

# DWA- Regelwerk

## Arbeitsblatt DWA-A 110

### Hydraulische Dimensionierung und Leistungsnachweis von Abwasserleitungen und -kanälen

August 2006



Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.





# DWA- Regelwerk

## Arbeitsblatt DWA-A 110

### Hydraulische Dimensionierung und Leistungsnachweis von Abwasserleitungen und -kanälen

August 2006



Herausgeber und Vertrieb:  
Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.  
Theodor-Heuss-Allee 17 · 53773 Hennef · Deutschland  
Tel.: +49 2242 872-333 · Fax: +49 2242 872-100  
E-Mail: [kundenzentrum@dwa.de](mailto:kundenzentrum@dwa.de) · Internet: [www.dwa.de](http://www.dwa.de)

Die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., DWA, ist in Deutschland Sprecher für alle übergreifenden Wasserfragen und setzt sich intensiv für die Entwicklung einer sicheren und nachhaltigen Wasserwirtschaft ein. Als politisch und wirtschaftlich unabhängige Organisation arbeitet sie fachlich auf den Gebieten Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall und Bodenschutz.

In Europa ist die DWA die mitgliederstärkste Vereinigung auf diesem Gebiet und nimmt durch ihre fachliche Kompetenz bezüglich Normung, beruflicher Bildung und Information der Öffentlichkeit eine besondere Stellung ein. Die rund 14.000 Mitglieder repräsentieren die Fachleute und Führungskräfte aus Kommunen, Hochschulen, Ingenieurbüros, Behörden und Unternehmen.

Der Schwerpunkt ihrer Tätigkeiten liegt auf der Erarbeitung und Aktualisierung eines einheitlichen technischen Regelwerkes sowie der Mitarbeit bei der Aufstellung fachspezifischer Normen auf nationaler und internationaler Ebene. Hierzu gehören nicht nur die technisch-wissenschaftlichen Themen, sondern auch die wirtschaftlichen und rechtlichen Belange des Umwelt- und Gewässerschutzes.

### Impressum

#### Herausgeber und Vertrieb:

DWA Deutsche Vereinigung für  
Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.

Theodor-Heuss-Allee 17  
53773 Hennef, Deutschland

Tel.: +49 2242 872-333

Fax: +49 2242 872-100

E-Mail: [kundenzentrum@dwa.de](mailto:kundenzentrum@dwa.de)

Internet: [www.dwa.de](http://www.dwa.de)

#### Satz:

DCM • Druck Center Meckenheim

#### Druck:

bonner universitäts-buchdruckerei

**ISBN-13:** 978-3-939057-16-1

**ISBN-10:** 3-939057-16-9

**ISBN (E-Book):** 978-3-88721-804-1

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier.

© DWA, 1. Auflage, korrigierte Fassung: November 2018, Hennef 2018

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Arbeitsblattes darf ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Mikrofilm oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen werden.

## Vorwort

Bereits 1965 erschien erstmals ein Arbeitsblatt zur hydraulischen Berechnung von Abwasserkanälen.

Schnell erlangte das Arbeitsblatt ATV-A 110 einen hohen Wert für alle Anwender. Es behandelte zunächst ausschließlich die hydraulische Dimensionierung.

Nach einer unveränderten Neuauflage im Jahre 1977 erschien im August 1988 die erste überarbeitete Version, die eine Fülle von Anregungen aus der Praxis aufgriff, konkrete Vorstellungen seitens des Beirates der ATV umsetzte und grundsätzliche Zusammenhänge darstellte.

Insbesondere die Fragen der Nachrechnung bestehender Abwassernetze (Leistungsnachweis) machten es erforderlich, den theoretischen Teil des vorgelegten Entwurfs der Neufassung weiter zu fassen, als dies normalerweise in einer Richtlinie, die kein Lehrbuch sein soll, üblich ist.

Die Arbeitsgruppe hatte deshalb zunächst einen umfassenden Entwurf – Fassung Oktober 1985 – erstellt, der mehr Informationen, Erklärungen und Quellenangaben enthielt, als für dieses Arbeitsblatt erforderlich ist.

Der Weißdruck stellte eine verkürzte Fassung dar, die sich im Wesentlichen auf die Darstellung der Vorgehensweise im praktischen Einzelfall beschränkte und keine erläuternden Informationen und begründenden Hinweise mehr enthielt.

Zum ATV-Arbeitsblatt A 110, Ausgabe 1988 sind folgende Begleitveröffentlichungen in Heft 1/1989 der Korrespondenz Abwasser erschienen:

HOWE, H. O.: Grundzüge des neuen ATV-Arbeitsblattes A 110

HAENDEL, H.: Auswirkungen der Neufassung des ATV-Arbeitsblattes A 110 auf die hydraulische Nachrechnung von Abwasserkanälen

KNAUF, D.: Fließtiefen und Durchflüsse für gegliederte Querschnitte

UEKER, K. J.: Abflussberechnung in Abwasserkanälen unter Berücksichtigung seitlicher Zuflüsse

UNGER, P.: Grundlagen der  $k_b$ -Wert-Festlegung im Arbeitsblatt A 110

Aufgrund eingegangener Anregungen, notwendig gewordener Änderungen und Korrekturen sowie wegen Berücksichtigung der Europäischen Norm DIN EN 752-4 (November 1997) wurde es notwendig, die Fassung August 1988 des ATV-A 110 zu überarbeiten.

In die überarbeitete Fassung (September 2001) sind die Ergebnisse verschiedener ATV-Forschungsvorhaben eingeflossen. Hierzu standen erfreulicherweise zur Verfügung:

- Beeinflussung der Leistungsfähigkeit von Kanalstrecken durch konstruktive Veränderungen im Bereich der Schächte (ATV/Deutsche Bundesstiftung Umwelt);
- SIMK – Simulation von Teilfüllungskurven (ATV 25/97 und ATV 31/99);
- Schießender Abfluss in Krümmerschächten (ATV 09/98).

Wesentliche Änderungen im Vergleich zur Ausgabe August 1988 waren:

- Trennung der Vorgehensweise bei der Dimensionierung und beim Leistungsnachweis,
- neu gefasste, erweiterte Darstellung der Strömungsverluste in Schächten mit und ohne Einstau,

- neuartige Behandlung der Strömung in Schachtbauwerken mit schießendem Abfluss bei gleichzeitiger Strömungsumlenkung,
- analytische Behandlung der Strömung in Nicht-Kreisprofilen sowie bei Teilfüllungszuständen,
- Wegfall der Berücksichtigung von Formbeiwerten  $f$ ,
- Generalisierung der Behandlung der diskontinuierlichen Strömung durch Einführen des Faktors  $m$ ,
- erweiterte Neufassung der Behandlung von Flachstrecken und Ablagerungen,
- Berechnung der Energieumwandlung im Auslaufbereich von Steilstrecken,
- Überarbeitung der Berechnung für offene Gerinne mit gegliedertem Querschnitt.

Bei Berechnung von Spiegellinien ist der Übergang von Teilfüllung über Vollfüllung zum Druckabfluss (Einstau), auch unter Berücksichtigung des Einstaus der Schächte, lückenlos möglich. Vereinfachende Rechenmodelle bedürfen modellspezifischer Ansätze, die außerhalb des Geltungsbereiches von DWA-A 110 liegen.

Das im April 2003 erschienene Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 198 machte eine Anpassung der verwendeten Kurzzeichen notwendig, so dass das Arbeitsblatt in seiner vorliegenden Fassung redaktionell überarbeitet ist, die Inhalte aber denen der Version 2001 entsprechen.

## Verfasser

Dieses Arbeitsblatt wurde von der DWA-Arbeitsgruppe ES-2.2 „Hydraulische Berechnung von Leitungen und Kanälen“ im DWA-Fachausschuss „Systembezogene Planung“ (früher: „Planung von Entwässerungsanlagen“) erarbeitet. Der Arbeitsgruppe gehören derzeit folgende Mitglieder an:

BILLMEIER, Ernst	Prof. Dr.-Ing., Köln
ENGEL, Norbert	Prof. Dr.-Ing., Berlin
FLICK, Karl-Heinz	Dipl.-Ing., Köln (Sprecher)
HAGER, Willi H.	Prof. Dr. sc. techn., Zürich
KOCH, Frank	Dipl.-Ing., Kassel
KRIER, Holger	BD Dr.-Ing., Frankfurt
MEHLER, Ralf	Dr.-Ing., Darmstadt
SCHMIDT, Helmut	Dipl.-Ing., Erkrath
STRAHLENDORFF, Jörg	Dipl.-Ing., Leipzig
VALENTIN, Franz	Prof. Dr.-Ing., München
WALLISCH, Stefan	Dr.-Ing., Darmstadt
WEIß, Gebhard	Dr.-Ing., Bad Mergentheim

Projektbetreuer in der DWA-Bundesgeschäftsstelle:

HOLLEK, Cornelia                      Dipl.-Ing.  
Abteilung Abwasser und Gewässerschutz

# Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	<b>3</b>
<b>Verfasser</b> .....	<b>4</b>
<b>Bilderverzeichnis</b> .....	<b>7</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>7</b>
<b>Benutzerhinweis</b> .....	<b>8</b>
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	<b>8</b>
1.1 Einleitung .....	8
1.2 Geltungsbereich .....	8
<b>2 Kurzzeichen, Definitionen</b> .....	<b>8</b>
<b>3 Hydraulische Grundlagen</b> .....	<b>10</b>
3.1 Abflussformen und Abflussvorgänge .....	10
3.2 Definitionsgleichungen .....	12
3.3 Widerstandsbeiwert .....	13
3.4 Belastungsannahmen und Grenzwerte .....	14
<b>4 Berechnungsformeln im Regelfall</b> .....	<b>15</b>
4.1 Geschlossene Gerinne .....	15
4.1.1 Vollfüllung .....	15
4.1.2 Teilfüllung .....	15
4.1.3 Sonderprofile mit Trockenwetterrinne .....	18
4.2 Offene Gerinne .....	18
4.2.1 Berechnung von Fließtiefen .....	18
4.2.1.1 Normalwassertiefe $h_n$ .....	18
4.2.1.2 Grenztiefe $h_{Gr}$ .....	19
4.2.1.3 Allgemeine Fließtiefe $h(x)$ .....	19
4.2.2 Berechnung von Durchflüssen .....	20
4.2.2.1 Normalabfluss $Q_n$ .....	20
4.2.2.2 Grenzabfluss $Q_{Gr}$ .....	20
4.2.2.3 Abflusskurve $Q = f(h)$ .....	20
4.2.3 Fließtiefen und Durchflüsse für gegliederte Querschnitte .....	21
<b>5 Dimensionierung und Leistungsnachweis</b> .....	<b>22</b>
5.1 Allgemeines .....	22
5.2 Ermittlung von Rauheiten .....	22
5.2.1 Allgemeines Rauheitsmaß $k$ .....	22
5.2.2 Betriebliche Rauheit $k_b$ .....	23
5.3 Berechnung von Einzelverlusten .....	24
5.3.1 Verlustbeiwerte infolge Lageungenauigkeiten und -änderungen ( $\zeta_{AL}$ ) .....	24
5.3.2 Verlustbeiwerte für Rohrverbindungen ( $\zeta_{RV}$ ) .....	25
5.3.3 Verlustbeiwerte an Zulauf-Formstücken ( $\zeta_Z$ ) .....	25
5.3.4 Verlustbeiwerte für Regel-Schächte ( $\zeta_{RSch}$ ) .....	25
5.3.5 Verlustbeiwerte für Sonderschächte ( $\zeta_{SSch}$ ) .....	26
5.3.6 Verlustbeiwerte ( $\zeta_U$ ) und Nachweise für Strömungsumlenkung .....	27
5.3.6.1 Strömender Abfluss .....	27
5.3.6.2 Schießender Abfluss .....	27
5.3.7 Verlustbeiwerte für Vereinigungsbauwerke ( $\zeta_{VB}$ ) und Nachweise für Strömungszusammenführung .....	28

5.3.7.1	Strömender Abfluss .....	28
5.3.7.2	Schießender Abfluss .....	29
5.3.8	Sonstige Verlustbeiwerte .....	29
5.4	Dimensionierung .....	29
5.5	Leistungsnachweis .....	30
<b>6</b>	<b>Strömung mit seitlichem Zufluss (diskontinuierliche Strömung) .....</b>	<b>31</b>
6.1	Auswirkung des seitlichen Zuflusses .....	32
6.2	Vereinfachte Verfahren .....	32
6.2.1	Dimensionierung (Wahl eines konstanten Ersatzdurchflusses) .....	32
6.2.2	Leistungsnachweis .....	32
<b>7</b>	<b>Flachstrecken und Ablagerungen .....</b>	<b>33</b>
<b>8</b>	<b>Steilstrecken und Lufteintrag .....</b>	<b>36</b>
8.1	Steilstrecken-Einlauf .....	36
8.2	Steilstrecken-Durchlauf .....	36
8.3	Steilstrecken-Auslauf .....	37
<b>9</b>	<b>Sonderbauwerke .....</b>	<b>38</b>
<b>10</b>	<b>Druck- und Unterdruckentwässerung, druckluftgespülte Abwassertransport- leitungen, Abwasserpumpwerke mit Druckrohrleitungen .....</b>	<b>39</b>
<b>11</b>	<b>Grundstücksentwässerung .....</b>	<b>39</b>
<b>12</b>	<b>Kostenaspekte .....</b>	<b>40</b>
<b>Anhang A</b>	<b>Regelungen nach DIN EN 752-4 .....</b>	<b>41</b>
A.1	Allgemeines .....	41
A.2	Prandtl-Colebrook-Gleichung .....	41
A.3	Manning-Strickler-Gleichung .....	41
A.4	Energieverluste in Rohrleitungen .....	41
A.5	Lokale Energieverluste .....	41
A.6	Gesamte Energieverluste .....	42
A.7	Quellen zusätzlicher Information aus anderen CEN-Ländern .....	42
<b>Anhang B</b>	<b>Aufstellung von Teilfüllungskurven; Zusammenfassung von Profilgruppen; Bezeichnung von Profilen, die von DIN 4263 abweichen .....</b>	<b>42</b>
<b>Anhang C</b>	<b>Berechnung von Staukurven, Spiegellinienkatalog .....</b>	<b>53</b>
<b>Anhang D</b>	<b>Vergrößerungsfaktor <math>f_L</math> .....</b>	<b>53</b>
<b>Anhang E</b>	<b><math>\lambda</math>-Re-Diagramm (Moody-Diagramm) im Ausschnitt .....</b>	<b>58</b>
<b>Anhang F</b>	<b>Sandrauheit, Riffelrauheit .....</b>	<b>59</b>
<b>Anhang G</b>	<b>Verbindungsrechnung Prandtl-Colebrook / Manning-Strickler .....</b>	<b>59</b>
<b>Anhang H</b>	<b>Beispielrechnung für das Individualkonzept .....</b>	<b>60</b>
<b>Literatur</b>	.....	<b>61</b>
	Technische Regeln .....	61
	Weiterführende Literatur .....	61



## Bilderverzeichnis

Bild 1:	Moody-Diagramm für volllaufende Kreisrohre .....	14
Bild 2:	Normalabfluss bei teilgefüllten Abwasserkanälen.....	16
Bild 3:	Teilfüllungskurven für Kreis-, Ei- und Maulprofile .....	17
Bild 4:	Ei-Profil bei a) Vollfüllung und b) Teilfüllung .....	17
Bild 5:	Maul-Profil bei a) Vollfüllung und b) Teilfüllung.....	18
Bild 6:	Bezeichnungen im gegliederten Fließquerschnitt .....	22
Bild 7:	Regelschacht mit hochgezogener Berme .....	25
Bild 8:	Sonderschacht mit tief liegender Berme .....	26
Bild 9:	Unverbauter Krümmerschacht a) Grundriss, b) Längsschnitt .....	28
Bild 10:	Benennungen im Vereinigungsbauwerk .....	29
Bild 11:	Abschnitte einer Steilstrecke.....	36
Bild 12:	Wechselsprung im Steilstreckenauslauf (a: Teilfüllung, b: Vollfüllung).....	37
Bild B.1:	Teilfüllungskurven für Kreisquerschnitte .....	43
Bild B.2:	Teilfüllungskurven für Eiquerschnitte .....	44
Bild B.3:	Teilfüllungskurven für Maulquerschnitte .....	44
Bild B.4:	Genormte Querschnittsformen für geschlossene Profile .....	45
Bild B.5:	Nicht genormte Querschnittsformen .....	46
Bild C.1:	Spiegellinien – prinzipieller Verlauf .....	53
Bild D.1:	Vergrößerungsfaktor $f_L$ für $k_b = 0,1$ mm .....	54
Bild D.2:	Vergrößerungsfaktor $f_L$ für $k_b = 0,4$ mm .....	55
Bild D.3:	Vergrößerungsfaktor $f_L$ für $k_b = 1,0$ mm.....	56
Bild D.4:	Vergrößerungsfaktor $f_L$ für $k_b = 1,5$ mm .....	57
Bild E.1:	Moody-Diagramm (vergrößerter Ausschnitt).....	58

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Abflussformen in Abwasserleitungen und -kanälen .....	10
Tabelle 2:	Berechnungsansätze für Abflussvorgänge in Abwasserleitungen und -kanälen .....	11
Tabelle 3:	Kinematische Zähigkeit für verschiedene Temperaturen (Werte für Reinwasser).....	14
Tabelle 4:	Pauschal-Werte für die betriebliche Rauheit $k_b$ [mm].....	24
Tabelle 5:	Verlustbeiwerte $\zeta_{\Delta L}$ .....	24
Tabelle 6:	Verlustbeiwerte $\zeta_{RV}$ .....	25
Tabelle 7:	Verlustbeiwerte $\zeta_Z$ .....	25
Tabelle 8:	Verlustbeiwerte $\zeta_{RSch}$ .....	26
Tabelle 9:	Verlustbeiwerte $\zeta_{SSch}$ .....	27
Tabelle 10:	Hilfsparameter der Verlustbeiwerte für Vereinigungsbauwerke .....	29
Tabelle 11:	Gültigkeitsgrenzen der Berechnung mit $Q_E$ .....	32
Tabelle 12:	Grenzwerte für ablagerungsfreien Betrieb von Regen- und Mischwasserkanälen .....	34
Tabelle 13:	Grenzwerte für ablagerungsfreien Betrieb von Schmutzwasserkanälen .....	35
Tabelle 14:	Zulässiger Abfluss, Füllungsgrad 50 % ( $h/d = 0,5$ ), Schmutzwasser .....	40
Tabelle 15:	Zulässiger Abfluss, Füllungsgrad 70% ( $h/d = 0,7$ ), Regenwasser .....	40
Tabelle B.1:	Teilfüllungswerte für Kreisquerschnitte in Abhängigkeit von $Q_t/Q_v$ .....	47
Tabelle B.2:	Teilfüllungswerte für Kreisquerschnitte in Abhängigkeit von $h/d$ .....	48
Tabelle B.3:	Teilfüllungswerte für Eiquerschnitte in Abhängigkeit von $Q_t/Q_v$ .....	49
Tabelle B.4:	Teilfüllungswerte für Eiquerschnitte in Abhängigkeit von $h/h_{Pr}$ .....	50
Tabelle B.5:	Teilfüllungswerte für Maulquerschnitte in Abhängigkeit von $Q_t/Q_v$ .....	51
Tabelle B.6:	Teilfüllungswerte für Maulquerschnitte in Abhängigkeit von $h/h_{Pr}$ .....	52
Tabelle G.1:	Zusammenhang zwischen $k$ und $k_{St}$ .....	59

## Benutzerhinweis

Dieses Arbeitsblatt ist das Ergebnis ehrenamtlicher, technisch-wissenschaftlicher/wirtschaftlicher Gemeinschaftsarbeit, das nach den hierfür geltenden Grundsätzen (Satzung, Geschäftsordnung der DWA und dem ATV-DVWK-A 400) zustande gekommen ist. Für dieses besteht nach der Rechtsprechung eine tatsächliche Vermutung, dass es inhaltlich und fachlich richtig sowie allgemein anerkannt ist.

Jedermann steht die Anwendung des Arbeitsblattes frei. Eine Pflicht zur Anwendung kann sich aber aus Rechts- oder Verwaltungsvorschriften, Vertrag oder sonstigem Rechtsgrund ergeben.

Dieses Arbeitsblatt ist eine wichtige, jedoch nicht die einzige Erkenntnisquelle für fachgerechte Lösungen. Durch seine 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 im Arbeitsblatt aufgezeigten Spielräumen.

## 1 Anwendungsbereich

### 1.1 Einleitung

Das Arbeitsblatt ATV-A 110 „Richtlinien für die hydraulische Berechnung von Abwasserkanälen“ hatte in der ursprünglichen Fassung (Oktober 1965) die Berechnung des Abflussvermögens und der Fließgeschwindigkeit auf theoretisch besser gesicherte Grundlagen gestellt. Aufbauend auf den Erkenntnissen von PRANDTL und COLEBROOK kann der Abflusszustand, der einer Bemessung zugrunde liegt, besser beschrieben werden. Darüber hinaus würde die immer wichtiger werdende Nachrechnung bestehender Netze ohne Anwendung dieser Grundlagen erhebliche zusätzliche Unsicherheiten enthalten.

Die erste Überarbeitung (August 1988) schrieb dieses Arbeitsblatt ATV-A 110 fort als „Richtlinien für die hydraulische Dimensionierung und den Leistungsnachweis von Abwasserkanälen und -leitungen“. Diese zweite Überarbeitung baut darauf auf.

Eine Übersicht über die Regelungen auf Grund der Europäischen Normung und deren Umsetzung durch DIN EN 752-4 dient der aktuellen Orientierung. Die verwendeten Zeichen und Begriffe stehen – soweit möglich – im Einklang mit DIN 4044 „Hydromechanik im Wasserbau; Begriffe“, DIN 4045 „Abwassertechnik; Begriffe“ und DIN EN 752-1 „Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden“ Teil 1 „Allgemeines und Begriffe“, sowie mit dem Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 198.

### 1.2 Geltungsbereich

Das vorliegende Arbeitsblatt ist nach DIN EN 752-4 Abschnitt 4 eine Quelle für zusätzliche Informationen und damit Bestandteil dieser Europäischen Norm.

Es ist anwendbar für die hydraulische Dimensionierung neu zu errichtender Abwasserleitungen und -kanäle sowie für die Nachrechnung bestehender.

## 2 Kurzzeichen, Definitionen

Zeichen	Einheit	Bezeichnung
$A$	$[m^2]$	Fließquerschnitt
$A_G$	$[m^2]$	Fließquerschnitt im Bereich der Gleichgewichtsstrecke beim Abfluss von Wasser-Luft-Gemisch
$b$	$[m]$	Breite
$B$	$[1]$	Bend-Number (Kurvenzahl)
$Bou$	$[1]$	Boussinesq-Zahl
$C$	$[‰]$	Konzentration
$c$	$[1]$	Hilfsgröße zur Ermittlung des Querschnittes $A_G$ bei Steilstrecken
$d$	$[m]$	Kreisrohrdurchmesser (Lichte Weite LW)
$DN$	$[mm]$	Nennweite
$Fr$	$[1]$	Froude-Zahl
$g$	$[m/s^2]$	Erdbeschleunigung