauerwerkskanäle und Ortbetonkanäle, für Kanäle aus nicht genormten Rohren ohne besonderen Nachweis der Wandrauhheit

Bei einer Neubemessung eines Kanalnetzes wird mit einem maximalen Füllgrad der Rohre von 80 Prozent gerechnet. Im Nachweis bestehender Kanäle kann dieser Wert deutlich überschritten werden, da hier als maßgebende Belastungsgröße der auftretende maximale Wasserstand an den Schächten herangezogen wird, der auch oberhalb des Rohrscheitels liegen kann. Das bedeutet, während bei einer Neubemessung das Kanalnetz vollständig im Freispiegelgefälle geplant wird, kann bei einem Nachweis der Abfluss des Abwassers z. T. unter Druck geschehen. Aus Tabelle 14.12 und 14.13 können exemplarisch nach der DIN EN 12056-2 /14.17/ für eine betriebliche Rauigkeit von 1,5 für verschiedene Rohrnennweiten im Kreisprofil und verschiedene Gefälle der maximale Durchfluss beim Füllungsgrad von 50 bzw. 70 Prozent und die dazugehörige Fließgeschwindigkeit entnommen werden.

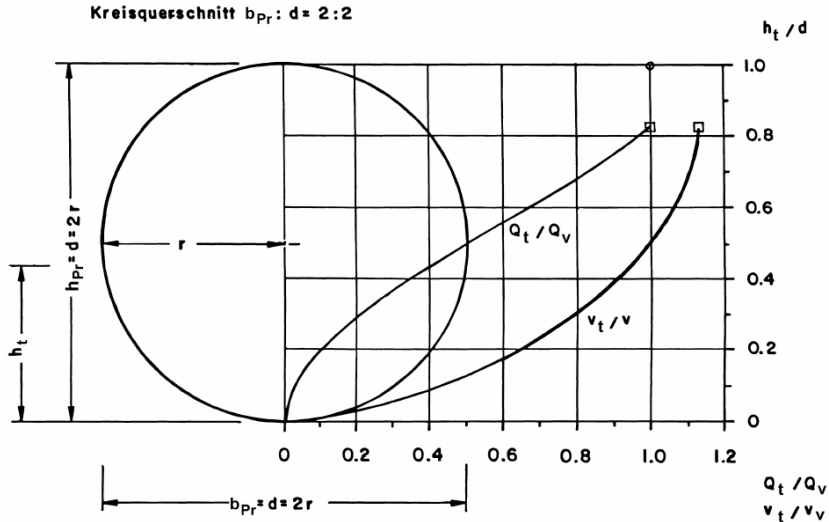
**Tabelle 14.12** Zulässiger Regenwasserabfluss, Füllungsgrad 70 %,  $h/d = 0,7$  für  $k_b = 1,5 \text{ mm}$

Gefälle $i$ cm/m	DN 100		DN 125		DN 150		DN 200		DN 250		DN 300	
	$Q_{\max}$ l/s	$v$ m/s	$Q_{\max}$ l/s	$v$ m/s	$Q_{\max}$ l/s	$v$ m/s	$Q_{\max}$ l/s	$v$ m/s	$Q_{\max}$ l/s	$v$ m/s	$Q_{\max}$ l/s	$v$ m/s
0,50	2,90	0,50	4,80	0,60	9,00	0,70	16,70	0,80	31,60	1,00	56,80	1,10
1,00	4,20	0,80	6,80	0,90	12,80	1,00	23,70	1,20	44,90	1,40	80,60	1,60
1,50	5,10	1,00	8,30	1,10	15,70	1,30	29,10	1,50	55,00	1,70	98,80	2,00
2,00	5,90	1,10	9,60	1,20	18,20	1,50	33,60	1,70	63,60	2,00	114,20	2,30
2,50	6,70	1,20	10,80	1,40	20,30	1,60	37,60	1,90	71,10	2,20	127,70	2,60
3,00	7,30	1,30	11,80	1,50	22,30	1,80	41,20	2,10	77,90	2,40	140,00	2,80
3,50	7,90	1,50	12,80	1,60	24,10	1,90	44,50	2,20	84,20	2,60	151,20	3,00
4,00	8,40	1,60	13,70	1,80	25,80	2,10	47,60	2,40	90,00	2,80	161,70	3,20
4,50	8,90	1,70	14,50	1,90	27,30	2,20	50,50	2,50	95,50	3,00	171,50	3,40
5,00	9,40	1,70	15,30	2,00	28,80	2,30	53,30	2,70	100,70	3,10	180,80	3,60

**Tabelle 14.13** Zulässiger Schmutzwasserabfluss, Füllungsgrad 50%,  $h/d = 0,5$  für  $k_b = 1,5$

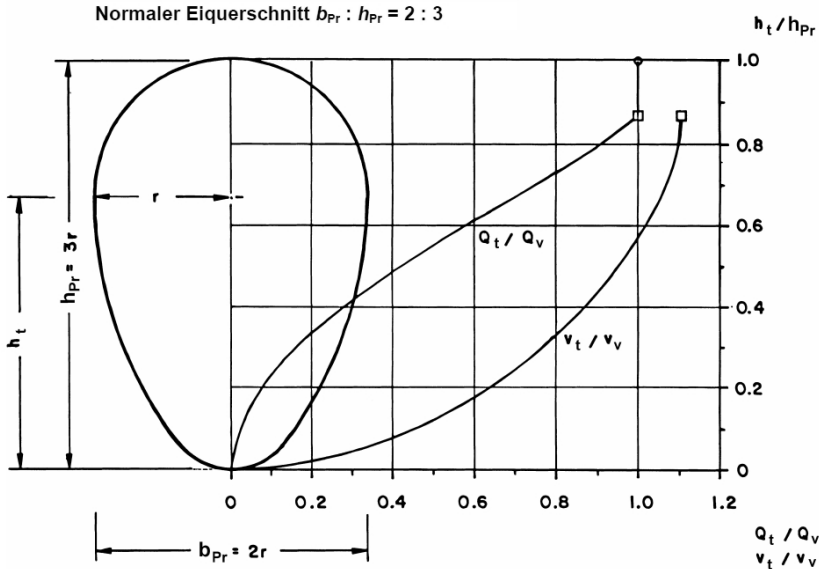
Gefälle <i>i</i> cm/m	DN 100		DN 125		DN 150		DN 200		DN 250		DN 300	
	$Q_{max}$ l/s	$v$ m/s	$Q_{max}$ l/s	$v$ m/s	$Q_{max}$ l/s	$v$ m/s	$Q_{max}$ l/s	$v$ m/s	$Q_{max}$ l/s	$v$ m/s	$Q_{max}$ l/s	$v$ m/s
0,50	1,80	0,50	2,80	0,50	5,40	0,60	10,00	0,80	18,90	0,90	34,10	1,00
1,00	2,50	0,70	4,10	0,80	7,70	0,90	14,20	1,10	26,90	1,20	48,30	1,40
1,50	3,10	0,80	5,00	1,00	9,40	1,10	17,40	1,30	32,90	1,50	59,20	1,80
2,00	3,50	1,00	5,70	1,10	10,90	1,30	20,10	1,50	38,10	1,80	68,40	2,00
2,50	4,00	1,10	6,40	1,20	12,20	1,50	22,50	1,70	42,60	2,00	76,60	2,30
3,00	4,40	1,20	7,10	1,40	13,30	1,60	24,70	1,90	46,70	2,20	83,90	2,50
3,50	4,70	1,30	7,60	1,50	14,40	1,70	26,60	2,00	50,40	2,30	90,70	2,70
4,00	5,00	1,40	8,20	1,60	15,40	1,80	28,50	2,10	53,90	2,50	96,90	2,90
4,50	5,30	1,50	8,70	1,70	16,30	2,00	30,20	2,30	57,20	2,70	102,80	3,10
5,00	5,60	1,60	9,10	1,80	17,20	2,10	31,90	2,40	60,30	2,80	108,40	3,20

Aus Bild 14.8 können aus Teilfüllungskurven für ein Kreisprofil bei einer bestimmten Teilfüllung der Durchfluss und die dazugehörige Fließgeschwindigkeit ermittelt werden. In Bild 14.9 ist dies analog für Eiprofile dargestellt.



**Bild 14.8** Teilfüllungskurven für Kreisquerschnitte





**Bild 14.9** Teilfüllungskurven für Eiquerschnitte

**Unterhaltung von Entwässerungssystemen**

Sobald Rohre, Schächte oder Sonderbauwerke eingebaut worden sind, unterliegen sie dem Alterungsprozess. Je nach Anlagen- bzw. Materialart können unterschiedliche Nutzungsdauern angesetzt werden (Tabelle 14.14 / 14.18/).

**Tabelle 14.14** Nutzungsdauern gem. Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

Bezeichnung	Bauart/Baustoff	Jahre
Haltungen/Leitungen	Steinzeug	80 ... 100
	Beton/Stahlbeton (Schmutzwasser)	30 ... 50
	Beton/Stahlbeton (Regenwasser)	40 ... 80
	Ortbeton mit Innenauskleidung	100
	Kunststoff	40 ... 50
Schächte/Bauwerke	Beton	60 ... 80
	Kanalklinker	70 ... 100

Für die Unterhaltung des Kanalnetzes muss sowohl der bauliche Zustand inkl. Standsicherheit als auch der betriebliche Zustand bekannt sein / 14.15/. Der bauliche Zustand wird mittels optischer Inspektion ermittelt, der betriebliche anhand von Erfahrungen (wo mussten z. B. Keller leer gepumpt werden) und hydrodynamischen Simulationen. Hinzugekommen ist seit 2006 das Schutzziel Dichtheit, die auch vom § 18 a Abs. 1 S. 1 WHG / 14.66/ gefordert wird.

Anhand von Schäden und deren Ausprägung kann auf den Rohrzustand geschlossen und die Einzelschäden in Schadensklassen eingeteilt werden /14.69/. Über weitere Randbedingungen wie Medium, Hydraulik, Bodentyp oder Lage der Haltung, also der Verbindung zwischen 2 Schächten, kann eine Haltungsklasse definiert und eine Prioritätenliste für die Sanierung aufgestellt werden. Bei Längsrissen wird der Haltung je nach Ausprägung ein entsprechender Altrohrzustand zugeteilt, von dem auf den Betungszustand und damit auf die Rohrstatik geschlossen werden kann /14.19/.

**Tabelle 14.15** Altrohrzustand gem. ATV-DVWK-M 127, Teil 2

<b>Altrohrzustand I</b>	Altrohr allein tragfähig
<b>Altrohrzustand II</b>	Altrohr-Bodensystem allein tragfähig
<b>Altrohrzustand III</b>	Altrohr-Bodensystem langfristig allein nicht mehr tragfähig

Der Altrohrzustand beeinflusst die Wahl des Sanierungsverfahrens. Beim Altrohrzustand III ist das Altrohr-Bodensystem langfristig allein nicht mehr tragfähig, sodass hier per se Reparaturverfahren ausgeschlossen werden können, da sie keine statische Verbesserung herbeiführen.

Es gibt klassische Verfahren in offener Bauweise und modernere, zumeist wirtschaftlichere Verfahren in geschlossener Bauweise. Hier wird kein Graben ausgehoben, weswegen auch der Begriff grabenlose Verfahren verwendet wird, sondern direkt in der Haltung saniert oder unterirdisch neue Rohre verlegt. In der Sanierung wird unterschieden in:

- Reparatur
- Renovierung
- Erneuerung.

Eine Auflistung verschiedener Sanierungsverfahren befindet sich in Tabelle 14.16 /14.72/.

Erneuerungs-, Renovierungs- und Reparaturverfahren sind nicht nur für den technischen Substanzerhalt erforderlich, sondern auch für den Erhalt der Vermögenswerte. Es gilt also, die vorhandenen Kanäle in ihrer Funktion und ihrer Substanz zu erhalten und bei bereits vorliegenden Schäden, die Kanalisation in ihren ursprünglich nach DIN EN 752 definierten baulichen bzw. betrieblichen Mindest-Zustand zurückzuführen, also zu sanieren.

In Deutschland wird von 500 000 Kilometern Gesamtlänge der öffentlichen Kanalisation ausgegangen. Wird hier der Wert des Sanierungsbedarfes von 20 % aus den Umfrageergebnissen „Zustand der Kanalisation in Deutschland – Ergebnisse der DWA-Umfrage 2004“ /14.70/ zugrunde gelegt, erhält man einen sofortigen bis mittelfristigen Sanierungsbedarf auf 100 000 Kilometern in der Kanalisation von Deutschland. Allein um die bereits eingetretenen Schäden aufzuarbeiten, sind etwa 55 Mrd. € erforderlich. Der aktuelle Wiederbeschaffungswert der öffentlichen Kanalanlagen liegt bei 330 Mrd. €. Eine nachhaltige Kanalstandhaltung ist auch insofern wichtig, als dass hier das größte kommunale Kapital vorhanden ist, das es zu erhalten gilt. Gleiches gilt für private Grundstücksentwässerungsanlagen; hier liegt allerdings die geschätzte Länge

**Tabelle 14.16** Sanierungsverfahren für Kanäle

Sanierungsart	Sanierungsverfahren	Verfahrensbeschreibung
<b>Reparatur</b> Maßnahmen zur Behebung örtlich begrenzter Schäden	Injektionsverfahren	Injektion von Muffen und Schadstellen Injektion von Anschlussstutzen Injektion von außen mittels Lanzen Flutungsverfahren
	Roboterverfahren	Reparatur mittels Roboter
	partielle Inliner	Partliner Innenmanschetten Hutprofile
	Rückverformung	Rückverformung
	manuelle Reparatur	Ausbessern von Schadstellen Auswechseln einzelner Rohre in offener Bauweise Verfugung von Klinkermauerwerk
	Abdichtungsverfahren	Innenmanschetten Außenmanschetten Oberflächenbehandlung
<b>Renovierung</b> Maßnahmen zur Verbesserung der aktuellen Funktionsfähigkeit von Abwasserkanälen und -leitungen unter vollständiger Einbeziehung ihrer ursprünglichen Substanz	Reliningverfahren	Rohrrelining Auskleidung mit Bahnen, Platten, Einzelelementen
	Beschichtungsverfahren	Auspressverfahren Verdrängungsverfahren Aufspritzverfahren Anschleuderverfahren
<b>Erneuerung</b> Herstellung neuer Abwasserkanäle und -leitungen in der bisherigen oder einer anderen Linienführung, wobei die neuen Anlagen die Funktion der ursprünglichen Abwasserkanäle und -leitungen einbeziehen.	offene Bauweise	Neubau Teilerneuerung
	geschlossene Bauweise	Überfahren Berstlining Vortriebsverfahren HDD

mit 1,5 Mio. Kilometern 3-mal höher und die Schadenshäufigkeit wird deutlich größer eingeschätzt.

Ein weiteres Rechenbeispiel: Bei einer jährlichen 1 %-igen Abschreibung müssten die Kommunen 3,3 Mrd. € pro Jahr reinvestieren. Davon ist Deutschland weit entfernt. Die Gemeinden haben in den letzten Jahren nur etwa die Hälfte dieses Betrages für die Sanierung der Kanalisation ausgegeben / 14.20/.