

# **Einführung in die Wasserversorgung**

**Wasserrecht, Organisation, Wassergewinnung, Wassergüte,  
Aufbereitung, Transport und Verteilung, Hausinstallation**

Impressum:

Einführung in die Wasserversorgung

Herausgeber

Weiterbildendes Studium Wasser und Umwelt  
Bauhaus-Universität Weimar  
Coudraystraße 7  
99421 Weimar

in fachlicher Kooperation mit dem

DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. und dem  
Institut IWAR (Wasserversorgung und Grundwasserschutz · Abwassertechnik · Abfalltechnik ·  
Industrielle Stoffkreisläufe · Umwelt- und Infrastrukturplanung) der Technischen Universität Darmstadt,

entwickelt auf Grundlage der

Vorlesung „Trinkwasserversorgung in der Praxis“ (Vertiefer-Vorlesung) von Prof. Dr.-Ing. W. Merkel  
sowie des DVGW-Grundlagenkurses „Einführung in die Wasserversorgung“.

1. Auflage Dezember 2004,
2. Auflage Juli 2005,
3. Auflage September 2007,
4. Auflage August 2010
5. durchgesehene und aktualisierte Auflage 2013

Druck: docupoint Magdeburg GmbH

Bezugsmöglichkeiten:

**Bauhaus-Universität Weimar**

Verlag

Fax: 03643/581156  
E-Mail: verlag@uni-weimar.de

Redaktion: Weiterbildendes Studium Wasser und Umwelt  
Satz und Layout: Satzservice S. Matthies · [wwwdoctype-satz.de](http://wwwdoctype-satz.de)

ISBN: 978-3-86068-242-5

## Vorwort des Herausgebers

Seit dem Jahre 1998 wird im Rahmen des „Weiterbildenden Studiums Wasser und Umwelt“ der Kurs WW 55 „Einführung in die Wasserversorgung“ angeboten. Nach mehreren erfolgreichen Neuauflagen hat sich die betreuende Arbeitsgruppe an der Bauhaus-Universität Weimar entschlossen, das Studienmaterial in gedruckter Form herauszugeben.

Hauptautor ist seit Beginn Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Merkel, Hauptgeschäftsführer des DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (i.R.) und Honorarprofessor der Technischen Universität Darmstadt. Das Studienmaterial ist über den Rahmen des Kurses WW 55 hinaus erweitert worden, da es zugleich für die Vorlesung am Institut IWAR (Wasserversorgung und Grundwasserschutz · Abwassertechnik · Abfalltechnik · Industrielle Stoffkreisläufe · Umwelt- und Infrastrukturplanung) der TU Darmstadt und für den Grundkurs „Wasserversorgung“ des DVGW genutzt wird.

Der thematische Rahmen umfasst die gesamte technisch-wissenschaftliche Aufgabe der Trinkwasser- Versorgung – vom Schutz der Wasserressourcen über Gewinnung, Qualitätsfragen, Aufbereitung, Förderung, Transport und Verteilung bis zur Hausinstallation. Das einführende Kapitel informiert über die rechtlichen und organisatorischen Bedingungen, unter denen in Deutschland die öffentliche Wasserversorgung betrieben wird.

Mit jeder Auflage wurde das Studienmaterial von Grund auf aktualisiert. Änderungen der gesetzlichen Regeln (national und europäisch) und der technischen Regelwerke (DIN, DIN EN, DVGW) haben Eingang gefunden. Gleichfalls sind die Literaturangaben einschließlich der technischen Regelwerke auf den neuesten Stand gebracht worden.

Das Kapitel Wasseraufbereitung wurde ursprünglich von Dipl.-Ing. Rainer Ließfeld erarbeitet. Seit der vierten Auflage konnte zur fachlichen Aktualisierung und Ergänzung Frau Dipl.-Ing. Paula Rentzsch, Referentin Wasseraufbereitung, Bereich Wasser beim DVGW gewonnen werden.

Wir danken recht herzlich allen, die an der Bearbeitung und Herausgabe mitgewirkt haben, insbesondere den Autoren und den Mitarbeitern der Arbeitsgruppe „Wasser und Umwelt“.

Einen ganz speziellen Dank richten wir an Herrn Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Merkel, der mit seiner engagierten Arbeit die Herausgabe auch dieser fünften Auflage erst ermöglichte – und hierbei die fachliche Laufendhaltung und Aktualisierung des gesamten Skriptes geleistet hat.

Möge die Fortsetzung dieser Reihe im Wissensgebiet „Wasser und Umwelt“ in der Fachwelt eine freundliche Aufnahme finden und der Aufgabe dienen, unsere Umwelt und die Ressource Wasser einer fachgerechten und nachhaltigen Nutzung zuzuführen.

Weimar, im März 2013

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jörg Londong  
Leiter der AG Weiterbildendes Studium „Wasser und Umwelt“

Bauhaus-Universität Weimar

BAUHAUS  
UNIVERSITÄTSVERLAG

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> .....	1
<b>1 Wasserrechtliche Grundlagen und Organisation der Wasserwirtschaft</b> .....	1
<b>1.1 Grundgesetz</b> .....	1
<b>1.2 Europäische Union</b> .....	1
<b>1.3 Bund</b> .....	2
<b>1.4 Länder</b> .....	10
<b>1.5 Kommunale Ebene</b> .....	11
<b>1.6 Wasserversorgungsunternehmen</b> .....	14
<b>1.7 Anerkannte Regeln der Technik, DVGW-Regelwerk</b> .....	19
<b>1.8 Zusammenfassung: öffentliche Wasserversorgung in Deutschland</b> .....	20
<b>2 Wassergewinnung</b> .....	23
<b>2.1 Wasserdargebot</b> .....	23
<b>2.2 Grundwassergewinnung</b> .....	27
<b>2.2.1 Grundwasserarten</b> .....	27
<b>2.2.2 Grundwasserhydraulik</b> .....	28
<b>2.2.2.1 Historischer Überblick</b> .....	28
<b>2.2.2.2 Kennwerte von Grundwasserleitern</b> .....	29
<b>2.2.2.3 Strömungsberechnung im Untergrund</b> .....	31
<b>2.2.3 Brunnenformeln</b> .....	32
<b>2.2.4 Pumpversuch</b> .....	36
<b>2.2.5 Horizontalfilterbrunnen</b> .....	37
<b>2.2.6 Planung und Bau von Grundwasserfassungen</b> .....	38
<b>2.2.7 Brunnenalterung und -sanierung; Rückbau</b> .....	49
<b>2.2.8 Grundwasserüberwachung</b> .....	52
<b>2.3 Wassergewinnung aus Flusswasser</b> .....	53
<b>2.4 Quellwasser</b> .....	57
<b>2.5 Talsperren</b> .....	60
<b>2.6 Seewasser</b> .....	62
<b>2.7 Trinkwasserschutzgebiete</b> .....	65
<b>2.7.1 Grundwasser</b> .....	65
<b>2.7.2 Schutzgebiete für Talsperren</b> .....	70
<b>2.7.3 Schutzgebiete für Seen</b> .....	71
<b>2.7.4 Stand der Schutzgebietsausweisung</b> .....	72
<b>2.8 Beispielrechnung zur Grundwassergewinnung mit Vertikalbrunnen</b> .....	75
<b>2.8.1 Bestimmung der 50-Tage-Linie mit Hilfe der Tracer-Messung</b> .....	75
<b>2.8.2 Rechnerische Bestimmung der 50-Tage-Linie</b> .....	76
<b>2.A Anlagen</b> .....	78
<b>2.A.1 Fließen im Lockergestein – der Durchlässigkeitsbeiwert <math>k_F</math></b> .....	78
<b>2.A.2 Durchgang kleinerer Körner durch die Porenräume größerer Körner</b> .....	79
<b>3 Wasserbeschaffenheit, Wassergüte</b> .....	81
<b>3.1 Die Eigenschaften des Wassers</b> .....	81
<b>3.2 Beschaffenheit der Gewässer – Übersicht</b> .....	82
<b>3.3 Rohwasser zur Trinkwasserversorgung</b> .....	87
<b>3.4 Anforderungen an Trinkwasser</b> .....	87
<b>3.4.1 Was ist Trinkwasser?</b> .....	87
<b>3.4.2 Grenzwertregelungen der Trinkwasserverordnung</b> .....	89
<b>3.4.3 Pflichten der Wasserversorgungsunternehmen nach TrinkWV</b> .....	91
<b>3.5 Parameter zur Beschreibung der Rohwasser- und Trinkwassergüte</b> .....	92
<b>3.5.1 Mikrobiologische Parameter</b> .....	92
<b>3.5.2 Chemische Stoffe</b> .....	94
<b>3.5.3 Sensorische Kenngrößen (organoleptische Parameter)</b> .....	97
<b>3.5.4 Physikalisch-chemische Kenngrößen</b> .....	97
<b>3.5.5 Das Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht</b> .....	98
<b>3.5.6 Korrosivität des Wassers</b> .....	99
<b>3.6 Probenahme und Analytik</b> .....	99

---

<b>3.7</b>	<b>Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren (§ 11 TrinkwV) . . . . .</b>	101
<b>3.A</b>	<b>Anlagen . . . . .</b>	102
<b>3.A.1</b>	<b>Was ist Trinkwasser? – Ermittlung und Bewertung von Grenzwerten für chemische Inhaltsstoffe . . . . .</b>	102
3.A.1.1	Was ist Trinkwasser? . . . . .	102
3.A.1.2	Risiko und Gefährdungspotenziale . . . . .	102
3.A.1.3	Bewertung von Schadstoffen . . . . .	103
3.A.1.4	Einschätzung der Risiken von Schadstoffen im Trinkwasser . . . . .	104
<b>3.A.2</b>	<b>Trinkwasserverordnung – TrinkwV 2001 . . . . .</b>	105
<b>4</b>	<b>Wasseraufbereitung . . . . .</b>	109
<b>4.1</b>	<b>Einleitung . . . . .</b>	109
<b>4.2</b>	<b>Aufbereitungsziele und -verfahren . . . . .</b>	109
<b>4.3</b>	<b>Rohwasser . . . . .</b>	111
<b>4.4</b>	<b>Standardverfahren der Wasseraufbereitung . . . . .</b>	112
4.4.1	Flockung . . . . .	112
4.4.2	Sedimentation . . . . .	113
4.4.3	Filtration (W 213 Teile 1 bis 6) . . . . .	113
4.4.3.1	Schnellfiltration . . . . .	113
4.4.3.2	Langsamfiltration . . . . .	116
4.4.3.3	Membranfiltration (Ultra- und Mikrofiltration) . . . . .	117
4.4.4	Adsorption . . . . .	118
4.4.5	Gasaustausch . . . . .	120
<b>4.5</b>	<b>Wesentliche Aufgaben (Standardaufgaben) der Wasseraufbereitung . . . . .</b>	121
4.5.1	Partikelentfernung . . . . .	121
4.5.2	Entsäuerung . . . . .	124
4.5.3	Enteisenung und Entmanganung . . . . .	125
4.5.4	Enthärtung/Entcarbonisierung . . . . .	126
4.5.5	Entfernung organischer Stoffe . . . . .	128
4.5.6	Desinfektion . . . . .	129
<b>4.6</b>	<b>Überwachungs-, Mess-, Steuer und Regeleinrichtungen in der Wasserversorgung . . . . .</b>	134
<b>4.7</b>	<b>Entsorgung von Rückständen . . . . .</b>	135
<b>5</b>	<b>Planung von Wasserversorgungen – Wasserverteilung . . . . .</b>	139
<b>5.1</b>	<b>Wasserbedarf/Wasserverbrauch . . . . .</b>	139
5.1.1	Haushaltsbedarf . . . . .	140
5.1.2	Gewerbe und Industrie, Einzelverbraucher . . . . .	145
5.1.3	Löschwasserbedarf . . . . .	147
5.1.4	Eigenverbrauch der Wasserwerke . . . . .	148
5.1.5	Wasserverluste . . . . .	148
<b>5.2</b>	<b>Anordnung der Wasserversorgungsanlagen . . . . .</b>	150
<b>5.3</b>	<b>Wasserspeicherung . . . . .</b>	154
5.3.1	Allgemeines . . . . .	154
5.3.2	Bemessung des Nutzinhaltes . . . . .	156
5.3.3	Konstruktion . . . . .	159
5.3.3.1	Erdbehälter . . . . .	159
5.3.3.2	Wassertürme . . . . .	162
5.3.4	Technische Einrichtungen der Wasserbehälter . . . . .	164
5.3.5	Kontrolle . . . . .	166
5.3.6	Instandsetzung von Wasserbehältern . . . . .	166
5.3.7	Ausführungsbeispiele . . . . .	167
<b>5.4</b>	<b>Hydraulische Berechnung von Rohrleitungen und Netzen . . . . .</b>	168
5.4.1	Grundgleichungen der Rohrhydraulik . . . . .	168
5.4.2	Hydraulische Berechnung von Rohrleitungen . . . . .	171
5.4.3	Dynamische Druckänderungen . . . . .	172
5.4.4	Berechnung von Rohrnetzen . . . . .	175
<b>5.5</b>	<b>Wasserförderung . . . . .</b>	180
5.5.1	Pumpenarten . . . . .	181
5.5.2	Kreiselpumpen . . . . .	182
5.5.2.1	Laufräder und Kennlinien . . . . .	182
5.5.2.2	Pumpenbauformen und -aufstellung . . . . .	184
5.5.2.3	Förderhöhe, Energieverbrauch . . . . .	186

5.5.3	Rohrleitungen und Armaturen in Pumpwerken . . . . .	191
5.5.4	Betriebsüberwachung . . . . .	193
5.5.5	Energierückgewinnung . . . . .	193
5.5.6	Instandhaltung von Pumpwerken (W 614) . . . . .	195
5.5.7	Beispiele ausgeführter Pumpwerke . . . . .	196
<b>5.6</b>	<b>Wassermengen- und Wasserdurchfluss-Messung</b> . . . . .	198
5.6.1	Allgemeines . . . . .	198
5.6.2	Messprinzipien und Messgeräte . . . . .	200
5.6.3	Eichung und Eichfehlergrenzen . . . . .	205
5.6.4	Wohnungswasserzähler (W 407) . . . . .	207
<b>5.7</b>	<b>Trassierung und Verlegung von Rohrleitungen</b> . . . . .	208
5.7.1	Trassierung von Transportleitungen . . . . .	209
5.7.2	Trassierung der Leitungen im Verteilungsnetz . . . . .	214
5.7.3	Rohrverlegung . . . . .	216
5.7.3.1	Rohrgraben . . . . .	216
5.7.3.2	Einbau der Rohre . . . . .	219
5.7.3.3	Rohrstatik . . . . .	222
5.7.3.4	Druckprüfung . . . . .	223
5.7.3.5	Desinfektion (W 291) . . . . .	227
5.7.3.6	Einmessung der Leitungen, Dokumentation . . . . .	229
5.7.4	Grabenlose Bauverfahren zur Neuverlegung oder Rehabilitation von Rohrleitungen . . . . .	230
5.7.4.1	Sanierung bestehender Rohrleitungen . . . . .	230
5.7.4.2	Neues Rohr in alter Trasse . . . . .	231
5.7.4.3	Neues Rohr in neuer Trasse – Rohrvortrieb (GW 304) . . . . .	235
5.7.5	Instandhaltung von Rohrleitungen und Rohrnetzen . . . . .	243
5.7.5.1	Inspektion, Wartung und Instandsetzung . . . . .	243
5.7.5.2	Wasserverluste in Trinkwasser-Rohrnetzen (W 392) . . . . .	245
5.7.6	Rückbau von Anlagen der Wasserverteilung – Kapazitätsanpassung . . . . .	248
<b>5.8</b>	<b>Rohre für Wassertransport und -verteilung</b> . . . . .	248
5.8.1	Historischer Rückblick . . . . .	248
5.8.2	Rohrwerkstoffe . . . . .	250
5.8.3	Stahlrohre . . . . .	252
5.8.4	Gussrohre . . . . .	253
5.8.5	Spannbeton-Rohre . . . . .	256
5.8.6	Faserzement-Rohre . . . . .	257
5.8.7	Kunststoffrohre . . . . .	257
5.8.7.1	PVC-U . . . . .	258
5.8.7.2	PE . . . . .	259
5.8.7.3	PE-X . . . . .	263
5.8.7.4	GFK . . . . .	264
<b>5.9</b>	<b>Armaturen für Wassertransport und -verteilung</b> . . . . .	266
5.9.1	Historischer Rückblick . . . . .	266
5.9.2	Armaturentypen und Einsatzbereiche, Technische Regeln . . . . .	267
5.9.3	Bauarten . . . . .	269
5.9.3.1	Absperrschieber (W 332) . . . . .	269
5.9.3.2	Absperrklappen (W 332) . . . . .	271
5.9.3.3	Kugelhähne . . . . .	272
5.9.3.4	Ventile . . . . .	272
5.9.3.5	Anbohrarmaturen (W 333 und W 336) . . . . .	273
5.9.3.6	Hydranten (W 331) . . . . .	275
5.9.3.7	Be- und Entlüfter (W 334) . . . . .	276
5.9.3.8	Rückflussverhinderer (W 332) . . . . .	277
5.9.3.9	Rohrbruchsicherung . . . . .	278
5.9.4	Verbindungen für Armaturen . . . . .	278
<b>5.A</b>	<b>Anlagen</b> . . . . .	280
<b>5.A.1</b>	<b>Anlage zu Kapitel 5.3</b> . . . . .	280
<b>5.A.2</b>	<b>Anlage zu Kapitel 5.4</b> . . . . .	280
<b>5.A.3</b>	<b>Anlage zu Kapitel 5.5</b> . . . . .	281
<b>5.A.4</b>	<b>Anlage zu Kapitel 5.7</b> . . . . .	282
<b>5.A.5</b>	<b>Anlage zu Kapitel 5.8</b> . . . . .	283

<b>6</b>	<b>Trinkwasser-Installationen</b> .....	285
6.1	<b>Historischer Rückblick</b> .....	285
6.2	<b>Gesetzliche Vorschriften und Technische Regeln</b> .....	285
6.3	<b>Aufgaben der Trinkwasserinstallation – Systeme</b> .....	288
6.4	<b>Bauteile der Hausinstallation – Grundanforderungen</b> .....	290
6.4.1	Rohre und Rohrverbindungen .....	290
6.4.2	Armaturen .....	293
6.4.3	Apparate, Trinkwassererwärmer .....	294
6.4.4	Prüfung – Spülung – Inbetriebnahme .....	295
6.5	<b>Ermittlung der Rohrdurchmesser</b> .....	295
6.6	<b>Schutz des Trinkwassers, Erhaltung der Trinkwassergüte</b> .....	296
6.7	<b>Druckerhöhungsanlagen DEA und Druckminderung (DIN 1988-500)</b> .....	302
6.8	<b>Feuerlösch- und Brandschutzanlagen (DIN 1988-600)</b> .....	303
6.9	<b>Korrosion, Steinbildung, Trinkwasserbehandlungsanlagen</b> .....	304
6.10	<b>Regenwasser- und Grauwasseranlagen</b> .....	305
6.A	<b>Ausgewählte Informationen des DVGW zur Trinkwasser-Installation (twin)</b> .....	308
<b>7</b>	<b>Anlagen</b> .....	323
7.1	<b>W 302 Hydraulische Berechnung von Rohrleitungen und Rohrnetzen – Druckverlusttafeln für Rohrdurchmesser von 40–2.000 mm</b> .....	323
7.2	<b>Druckhöhenverluste in Rohrleitungseinbauten</b> .....	335
<b>Literaturverzeichnis</b> .....		339
<b>Glossar</b> .....		355
<b>Stichwortverzeichnis</b> .....		403