

DIN EN 16933-2

ICS 93.030

Einsprüche bis 2016-01-20

Entwurf**Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden –
Planung –
Teil 2: Hydraulische Berechnung;
Deutsche und Englische Fassung prEN 16933-2:2015**

Drain and sewer systems outside buildings –
Design –
Part 2: Hydraulic design;
German and English version prEN 16933-2:2015

Réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des bâtiments –
Conception –
Partie 2: Conception hydraulique;
Version allemande et anglaise prEN 16933-2:2015

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2015-11-20 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an naw@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Wasserwesen (NAW), 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 74 Seiten

DIN-Normenausschuss Wasserwesen (NAW)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 16933-2:2015) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 165 „Abwassertechnik“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 119-05-35 AA „Planung und Betrieb von Abwasserkanälen und -leitungen (CEN/TC 165/WG 22)“ im DIN-Normenausschuss Wasserwesen (NAW).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung der prEN 16933-2 beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden - Planung — Teil 2: Hydraulische Berechnung

Réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des bâtiments - Conception — Partie 2: Conception hydraulique

Drain and sewer systems outside buildings - Design — Part 2: Hydraulic design

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm

Dokument-Untertyp:

Dokument-Stage: CEN-Umfrage

Dokument-Sprache: D

STD Version 2.7g

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Allgemeines	9
5 Bemessungskriterien	10
6 Kapazität druckbetriebener Rohrleitungen	10
6.1 Allgemeines	10
6.2 Druckverluste bei Rohrleitungen	10
6.2.1 Allgemeines	10
6.2.2 Prandtl-Colebrook-Gleichung	11
6.2.3 Manning-Strickler-Gleichung	11
6.2.4 Werte für die Rauheit der Rohrleitung	11
6.3 Lokale Druckverluste	12
6.4 Vollständige Druckverluste	12
7 Eingehende Volumenströme	12
7.1 Schmutzwasserabflüsse	12
7.1.1 Berechnung von Schmutzwasserabflüssen für Abwassersysteme	12
7.1.2 Berechnung von Schmutzwasserabflüssen in die Kanalisation	13
7.2 Regenereignis und Oberflächenabfluss durch Niederschlag	14
7.2.1 Regenereignis	14
7.2.2 Oberflächenabfluss	14
7.3 Fremdwasserzufluss	15
8 Hydraulische Berechnung	16
8.1 Allgemeines	16
8.2 Strömung in der Kanalisation	16
8.3 Verfahren zur Abflusssimulation	17
8.3.1 Einleitung	17
8.3.2 Einfache/empirische Verfahren	18
8.3.3 Andere vereinfachte Verfahren	18
8.3.4 Hydrodynamische Verfahren	18
8.3.5 Wahl des Berechnungsverfahrens	18
8.4 Steuerung einer Oberflächenüberflutung	19
8.5 Modellvalidierung	19
9 Hydraulische Berechnung	19
9.1 Leistungsvermögen von Abwasserleitungen und -kanälen	19
9.1.1 Allgemeines	19
9.1.2 Abwasserleitungen und -kanäle für Schmutzwasser	19
9.1.3 Abwasserleitungen und -kanäle für Niederschlagswasser	20
9.1.4 Abwasserleitungen und -kanäle für Mischwasser	21
9.2 Bemessung für die Selbstreinigung	21
9.2.1 Transport von Sedimenten	21

9.2.2	Minimierung von Verstopfungen.....	21
9.3	Abwasserkanäle mit großem Gefälle	21
9.4	Niederschlagswasserzuflüsse	22
9.5	Abscheideranlagen	22
9.5.1	Allgemeines	22
9.5.2	Sandfanganlagen.....	22
9.5.3	Abscheideranlagen für Fette	22
9.5.4	Abscheideranlagen für Leichtflüssigkeiten	22
9.6	Versickerungssysteme	23
9.7	Verdunstungssysteme	24
9.8	Einsteig- und Kontrollschächte	24
9.9	Mischwasserüberläufe	24
9.10	Speicherbecken und Teiche.....	25
9.11	Ausläufe	25
10	Quellen für zusätzliche Informationen	25
Anhang A (informativ) Quellen für zusätzliche Informationen		26
A.1	Nationale Normungsorganisationen	26
A.2	Österreich.....	26
A.2.1	Staatliche Stellen	26
A.2.2	Weitere Organisationen.....	26
A.3	Dänemark.....	26
A.3.1	Staatliche Stellen	26
A.3.2	Weitere Organisationen.....	27
A.4	Frankreich.....	27
A.4.1	Staatliche Stellen	27
A.4.2	Weitere Organisationen.....	28
A.5	Deutschland.....	28
A.5.1	Staatliche Stellen	28
A.5.2	Weitere Organisationen.....	28
A.6	Irland	28
A.6.1	Staatliche Stellen	28
A.7	Italien.....	29
A.7.1	Staatliche Stellen	29
A.7.2	Weitere Organisationen.....	29
A.8	Niederlande	29
A.8.1	Staatliche Stellen	29
A.8.2	Weitere Organisationen.....	29
A.9	Norwegen	30
A.9.1	Staatliche Stellen	30
A.9.2	Weitere Organisationen.....	30
A.10	Portugal.....	30
A.10.1	Staatliche Stellen	30
A.10.2	Weitere Organisationen.....	31
A.11	Schweden.....	31
A.11.1	Staatliche Stellen	31
A.11.2	Weitere Organisationen.....	31
A.12	Schweiz.....	31
A.12.1	Staatliche Stellen	31
A.12.2	Weitere Organisationen.....	32
A.13	Großbritannien	32
A.13.1	Staatliche Behörden	32
A.13.2	Weitere Organisationen.....	34
Literaturhinweise.....		35

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 16933-2:2015) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 165 „Abwasserwirtschaft“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Diese Europäische Norm, prEN 16933-2:2015 *Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden — Planung* besteht aus folgenden Teilen:

- *Teil 1: Physikalische Berechnung*¹⁾
- *Teil 2: Hydraulische Berechnung*

1) in Vorbereitung

Einleitung

Entwässerungssysteme sind ein Teil des Abwasserentsorgungssystems, welches eine Dienstleistung für die Gesellschaft leistet. Diese Dienstleistung kann wie folgt kurz beschrieben werden:

- Entfernung des Abwassers von Grundstücken aus Gründen der öffentlichen Gesundheit und der Hygiene;
- Vermeidung von Überflutungen in Siedlungsgebieten;
- Schutz der Umwelt.

Das Abwasserentsorgungssystem hat vier aufeinanderfolgende Funktionen: Sammlung, Ableitung, Behandlung, Einleitung.

Entwässerungssysteme dienen der Sammlung und der Ableitung von Abwasser.

prEN 752:2015 stellt einen Rahmen für Planung, Bau, Sanierung, Unterhalt und Betrieb von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden dar. Dies ist im oberen Teil von Bild 1 abgebildet. prEN 752:2015 wird unterstützt durch detailliertere Normen zu Untersuchung, Planung, Bau, Organisation sowie Überwachung von Entwässerungssystemen.

Diese Norm ist eine aus einer Anzahl von Normen, die die in prEN 752:2015 dargelegten allgemeinen Grundsätze unterstützen. Der Zusammenhang dieser Normen untereinander ist in Bild 1 dargestellt.

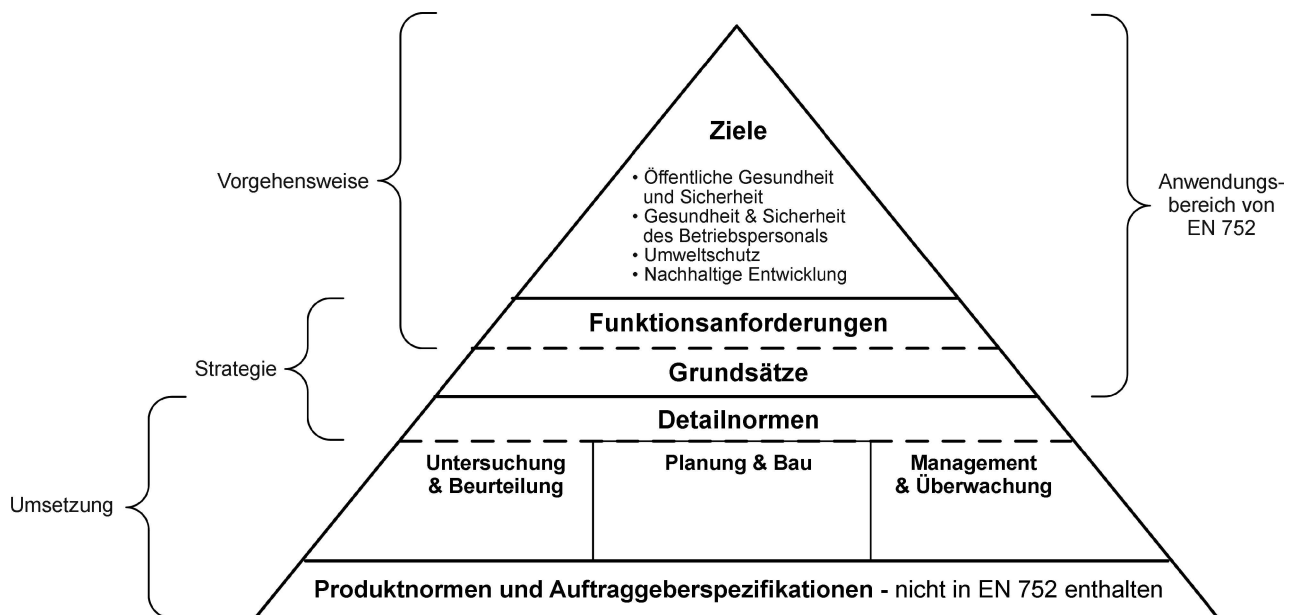


Bild 1 — Beziehung zwischen der prEN 752:2015 und anderen Normen für Entwässerungssysteme

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt Anforderungen an die Bemessung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden fest.

Sie gilt für Entwässerungssysteme, die von dem Punkt an, an dem das Abwasser das Gebäude bzw. die Dachentwässerung oder einen befestigten Bodenbereich verlässt, bis zu dem Punkt, an dem das Abwasser in eine Kläranlage oder ein aufnehmendes Oberflächengewässer eingeleitet wird, hauptsächlich als Freispiegelsysteme betrieben werden.

Dieses Dokument legt Anforderungen an die hydraulische Berechnung von Entwässerungssystemen und die Beurteilung der Kapazität vorhandener Entwässerungssysteme fest.

2 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).

prEN 752:2015, *Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden — Kanalmanagement*

EN 858-1, *Abscheideranlagen für Leichtflüssigkeiten (z. B. Öl und Benzin) — Teil 1: Bau-, Funktions- und Prüfgrundsätze, Kennzeichnung und Güteüberwachung*

EN 858-2, *Abscheideranlagen für Leichtflüssigkeiten (z. B. Öl und Benzin) — Teil 2: Wahl der Nenngröße, Einbau, Betrieb und Wartung*

EN 1825-1, *Abscheideranlagen für Fette — Teil 1: Bau-, Funktions- und Prüfgrundsätze, Kennzeichnung und Güteüberwachung*

EN 1825-2:2002, *Abscheideranlagen für Fette — Teil 2: Wahl der Nenngröße, Einbau, Betrieb und Wartung*

EN 16323, *Wörterbuch für Begriffe der Abwassertechnik*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 16323 und die folgenden Begriffe.

ANMERKUNG Folgende, in dieser Norm verwendete Begriffe sind in EN 16323 definiert:

Absturzschaft,
Einzugsgebiet,
Mischwasserüberlauf,
Speicherbecken,
häusliches Schmutzwasser,
Abwasserleitung,
Trockenwetterzufluss,
Fremdwasserzufluss,
Schmutzwasser,
Gefälle,
Freispiegelsystem,
hydrobiologischer Stress,
industrielles Abwasser,
Versickerung,
Kontrollschacht,
Düker,
Wartung,

Einsteigschacht,
Auslauf,
Regenwasser,
Absturzbauwerk,
aufnehmendes Gewässer,
Sanierung,
zuständige Stelle,
Renovierung,
Reparatur,
Erneuerung,
Pumpendruckleitung,
Oberflächenabfluss,
Abflussbeiwert,
Selbstreinhaltung,
Selbstreinigungsvermögen,
Trennsystem,
angefaultes Abwasser,
Entwässerung, Entwässerungssystem,
Überlastung,
aufnehmendes Oberflächengewässer,
Niederschlagswasser,
Stauraumkanal,
Konzentrationszeit,
Fließzeit,
Abwasser,
Kläranlage

3.1

Rückstauenebene

berechneter oder tatsächlich auftretender Wasserstand des Abwassers in einem Entwässerungssystem infolge der hydraulischen Bedingungen stromabwärts

[QUELLE: prEN 752:2015, Begriff 3.1]

3.2

Muldenverlust

in Oberflächenmulden zurückgehaltener Niederschlag, der nicht zum Regenabfluss beiträgt

[QUELLE: prEN 752:2015, Begriff 3.3]

3.3

erwartete Häufigkeit

durchschnittliche Auftretshäufigkeit eines Ereignisses

Anmerkung 1 zum Begriff: Die erwartete Häufigkeit kann als Jährlichkeit (einmal je T Jahre) oder als Auftretswahrscheinlichkeit in einem Jahr ($1/T$) ausgedrückt werden (siehe 3.6, Jährlichkeit)

[QUELLE: prEN 752:2015, Begriff 3.5]

3.4

Überflutung

Zustand, bei dem Wasser ungewollt auf eine Oberfläche austritt oder in ein Gebäude eindringt

[QUELLE: prEN 752:2015, Begriff 3.6]

3.5

Regenintensität

Regenspende

Niederschlagshöhe je Zeiteinheit (Regenintensität) oder Quotient aus dem Volumen des Regens und dem Produkt aus Zeit und Fläche (Regenspende)

[QUELLE: prEN 752:2015, Begriff 3.13]

3.6

Jährlichkeit

erwartete Häufigkeit eines Ereignisses, ausgedrückt als mittlere Wiederkehrzeit zwischen den Ereignissen, die einer festgelegten Größenordnung entspricht oder sie überschreitet (siehe 3.5, erwartete Häufigkeit)

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Ereignis mit einer bestimmten Jährlichkeit in einem Jahreszeitraum überschritten wird, ist der Kehrwert dieser in Jahren gemessenen Wiederkehrzeit.

Anmerkung 2 zum Begriff: Diese Definition beruht auf dem Eintrag in dem von der IWA veröffentlichten „Urban Drainage: A Multilingual Glossary“.

[QUELLE: prEN 752:2015, Begriff 3.14]

3.7

kanalindizierte Überflutung

Zustand, bei dem Schmutzwasser und/oder Niederschlagswasser aus einem Entwässerungssystem entweichen oder nicht in dieses eintreten kann/können und entweder auf der Oberfläche verbleibt/verbleiben oder von der Oberfläche her in Gebäude eindringen (siehe auch kanalindizierte Oberflächenüberflutung)

[QUELLE: prEN 752:2015, Begriff 3.16]

3.8

strömender Abfluss

Fließzustand, bei dem die Fließgeschwindigkeit des Wassers geringer ist als die Ausbreitungsgeschwindigkeit kleiner Wellen, wodurch der Wasserspiegel zur Stabilität neigt

[QUELLE: prEN 752:2015, Begriff 3.18]

3.9

schießender Abfluss

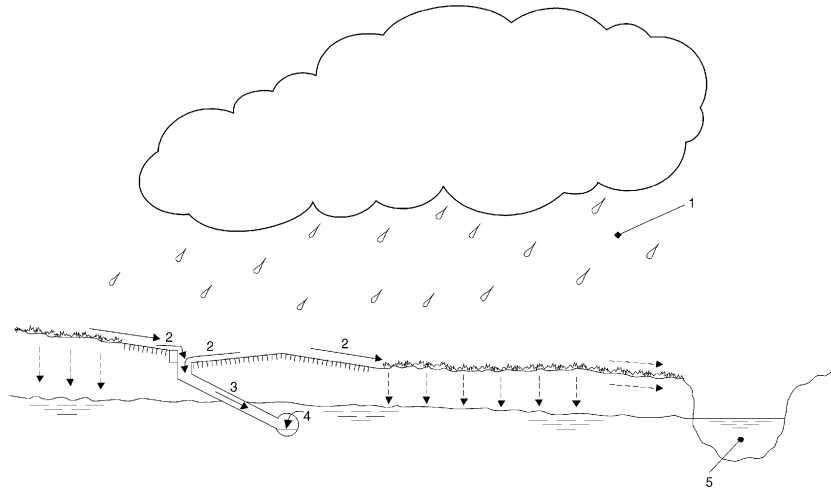
Fließzustand, bei dem die Fließgeschwindigkeit des Wassers größer ist als die Ausbreitungsgeschwindigkeit einer kleinen Welle, wodurch starke Schwankungen des Wasserspiegels möglich sind

[QUELLE: prEN 752:2015, Begriff 3.19]

3.10

kanalindizierte Oberflächenüberflutung

Zustand, bei dem Schmutzwasser auf der Oberfläche verbleibt oder von der Oberfläche her in Gebäude eindringt (siehe auch kanalindizierte Überflutung)



Legende

- 1 Regenwasser
- 2 Oberflächenabfluss
- 3 Niederschlagswasser
- 4 Versickerung
- 5 aufnehmendes Oberflächengewässer

Bild 2 — Terminologie für Abläufe abgeleitet aus Regenwasser

[QUELLE: prEN 752:2015, Begriff 3.20]

3.11

Entwässerung

Gesamtheit von Techniken und Maßnahmen bezüglich Abwasser zur zufriedenstellenden Hygiene und dem Wohl der Allgemeinheit, schließt sowohl häusliches und nicht häusliches Schmutzwasser als auch Niederschlagswasser ein

Anmerkung 1 zum Begriff: WG 30 schlägt für EN 16323 eine Änderung des Begriffs „Abwasserbeseitigung“ (en: urban drainage) zu „Entwässerung“ (en: drainage) vor.

[QUELLE: prEN 752:2015, Begriff 3.22]

3.12

Wirbelfallschacht

kreisförmiger Schacht zur Überwindung großer Höhenunterschiede, in den das Abwasser tangential eintritt und spiralförmig abfließt

[QUELLE: prEN 752:2015, Begriff 3.23]

4 Allgemeines

prEN 752:2015 legt Ziele und funktionelle Anforderungen sowie Grundsätze für die Planung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden fest.

Die hydraulische Berechnung kann die funktionellen Anforderungen, insbesondere die folgenden, beeinflussen:

- Schutz vor kanalindizierter Überflutung,
- Schutz der aufnehmenden Oberflächengewässer,
- Verhinderung von Gerüchen und giftigen, explosionsfähigen und korrosiven Gasen;
- Aufrechterhaltung des Abflusses.

Entwässerungssysteme müssen so geplant sein, dass ihre Aufnahmefähigkeit für die Bemessungsabflüsse ausreichend ist. Bei der Wahl des Durchmessers und/oder des Gefälles des Rohrs muss zugleich die Notwendigkeit berücksichtigt werden, den Aufbau von Ablagerungen sowie das Risiko von Verstopfungen so gering wie möglich zu gestalten (siehe 6.1).

5 Bemessungskriterien

Bemessungskriterien müssen nach prEN 752:2015, 5.3.2, bestimmt werden, wenn sie nicht durch nationale oder regionale Bestimmungen oder die zuständige Stelle festgelegt wurden.

Bemessungskriterien in Bezug auf die hydraulische Berechnung können umfassen:

- a) die erwartete Häufigkeit, mit der keinerlei Überlastung des Entwässerungssystems auftritt;
- b) die erwartete Häufigkeit, mit der eine festgelegte Zahl von Überlastungen des Entwässerungssystems auftritt;
- c) die erwartete Häufigkeit einer kanalindizierten oder niederschlagswasserindizierten Überflutung (diese können ohne Überlastung auftreten);
- d) die Auswirkung der Abflüsse des Niederschlagswassers aus den Ausläufen der aufnehmenden Oberflächengewässer auf die Flutung der Flüsse oder des Grundwassers; und
- e) die Auswirkung der Abflüsse auf den Betrieb der Kläranlage.

6 Kapazität druckbetriebener Rohrleitungen

6.1 Allgemeines

Die Grundlage für die Planung ist die Tatsache, dass die Abflüsse in Abwasserleitungen und -kanälen turbulent ist. Zwei Gleichungen werden zur Berechnung turbulenter Abflüsse in Abwasserleitungen und -kanälen empfohlen: die Colebrook-White-Gleichung²⁾ und die Manning-Gleichung³⁾.

Die beiden Verfahren zum Berechnen vollständiger Druckverluste sind:

- das Addieren lokaler Druckverluste (siehe 6.3) zu den Druckverlusten der Rohrleitung (siehe 6.2);
- das Berücksichtigen lokaler Druckverluste durch die Annahme eines höheren Wertes für die Rauheit druckbetriebener Rohrleitung bei der Berechnung des Druckverlustes der Rohrleitung.

6.2 Druckverluste bei Rohrleitungen

6.2.1 Allgemeines

Bei der Verwendung empfohlener Rauheitswerte für druckbetriebene Rohrleitungen ist es erforderlich festzulegen, ob in diesen Werten zulässige Abweichungen für lokale Druckverluste enthalten sind. Typischerweise enthalten die Rauheit für druckbetriebene Rohrleitungen (k) oder der Durchflusskoeffizient (K) zulässige Abweichungen für Druckverluste aufgrund des Rohrmaterials, Störstellen an den Verbindungsstücken und Schlickablagerungen an Rohroberflächen unterhalb des Wasserstandes. Gegenwärtig werden Werte in einem Bereich von 0,03 mm bis 3,0 mm für k (Prandtl-Colebrook-Gleichung) und von $70 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$ bis $90 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$ für K (Manning-Strickler-Gleichung) verwendet.

2) Diese Gleichung wird im Französischen als Colebrook-Gleichung und im Deutschen als Prandtl-Colebrook-Gleichung bezeichnet.

3) Diese Gleichung wird im Französischen und im Deutschen als Manning-Strickler-Gleichung bezeichnet.

6.2.2 Prandtl-Colebrook-Gleichung

Für runde, vom Abfluss vollständig gefüllte Rohre wird die Abflussgeschwindigkeit durch folgende Gleichung berechnet:

$$v = -2\sqrt{(2gDJ_E)} \log_{10} \left(\frac{k}{3,71D} + \frac{2,51v}{D\sqrt{(2gDJ_E)}} \right) \quad (1)$$

Dabei ist

- v die über den Abflussquerschnitt verteilte mittlere Geschwindigkeit, in Meter je Sekunde (m/s);
- g die Gravitationskonstante, in Meter je Quadratsekunde (m/s²);
- D der Innendurchmesser der Rohrleitung, in Meter (m);
- J_E das Druckliniengefälle (Energieverlust je Längeneinheit), ohne Einheit;
- k ist die Rauheit der druckbetriebenen Rohrleitung, in Meter (m);
- ν die kinematische Viskosität der Flüssigkeit, in Quadratmeter je Sekunde (m²/s).

Bei einem nur teilgefüllten Rohr oder Rohren mit nicht runden Querschnitten wird die Abflussgeschwindigkeit gleichfalls durch Gleichung (1) berechnet, jedoch wird D durch $4R_h$ ersetzt, wobei R_h der hydraulische Radius ist (Quotient aus dem Querschnittsbereich des Abflusses und dem benetzten Umfang).

6.2.3 Manning-Strickler-Gleichung

Sowohl für runde als auch für nicht runde Querschnitte wird die Abflussgeschwindigkeit ungeachtet der Tatsache, ob die Rohre teilweise oder vollständig gefüllt sind, durch folgende Gleichung berechnet:

$$v = KR_h^{2/3} J_E^{1/2} \quad (2)$$

Dabei ist

- K der Rauheitsbeiwert nach Manning, in Meter hoch ein Drittel je Sekunde (m^{1/3}/s);
- R_h der hydraulische Radius, in Meter (m);
- J_E das Druckliniengefälle (Energieverlust je Längeneinheit), ohne Einheit;

6.2.4 Werte für die Rauheit der Rohrleitung

Bei der Verwendung empfohlener Rauheitswerte für druckbetriebene Rohrleitungen ist es erforderlich festzulegen, ob in diesen Werten zulässige Abweichungen für lokale Druckverluste enthalten sind. Gegenwärtig werden Werte in einem Bereich von 0,03 mm bis 3,0 mm für k und von 70 m^{1/3}s⁻¹ bis 90 m^{1/3}s⁻¹ für K verwendet.

Geschwindigkeitsberechnungen nach den Gleichungen (1) und (2) können nach folgender Gleichung näherungsweise verglichen werden

$$K = 4 \sqrt{g \left(\frac{32}{D} \right)^{1/6} \log_{10} \left(\frac{3,71D}{k} \right)} \quad (3)$$

Dabei ist

- K der Rauheitsbeiwert nach Manning, in Meter hoch ein Drittel je Sekunde ($\text{m}^{\frac{1}{3}}/\text{s}$);
- g die Gravitationskonstante, in Meter je Quadratsekunde (m/s^2);
- D der Innendurchmesser der Rohrleitung, in Meter (m);
- k die Rauheit der druckbetriebenen Rohrleitung, in Meter (m).

6.3 Lokale Druckverluste

Zusätzlich zu den unter 6.2 aufgeführten, treten Druckverluste an Kreuzungen, Querschnittsänderungen, Einsteigschächten, Krümmungen und anderen Rohrformstücken auf. Falls direkte Berechnungen erforderlich sind, ist folgende Gleichung zu verwenden:

$$h_L = \frac{k_L v^2}{2g} \quad (4)$$

Dabei ist

- h_L der lokale Druckverlust, in Meter (m);
- k_L der Beiwert des Druckverlustes, ohne Einheit;
- v die Geschwindigkeit der Flüssigkeit, in Meter je Sekunde (m/s);
- g die Gravitationskonstante, in Meter je Quadratsekunde (m/s^2);

6.4 Vollständige Druckverluste

Zur Berechnung vollständiger Druckverluste gibt es zwei Verfahren:

- das Addieren lokaler Druckverluste (siehe 6.3) zu den Druckverlusten der Rohrleitung (siehe 6.2);
- das Berücksichtigen lokaler Druckverluste durch die Annahme eines höheren Wertes für die Rauheit druckbetriebener Rohrleitung bei der Berechnung des Druckverlustes der Rohrleitung.

7 Eingehende Volumenströme

7.1 Schmutzwasserabflüsse

7.1.1 Berechnung von Schmutzwasserabflüssen für Abwassersysteme

Bei der Bemessung von Abwasserleitungen (und Abwasserkanälen) für einzelne Häuser oder kleine Gruppen von Gebäuden muss ein Spitzenabfluss verwendet werden, der aus Anzahl und Art der angeschlossenen Entwässerungsgegenstände abgeleitet wird, wobei Einleitungen aus einzelnen Entwässerungsgegenständen hohe, jedoch nur zeitweilige und unregelmäßige Abflüsse erzeugen.

Die nach EN 12056-2 berechneten Durchflüsse in die Abwasserleitungen aus den Gebäuden oder dem Grundstück sollten zur Planung des nachgelagerten Abwassersystems verwendet werden.

Die Durchflüsse der einzelnen Entwässerungsgegenstände und die anzuwendenden Faktoren können durch nationale oder regionale Vorschriften oder die zuständige Stelle festgelegt werden. Industrielle Abwasserzuflüsse müssen getrennt berechnet werden.

7.1.2 Berechnung von Schmutzwasserabflüssen in die Kanalisation

Bei Abwasserkanälen für häusliches Schmutzwasser beruhen die Durchflüsse im Allgemeinen entweder auf der Einwohnerzahl und dem Abfluss je Einwohner oder bei Neubaugebieten, für die solche Daten nicht zur Verfügung stehen, auf den Planungskriterien für die Einwohner oder der Art und Zahl der Wohnungen. Bei Neuentwicklungen und beim Aus- bzw. Umbau schon vorhandener Systeme müssen die Bemessungsannahmen dem festgelegten Planungshorizont entsprechen.

Vorhandene statistische Daten zur Wasserversorgung können die Ableitung des zukünftigen Wasserverbrauchs und damit auch der häuslichen Schmutzwasserabflüsse unterstützen. Ganglinien zum täglichen Verbrauch und Varianten für unterschiedliche Entwicklungen können gleichfalls aufgestellt werden. Eine verbraucherseitige Wassernutzung, die nicht ins Entwässerungssystem gelangt sowie Verluste bei der Verteilung sind für die Beurteilung häuslicher Schmutzwasserabflüsse von besonderer Bedeutung.

Der Abfluss je Einwohner darf unter Berücksichtigung des Verbrauchs, der nicht in die Abwasserkanäle eingeleitet wird, und der Netzverluste, falls keine geeigneten Messgeräte verfügbar sind, auf den regionalen Statistiken zur Wasserversorgung beruhen. Typische Zahlen zur Einleitung bei Bebauungen, die den betrachteten ähneln, dürfen gleichfalls verwendet werden. Allgemein üblich ist in vielen Ländern die Verwendung einer Abflussmenge je Kopf im Bereich von 120 l/d bis 400 l/d, wie in Tabelle 1 dargestellt.

Der Bemessungsspitzenfluss berücksichtigt die tägliche Schwankung des häuslichen Schmutzwasserflusses. Der häusliche Spitzenfluss, der in verschiedenen Ländern zur Bemessung verwendet wird, ist in Tabelle 2 angegeben. Zu diesen Spitzenflüssen müssen noch die gewerblichen Spitzenflüsse sowie, falls unvermeidbar, Fremdwasserzuflüsse hinzugerechnet werden.

Die Tabellen 1 und 2 enthalten Richtwerte für die mittleren Durchflüsse und den Bemessungsspitzenfluss zur allgemeinen Verwendung bei der Planung von Kanälen für Niederschlagswasser und Mischsystemen.

Tabelle 1 — Häuslicher Abfluss

Staat	Abflussbereich (l/Einwohner·d)	Bemerkung
Tschechische Republik	100 – 150	Normaler Tagesabfluss; Versickerung wird nicht berücksichtigt
Dänemark	120 – 150	50 % bis 100 % sollten hinzugerechnet werden, um Versickerungen zu berücksichtigen
Frankreich	150 – 200	—
Deutschland	90 – 180	Abhängig von Niveau und Alter des Sanitärsystems. Versickerung wird nicht berücksichtigt.
Niederlande	100 – 120	—
Portugal	100 – 200	—
Schweiz	170 – 200	—
Großbritannien	150 – 300	—

Tabelle 2 — Häuslicher Bemessungsspitzenfluss

Staat	Bemessungsspitzenfluss	Bemerkung
Dänemark	4 l/s bis 6 l/s je 1 000 Einwohner	Je nach Größe des Einzugsgebietes, ohne 50 % bis 100 % Zuschlag zur Berücksichtigung der Versickerung.
Frankreich	(1,5 bis 4,0) × häuslicher Abfluss	Abhängig von der Lage des Abwasserkanals, dessen Gefälle, Größe sowie der Stadtgröße beträgt der Spitzenkoeffizient 1,5 bis 4,0.
Deutschland	4 l/s je 1 000 Einwohner	Für die Planung von Abwasserkanälen. Zusätzlich werden Versickerungen und ungeplante Volumenströme berücksichtigt.
Niederlande	—	10 % des täglichen Abflusses.
Portugal	(2,0 bis 5,0) × häuslicher Abfluss	—
Schweiz	6 l/s bis 7 l/s je 1 000 Einwohner	Häufig 8 l/s bis 10 l/s je 1 000 Einwohner, um gewerbliche Abflüsse zu berücksichtigen.
Großbritannien	Bis zu 6 × häuslicher Abfluss	Abhängig vom Einzugsgebiet. Zusätzliche Berücksichtigung von Versickerung.

7.2 Regenereignis und Oberflächenabfluss durch Niederschlag

7.2.1 Regenereignis

Nationale oder regionale Vorschriften oder die zuständige Stelle können anzuwendende Bemessungswerte für Regen festlegen. Bemessungsregenspenden, die die regionalen Bedingungen wiedergeben, können in einer der folgenden Formen auftreten:

- a) regionale oder lokale Werte für Blockregen;
- b) aus Regenstärkenlinien berechneter Blockregen;
- c) Profile einzelner Regenereignisse;
- d) Regen-Zeitreihen.

Einzelne Ereignisse gleichförmigen Regens oder Regen-Zeitreihen können entweder historischen Regendaten entnommen werden oder aus künstlichen Profilen auf Grundlage einer statistischen Auswertung von Regendaten erstellt werden.

7.2.2 Oberflächenabfluss

7.2.2.1 Allgemeines

Der Oberflächenabfluss muss unter Berücksichtigung einer Anzahl von Faktoren berechnet werden, einschließlich:

- Bemessungsregen;
- Fläche, die in die mit dem System verbundenen Einläufe entwässert werden kann:
 - Größe der versiegelten Fläche;
 - Größe der durchlässigen Fläche;

- mögliche Verluste von Oberflächenabflüssen aufgrund der Versickerung von Regen im Boden;
- mögliche Zunahme auf angeschlossenen Flächen.

Der mögliche Einfluss des Klimawandels sollte ebenfalls berücksichtigt werden.

Ein einfaches Verfahren zur Berechnung des Oberflächenabflusses von kleinen Flächen ist in 7.2.2.2 enthalten.

7.2.2.2 Verfahren zur Berechnung des Oberflächenabflusses bei kleinen zu entwickelnden Systemen

Falls in den nationalen oder lokalen Vorschriften oder durch die zuständige Stelle keine Berechnungsverfahren festgelegt sind, darf bei Flächen bis zu 200 ha oder bei Konzentrationszeiten bis zu 15 min ein einfaches Verfahren zur Abschätzung des Spitzenabflusses des Niederschlagswassers angewendet werden, wobei eine konstante Regenintensität angenommen wird. Die angesetzte Regenintensität hängt von Faktoren wie der Konzentrationszeit im Einzugsgebiet und den Auswertungen der lokalen Regendaten ab. Der Spitzenabfluss ergibt sich aus:

$$Q = C \cdot i \cdot A \quad (5)$$

Dabei ist

- Q der Spitzenabfluss, in Liter je Sekunde (l/s);
- C der Abflussbeiwert (zwischen 0,0 und 1,0), ohne Einheit;
- i die Regenintensität, in Liter je Sekunde und Hektar (l/s/ha);
- A die Fläche des Einzugsgebietes (horizontal gemessen), in Hektar (ha).

Geeignete Werte für (C) sind in Tabelle 3 angegeben.

Tabelle 3 — Abflussbeiwerte zur Berechnung des Oberflächenabflusses bei kleinen zu entwickelnden Systemen

Art der angeschlossenen Fläche	Abflussbeiwert C	Anmerkungen
Versiegelte Flächen und stark geneigte Dächer ^a	0,9 bis 1,0	in Abhängigkeit vom Muldenverlust
Große Flachdächer	0,5	über 10 000 m ²
Kleine Flachdächer	1,0	unter 100 m ²
Durchlässige Flächen	0,0 bis 0,3	je nach Geländeneigung und Oberflächenbeschaffenheit
^a Die versiegelten Flächen großer vertikaler Oberflächen dürfen um 30 % vergrößert werden.		

7.3 Fremdwasserzufluss

Wenn das Risiko eines Eintritts von Fremdwasser (z. B. Infiltration) in Abwasserleitungen und -kanäle als nicht akzeptabel erachtet wird, ist die Größe dieses Risikos anhand von Untersuchungen zu bestimmen.

8 Hydraulische Berechnung

8.1 Allgemeines

Es wurden verschiedene Verfahren entwickelt, um die Planung von Entwässerungssystemen zu unterstützen. Bei allen wurde der Abflussprozess vereinfacht, um die Bemessungsparameter kosteneffektiv vorschlagen zu können. Dieses Dokument behandelt die Menge verfügbarer Verfahren und stellt Richtlinien auf, wann sie verwendet werden sollten.

8.2 Strömung in der Kanalisation

Die Strömung in der Kanalisation ist eine ungleichförmige, instationäre Strömung. Die Strömungsbedingungen können durch die Anwendung der Saint-Venant-Gleichungen berechnet werden. Diese partiellen Differentialgleichungen beschreiben die allmählich veränderliche, instationäre, ungleichförmige Strömung in offenen und geschlossenen Gerinnen. Es gibt zwei Gleichungen: die dynamische und die Kontinuitätsgleichung. Je nach Art der Anwendung und der Strömungsbedingungen können unterschiedliche Vereinfachungsniveaus angewendet werden. Tabelle 4 enthält diese Gleichungen für verschiedene Vereinfachungsniveaus.

Tabelle 4 — Saint-Venant-Gleichungen

Strömungsart	Dynamische Gleichung					Nr.	Kontinuitätsgleichung	Nr.
instationär ungleichförmig diskontinuierlich (d. h. mit seitlichem Zufluss)	$\frac{cvq}{gA} +$	$\frac{1}{g} \times \frac{\delta v}{\delta t} +$	$\frac{v}{g} \times \frac{\delta v}{\delta x} +$	$\frac{\delta h}{\delta x} =$	$J_S - J_F$	(5a)	$\frac{\delta Q}{\delta x} + \frac{\delta A}{\delta t} = q$	(6a)
instationär ungleichförmig		$\frac{1}{g} \times \frac{\delta v}{\delta t} +$	$\frac{v}{g} \times \frac{\delta v}{\delta x} +$	$\frac{\delta h}{\delta x} =$	$J_S - J_F$	(5b)	$\frac{\delta Q}{\delta x} + \frac{\delta A}{\delta t} = 0$	(6b)
instationär vereinfacht ungleichförmig		$\frac{1}{g} \times \frac{\delta v}{\delta t} +$		$\frac{\delta h}{\delta x} =$	$J_S - J_F$	(5c)	$\frac{\delta Q}{\delta x} + \frac{\delta A}{\delta t} = 0$	(6b)
vereinfacht instationär ungleichförmig			$\frac{v}{g} \times \frac{\delta v}{\delta x} +$	$\frac{\delta h}{\delta x} =$	$J_S - J_F$	(5d)	$\frac{\delta Q}{\delta x} + \frac{\delta A}{\delta t} = 0$	(6b)
vereinfacht instationär vereinfacht ungleichförmig				$\frac{\delta h}{\delta x} =$	$J_S - J_F$	(5e)	$\frac{\delta Q}{\delta x} + \frac{\delta A}{\delta t} = 0$	(6b)
stationär ungleichförmig			$\frac{v}{g} \times \frac{\delta v}{\delta x} +$	$\frac{\delta h}{\delta x} =$	$J_S - J_F$	(5d)	$\frac{\delta Q}{\delta x} = 0$	(6c)
stationär vereinfacht ungleichförmig				$\frac{\delta h}{\delta x} =$	$J_S - J_F$	(5e)	$\frac{\delta Q}{\delta x} = 0$	(6c)
stationär gleichförmig (Normalabfluss)				$\frac{\delta h}{\delta x} =$	0	(5f)	$\frac{\delta Q}{\delta x} = 0$	(6c)
Term (siehe unten)	5	4	3	2	1	—	—	—

Dabei ist

- Q der Abfluss, in Kubikmeter je Sekunde (m^3/s);
- q der seitliche Zufluss je Längeneinheit in Fließrichtung (Annahme: stationär), in Kubikmeter je Sekunde und Meter ($\text{m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$);
- A der durchflossene Querschnitt senkrecht zur Sohle von Abwasserleitung oder -kanal, in Quadratmeter (m^2);
- J_S das Gefälle der Sohle von Abwasserleitung oder -kanal (bei offenem Gerinnen gegebenenfalls nicht konstant), ohne Einheit;
- J_F das Reibungsgefälle, ohne Einheit;

ANMERKUNG Aus praktischen Gründen kann das Reibungsgefälle J_R dem hydraulischen Gefälle J_E gleichgesetzt werden.

- x die Weg-Koordinate in Fließrichtung, in Meter (m);
- t die Zeitkoordinate, in Sekunden (s);
- h Füllhöhe im Profil oder Wassertiefe (senkrecht zur Sohle) oder Druckhöhe in vollgefüllten Leitungen an der Rohr- oder Profilschle, in Meter (m);
- v die mittlere Geschwindigkeit in einem Querschnitt in Fließrichtung, in Meter je Sekunde (m/s);
- g die Fallbeschleunigung, in Meter je Quadratsekunde (m/s^2);
- c der Faktor unter Einschluss zusätzlicher Verluste, ohne Einheit.

Die verschiedenen Terme der dynamischen Gleichung können wie folgt beschrieben werden:

- Term 1 der dynamischen Gleichung steht für die Differenz zwischen Sohlen- und Reibungsgefälle.
- Term 2 der dynamischen Gleichung steht für die Veränderlichkeit der Strömungsgröße mit dem Fließweg.
- Term 3 der dynamischen Gleichung steht für die Veränderlichkeit der Strömungsgröße durch Rückstau und Wellendämpfung.
- Term 4 der dynamischen Gleichung steht für die lokale Abflussbeschleunigung.
- Term 5 der dynamischen Gleichung steht für den Volumenstrom des seitlichen Zuflusses.

8.3 Verfahren zur Abflusssimulation

8.3.1 Einleitung

In der Strömungslehre werden bezüglich des Abflusses in Rohrleitungen drei Komplexitätsstufen unterschieden:

- einfache/empirische Verfahren,
- andere vereinfachte Verfahren,
- hydrodynamische Verfahren.

8.3.2 Einfache/empirische Verfahren

Bei diesen Verfahren wird die Strömung als gleichförmig und stationär betrachtet (siehe Gleichungen 5f und 6c). Die hydrologischen Prozesse werden gleichfalls auf einfache Art behandelt. Die Geschwindigkeit bei Vollfüllung kann zur Berechnung der Fließzeit (Konzentrationszeit) und zur Wahl eines geeigneten Wertes für die Regenintensität verwendet werden. Diese Verfahren werden hauptsächlich für die Bemessung kleiner zu entwickelnder Systeme verwendet (siehe 8.3.3).

8.3.3 Andere vereinfachte Verfahren

Bei diesen Verfahren wird die ungleichförmige und instationäre Strömung in etwas vereinfachter Form berücksichtigt. Typischerweise werden Verzögerungen und Kanalspeicherung berücksichtigt. Mögliche Vereinfachungen verwenden in dieser Kategorie eine Kombination aus einer der Gleichungen von 5c bis 5e und der Gleichung 6b oder 6c. Diese Verfahren sind für die anfängliche Bemessung großer zu entwickelnder Systeme, die Überprüfung bestehender Systeme oder zur Simulation der Netzleistung bei Regenreihen mit sintflutartigen Niederschlägen geeignet.

8.3.4 Hydrodynamische Verfahren

Mit diesen Verfahren kann eine instationäre und ungleichförmige Strömung selbst bei Überlastung und Rückstau simuliert werden. Diese Verfahren verwenden sämtliche Terme der Gleichungen (d. h. Gleichung 5a oder 5b und 6a oder 6b, wie jeweils anwendbar) aus Tabelle 4. Sie können dazu verwendet werden, die Leistung der Systeme unter Überflutungsbedingungen zu prüfen.

8.3.5 Wahl des Berechnungsverfahrens

Auf jeder Komplexitätsstufe können hydrologische Oberflächenprozesse auf einfache oder detaillierte Weise (S oder D in Tabelle 5) bearbeitet werden.

Tabelle 5 gibt Richtlinien zur Anwendbarkeit der Verfahren. Die Verfahren können innerhalb eines Teil-einzugsgebietes kombiniert werden.

Tabelle 5 — Anwendbarkeit der Verfahren zur Strömungssimulation

Anwendung	Verfahren		
	Einfache empirische Verfahren	Hydrologische Verfahren	Hydrodynamische Verfahren
Bemessung von kleiner zu entwickelnder Systeme	S	S	b
Bemessung großer Systeme	a	S	S oder D
Hydraulisch einfache Systeme zur Straßenentwässerung	S	—	—
Überprüfung der Leistungsfähigkeit gegenüber kanalindizierter Überflutung	a	a	S oder D
Prüfung bestehender Systeme	a	S oder D	S oder D
Planung von Aus- und Überläufen	a	S oder D	S oder D
Auswirkung auf die Qualität der aufnehmenden Gewässer	a	S	S oder D
Auswirkung auf die Quantität der aufnehmenden Gewässer	a	S	S oder D
Echtzeitkontrolle eines Systems	a	S oder D	S oder D
ANMERKUNG S Einfache Bearbeitung hydrologischer Prozesse. D Detaillierte Bearbeitung hydrologischer Prozesse.			
a Nicht zutreffend.			
b Im Allgemeinen nicht empfohlen.			

8.4 Steuerung einer Oberflächenüberflutung

Einige Modelle können gleichfalls eine kanalindizierte Oberflächenflutung durch einen der beiden Ansätze simulieren:

- ein einfacher eindimensionaler Ansatz, bei dem der Volumenstrom über einen einzigen, zuvor festgelegten Fließweg geführt wird;
- differenziertere zweidimensionale Ansätze, bei denen der Volumenstrom über eine Oberfläche geführt wird, die das Profil der Bodenoberfläche einschließlich sämtlicher Hindernisse (z. B. Erdwälle, Dämme) simuliert.

Zur Berechnung der hydraulischen Rauheit von Oberflächen wird im Allgemeinen die Manning-Strickler-Gleichung (2) verwendet.

8.5 Modellvalidierung

Die Kalibrierung und/oder Validierung der Modelle muss immer dann ausgeführt werden, wenn ausreichend Informationen zur Verfügung stehen. Die verwendeten Vorgehensweisen sind vom Modell zur Simulation des Volumenstroms im Abwasserkanal abhängig. Falls keine ausreichende Übereinstimmung zwischen Modell und Messungen erlangt wird, sollten die Eingabedaten für das Modell überprüft werden und anschließend die Aufzeichnungen zum Abwasserkanal. Mit der Identifizierung möglicher Fehlerursachen wird es häufig erforderlich sein, diese durch eine Standortbegehung zu bestätigen und das Modell im Anschluss entsprechend anzupassen. Werte sollten nicht ohne Begründung auf der Basis einer Systemprüfung verändert werden.

9 Hydraulische Berechnung

9.1 Leistungsvermögen von Abwasserleitungen und -kanälen

9.1.1 Allgemeines

Das Leistungsvermögen von Abwasserleitungen und -kanälen muss so gewählt werden, dass es die Bemessungskriterien für die hydraulische und die umweltbezogene Systemleistung erfüllt.

Rohre müssen so gewählt werden, dass sie:

- die geforderten Bemessungsvolumenströme transportieren;
- den Aufbau von Ablagerungen begrenzen;
- sicherstellen, dass das Risiko einer Verstopfung verringert ist (siehe 9.2.2); und
- sicherstellen, dass eine effektive Wartung kostengünstig ausgeführt werden kann (siehe EN 752).

In Fällen, in denen Ablagerungen an der Sohle nicht vermieden werden können, muss der reduzierte Querschnitt des Rohrs bei der Berechnung der Druckverluste berücksichtigt werden.

Das hydraulische Leistungsvermögen der Rohre ist nach Abschnitt 6 zu berechnen.

9.1.2 Abwasserleitungen und -kanäle für Schmutzwasser

Entwässerungssysteme müssen so bemessen sein, dass Schmutzwasserzuflüsse aus Haushalten und Gewerbe ohne Schaden für Gesundheit und Sicherheit gesammelt und zum Ort der Behandlung abgeleitet werden. Diese Bemessung sollte auch künftige Erweiterungen sowie Ableitungen von Fremdwasser bis zu einem Volumenstrom berücksichtigen, der eine Sanierung rechtfertigt.

Nach Bemessung des Abwassersystems ist die gegenseitige Beeinflussung von Abwasserleitungen und Kanalisation zu prüfen.

Wenn ein System stufenweise entwickelt wird, sollten bereits nach den ersten Bauabschnitten mögliche Abflüsse berücksichtigt werden, so dass entweder Bedingungen erreicht werden, die die Selbstreinhaltung wenigstens zu Zeiten des täglichen Spitzenflusses ermöglichen oder andere Reinigungsregelungen getroffen werden.

9.1.3 Abwasserleitungen und -kanäle für Niederschlagswasser

9.1.3.1 Allgemeines

Die hydraulische Bemessung von Abwasserleitungen und -kanälen, die undurchlässige Flächen wie Straßen und Parkplätze entwässern, ist abhängig von der hydraulischen Leistungsfähigkeit der Schnittstelle zwischen der undurchlässigen Fläche und dem Entwässerungssystem. Der Abfluss an dieser Schnittstelle muss ausreichend berücksichtigt werden, um die Auswirkung kanalindizierter Überflutungen möglichst gering zu halten.

Um Überflutungen zu vermeiden, können Maßnahmen zur Abflussrückhaltung erforderlich sein, wodurch Regenabflussspitzen aufgefangen und kurzzeitig zurückgehalten werden, um eine kanalindizierte Überflutung zu vermeiden. Die Auswirkungen dieser zeitweiligen Abflussdrosselung zur Verringerung der Spitzenabflüsse innerhalb des Entwässerungssystems auf die Leistungsfähigkeit der Kläranlage sind zu berücksichtigen. Bei diesen Bauwerken werden Vorkehrungen für Wartung und Sicherheit erforderlich sein.

9.1.3.2 Anwendung einfacher/empirischer Berechnungsverfahren

Bei kleineren Systemen ist ein relativ einfaches, aber sicheres Verfahren zu empfehlen, obwohl die Anwendung von Simulationsmodellen nicht ausgeschlossen wird. Abwasserkanäle sind üblicherweise für den Betrieb mit Vollfüllung ohne Überlastung für relativ häufige Bemessungsregenereignisse mit dem Wissen ausgelegt, dass dies einen Schutz gegen kanalindizierte Überflutungen bei stärkeren Regenereignissen darstellt. Für diese Systeme sollten die nach prEN 752:2015, 5.3.2.2, bestimmten Bemessungskriterien für vollgefüllte Rohre verwendet werden. Der Planer hat die zutreffenden Werte für Regenintensität und -dauer für das jeweilige Gebiet zu verwenden.

9.1.3.3 Anwendung komplexerer Berechnungsverfahren

Bei größeren wie auch bei kleineren Systemen, die mit einem Abflusssimulationsmodell entworfen werden, sowie bei größeren Entwässerungssystemen, insbesondere wenn Schäden oder Gefährdungen für die öffentliche Gesundheit entstehen können, wird empfohlen, das Maß des Schutzes vor einer kanalindizierten Überflutung direkt festzulegen. Die Kanalisation sollte zuerst, wie oben erwähnt, so ausgelegt werden, dass bei einem entsprechenden Bemessungskriterium für vollgefüllte Rohre keine Überlastung auftritt. Anschließend sollte ein Simulationsmodell des Kanalabflusses verwendet werden, um das Maß des Überflutungsschutzes gegen die Bemessungskriterien für die kanalindizierte Überflutung nach prEN 752:2015, 5.3.2.3, zu prüfen und die Planung sollte dort angepasst werden, wo der erforderliche Schutz vor kanalindizierter Überflutung nicht erreicht wird. Es wird jedoch auch Fälle geben, bei denen eine Anpassung zur Vermeidung einer unnötigen Überdimensionierung geeignet ist.

9.1.3.4 Wege für übermäßige Durchflüsse

Bei Ereignissen, bei denen die bemessene kanalindizierte Überflutungshäufigkeit überschritten wird, muss der Planer unter Berücksichtigung sowohl der Auswirkungen einer kanalindizierten Überflutung als auch der Häufigkeit das Risiko einer kanalindizierten Überflutung beurteilen. Die Fließwege für übermäßige Durchflüsse sollten untersucht werden, um die Auswirkungen zu ermitteln und, wenn möglich, sollte die Planung geändert werden, um die Auswirkungen zu minimieren. Falls das Risiko einer kanalindizierten Überflutung dadurch nicht verringert werden kann, sollte die Bemessungshäufigkeit verringert werden.

9.1.4 Abwasserleitungen und -kanäle für Mischwasser

Bei Abwasserleitungen und -kanäle für Mischwasser besteht der Bemessungsabfluss aus dem Oberflächenabfluss, der den weitaus überwiegenden Anteil ausmacht, sowie einer Zugabe für Schmutzwasserabflüsse. Der Oberflächenabfluss sollte daher nach den in 9.1.3 aufgeführten Verfahren veranschlagt werden. Der Schmutzwasserabfluss wird nach 9.4.2 abgeschätzt. Da die Schmutzwasserabflüsse in der Regel wesentlich geringer als die Bemessungsabflüsse sind, ist vor allem auf selbstreinhaltende Geschwindigkeiten bei Trockenwetter zu achten.

9.2 Bemessung für die Selbstreinigung

9.2.1 Transport von Sedimenten

Bei Abwasserleitungen und -kanälen mit geringem Durchmesser (kleiner als DN 300) kann im Allgemeinen eine Selbstreinigung erreicht werden, wenn sich täglich eine Geschwindigkeit von mindestens 0,7 m/s einstellt oder ein Gefälle von mindestens 1:DN festgelegt wird. Größere Gefälle oder höhere Geschwindigkeiten können durch nationale oder lokale Vorschriften oder von der zuständigen Stelle vorgeschrieben werden. Es sollten strenge Anforderungen an die Bettung und den fehlerfreien Einbau der Rohre festgelegt werden, um Selbstreinigungsbedingungen in Abwasserkanälen mit geringem Gefälle zu erreichen.

Für Abwasserleitungen und -kanäle mit größeren Durchmessern können höhere Geschwindigkeiten erforderlich werden, insbesondere wenn relativ grobe Ablagerungen zu erwarten sind.

Lokale Richtlinien können in Form von Tabellen oder Gleichungen in nationalen Referenzdokumenten enthalten sein und dürfen angewendet werden.

Wenn Selbstreinigungsbedingungen nicht erreicht werden können, sollten Vorkehrungen für geeignete Wartungsmaßnahmen getroffen werden.

9.2.2 Minimierung von Verstopfungen

Zur Minimierung des Verstopfungsrisikos sollten Abwasserleitungen und -kanäle eine glatte Innenoberfläche aufweisen und nach den Bedingungen zur Selbstreinigung eingebaut sein. Bei geringen Abflüssen in Abwasserleitungen und -kanälen können größere Gefälle (bis zu 1 DN/2,5) erforderlich sein.

9.3 Abwasserkanäle mit großem Gefälle

Wenn als Freispiegelsystem geplante Abwasserkanäle mit großem Gefälle erforderlich sind, müssen die Auswirkungen von hohen Fließgeschwindigkeiten, Turbulenzen und Wechselsprüngen beachtet werden, wie z. B.:

- Mitreißen von Luft und dessen Folgen;
- Freisetzen von Schwefelwasserstoff;
- Abrieb;
- Notwendigkeit energieerhaltender Maßnahmen beim Wechsel vom schießenden zum strömenden Abfluss;
- besondere Sicherheitsvorkehrungen für Betriebspersonal.

Absturzschächte, Absturzbauwerke oder Wirbelfallschächte können in einer Kanalisation eingesetzt werden, um eine übermäßige Druckhöhe kontrolliert zu zerstreuen und dadurch den Einbau von Abwasserkanälen mit großem Gefälle zu vermeiden und jede eingeführte Geschwindigkeitsbegrenzung einzuhalten.