

Siedlungswasserwirtschaft im ländlichen Raum

· Teil Wasserversorgung ·

Zusammenfassung

Kapitel 1 befasst sich mit den rechtlichen Grundlagen auf deutscher und europäischer Ebene und der Organisation von Wasserversorgungsunternehmen und weist auf die technischen Regelwerke von DVGW und DIN hin. Kapitel 2 befasst sich mit der Wassergewinnung. Das Kapitel 3 stellt die wesentlichen Güteparameter und die einschlägigen Aufbereitungsverfahren vor. Das Kapitel 4 enthält die Ausführungen zu Planung, Bau und Betrieb von Wasserversorgungsanlagen – Wasserspeicherung und -verteilung, Hydraulik, Wasserförderung sowie Bemessung und Verlegung von Rohrleitungen und -netzen. Dabei wird jeweils auf die besonderen Bedingungen hingewiesen, die den ländlichen Raum kennzeichnen. Im letzten Kapitel werden die Anforderungen an Hausinstallationen zur Sicherung der Trinkwassergütesicherung aufgezeigt.

Die Reihe des Weiterbildenden Studiums »Wasser und Umwelt« führt ausgewählte Fachinhalte aus den Bereichen Hydraulik und Wasserbau, Abfallwirtschaft und Siedlungswasserwirtschaft mit den Teilbereichen Abwasser und Wasserversorgung.

in fachlicher Kooperation
Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.



Siedlungswasserwirtschaft im ländlichen Raum

· Teil Wasserversorgung ·

Impressum:

Siedlungswasserwirtschaft im ländlichen Raum - Teil Wasserversorgung

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

in fachlicher Kooperation mit dem
DVGW Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V.

April 2007

Bezugsmöglichkeiten:

Universitätsverlag Weimar
Fax: 03643/581156
E-Mail: marita.fein@uni-weimar.de

Redaktion: Weiterbildendes Studium Wasser und Umwelt
Satz und Layout: Satzservice S. Matthies · www.doctype-satz.de
Druck: Rombach Druck- und Verlagshaus GmbH & Co. KG Freiburg/Br.

Bildquelle – Buchdeckel: Modellvorhaben WRRL-Pilotanlage Kommunalabwasser Wüstheuterode
des WAZ Obereichsfeld, Bj. 2004

ISBN: 978-3-86068-311-8

Vorwort

Die Arbeitsgruppe Weiterbildendes Studium „Wasser und Umwelt“ bietet ein Fernstudium mit den Schwerpunkten Wasserbau und Hydraulik, Siedlungswasserwirtschaft und Abfallwirtschaft an. Das vorliegende Buch enthält in Schriftform den Lehrinhalt eines Kurses aus diesem Studium, es ist als erste Auflage somit ein weiterer neuer Band aus der aktuellen Reihe der Fernstudienkurse. Was war unser Beweggrund, hier noch eine weitere Neuerscheinung vorzustellen?

Dazu möchten wir unser Studium „Wasser und Umwelt“ in Weimar vorstellen, das aus einer engen Zusammenarbeit mit der Leibniz-Universität Hannover und den Verbänden DVGW und DWA entstand. Es bot zunächst Fernstudiengänge im Zertifikatstudium an, wurde aber dann im Jahre 2000 mit einem Masterstudiengang weiterentwickelt. Die Studieninhalte werden in Kursform angeboten, wobei insgesamt mehr als 25 Kurse zur Auswahl stehen. Einer dieser Kurse umfasst das Thema „Siedlungswasserwirtschaft im ländlichen Raum“.

Dieses Buch wie auch das Studium richtet sich an Hochschulabsolventen/innen, die im Bereich Wasser und Umwelt als Fachkräfte bei Behörden, Unternehmen, Verbänden, Ingenieurbüros, Instituten und anderen Einrichtungen tätig sind oder zukünftig tätig werden. Die Kursteilnehmer des Fernstudiums erhalten über die Schriftform hinaus, die in etwa dem Inhalt dieses Buches entspricht, eine fortlaufende Betreuung in Form von Aufgaben, die zu einer abschließenden Prüfung führt. Außerdem sind die Herausforderungen beim Schutz der Umwelt und bei der nachhaltigen Nutzung der Ressource Wasser so groß, dass die Lehrinhalte ständig angepasst werden müssen. Hier sehen wir die Chance, diese neuen Inhalte auch einem erweiterten Kreis zugänglich zu machen.

Im Rahmen der Entwicklung und Implementierung des Masterstudiums „Wasser und Umwelt“ wurde im Jahre 2003 zum ersten Mal der Kurs WW 59 „Siedlungswasserwirtschaft im ländlichen Raum“ angeboten. Für die jetzige Neubearbeitung und Aktualisierung des Kurses hat sich die betreuende Arbeitsgruppe an der Bauhaus-Universität Weimar entschlossen, das Studienmaterial in gedruckter Form herauszugeben.

Das Skript erscheint in zwei Teilen. Im ersten Teil wird die Abwasserentsorgung im ländlichen Raum behandelt. Der zweite hier vorliegende Teil betrifft die Wasserversorgung.

Kapitel 1 befasst sich mit den rechtlichen Grundlagen auf deutscher und europäischer Ebene und der Organisation von Wasserversorgungsunternehmen und weist auf die rechtliche Bedeutung der technischen Regelwerke von DVGW und DIN hin. Kapitel 2 befasst sich mit der Wassergewinnung, wobei Grundwasser und Quellwasser einen besonderen Schwerpunkt bilden.

Das Kapitel 3 Wassergüte und Aufbereitung stellt die wesentlichen Güteparameter und die einschlägigen Aufbereitungsverfahren vor. Das Kapitel 4 enthält die Ausführungen zu Planung, Bau und Betrieb von Wasserversorgungsanlagen – Wasserspeicherung und -verteilung, Hydraulik, Wasserförderung sowie Bemessung und Verlegung von Rohrleitungen und -netzen. Dabei wird jeweils auf die besonderen Bedingungen hingewiesen, die den ländlichen Raum kennzeichnen. Im abschließenden Kapitel werden die Anforderungen an Hausinstallationen zur Sicherung der Trinkwassergütesicherung aufgezeigt.

Das Buch wird durch ein Glossar wichtiger Fachausdrücke ergänzt.

Der Autor Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Merkel war viele Jahre als Hauptgeschäftsführer des DVGW Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V. tätig; er ist Honorarprofessor der Technischen Universität Darmstadt. Dank seines Engagements konnte die Bauhaus-Universität das Fachgebiet der Wasserversorgung in das Studium „Wasser und Umwelt“ integrieren und das Lehrmaterial auch zeitnah an die laufenden fachlichen und rechtlichen Entwicklungen anpassen.

Wir danken allen, die an der Bearbeitung der vorliegenden Ausgabe mitgewirkt haben, recht herzlich. Dieser Dank gilt vor allem unserem Teamchef Dr.-Ing. H.-W. Frenzel für die Verwaltung und Organisation der Kurse, Herrn Dipl.-Ing. S. Matthies – verantwortlich für den Satz und die Gestaltung – aber auch den vielen Mitarbeitern der Arbeitsgruppe „Wasser und Umwelt“ der Bauhaus-Universität Weimar, die die Herausgabe des Kurses in Buchform erst ermöglicht haben, und den Kursteilnehmern für ihr Interesse und ihre Rückmeldung.

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 April 2007

Univ.-Prof. Dr.-Ing.
Jörg Londong

Leiter der Professur
Siedlungswasserwirtschaft

Univ.-Prof. Dr.-Ing.
Hans-Peter Hack

Leiter der Professur
Wasserbau

Bauhaus-Universität Weimar

Inhaltsverzeichnis

	Vorwort	I
	Vorbemerkung: Was heißt „Wasserversorgung im ländlichen Raum?“	1
1	Wasserrechtliche Grundlagen und Organisation der Wasserversorgung	3
1.1	Grundgesetz	3
1.2	Europäische Union	3
1.3	Bund	3
1.4	Länder	6
1.5	Kommunale Ebene	7
1.6	Wasserversorgungsunternehmen	8
1.7	Anerkannte Regeln der Technik, DVGW-Regelwerk	12
1.8	Zusammenfassung: Wasserversorgung und Rechtsvorschriften	13
1.9	Weiterführende Literatur	14
2	Wassergewinnung	15
2.1	Wasserdargebot	15
2.2	Grundwasser	17
2.2.1	Grundwasserhydraulik und Brunnenformeln	17
2.2.1.1	Kennwerte von Grundwasserleitern	18
2.2.1.2	Die Strömung im Porengrundwasserleiter	19
2.2.1.3	Brunnenformeln	21
2.2.1.4	Pumpversuch	23
2.2.1.5	Horizontalfilterbrunnen	24
2.2.2	Planung und Bau von Grundwasserfassungen	24
2.2.2.1	Bohrbrunnen	25
2.2.2.2	Horizontalfilterbrunnen (W 118)	28
2.2.2.3	Spülfilter	28
2.2.2.4	Schlagbrunnen	28
2.2.2.5	Brunnenregenerierung	29
2.2.2.6	Schachtbrunnen	29
2.2.3	Quellfassungen	30
2.3	Oberflächenwasser	33
2.3.1	Wassergewinnung aus Flusswasser	33
2.3.2	Talsperren- und Seewasser	35
2.4	Trinkwasserschutzgebiete	36
2.4.1	Schutzgebiete für Grundwasser	36
2.4.2	Schutzgebiete für Trinkwassertalsperren	38
2.4.3	Stand der Ausweisung von Trinkwasserschutzgebieten	39
2.5	Überwachen und Steuern der Anlagen zur Wassergewinnung	40
3	Wassergüte, Wasseraufbereitung	41
3.1	Rohwasser	41
3.2	Trinkwasser	42
3.2.1	Trinkwassergüte nach DIN 2000	42
3.2.2	Trinkwasser nach Trinkwasserverordnung (TrinkwV)	42
3.2.3	Hygienische Anforderungen	43
3.2.4	Chemische Parameter	44
3.2.5	Sensorische und physikalisch-chemische Kenngrößen	45
3.3	Wasseraufbereitung	47
3.3.1	Grundsätze	47
3.3.2	Verfahren der Wasseraufbereitung	48
3.3.2.1	Entsandung	48
3.3.2.2	Sieben	48
3.3.2.3	Flockung, Sedimentation, Filtration	48
3.3.2.4	Gasaustausch	49
3.3.2.5	Filtration	51
3.3.2.6	Membranverfahren	52

3.3.2.7	Adsorption	53
3.3.2.8	Oxidation	54
3.3.3	Anwendung der Aufbereitungsverfahren	54
3.3.3.1	Entsäuerung des Wassers	54
3.3.3.2	Enthärtung	55
3.3.3.3	Enteisenung, Entmanganung	56
3.3.3.4	Membranfiltration	58
3.3.3.5	Entfernung organischer Stoffe	59
3.3.4	Desinfektion	60
3.3.4.1	Desinfektion mit Chlor und Natriumchlorit (Chlorbleichlauge)	61
3.3.4.2	Desinfektion mit ultraviolettem Licht – UV-Desinfektion	62
3.3.5	Überwachen und Steuern der Anlagen zur Wasseraufbereitung	63
3.3.6	Entsorgung von Rückständen	64
3.A	Anhang zu Kap. 3.2.2 Trinkwasser nach Trinkwasserverordnung (TrinkwV)	67
4	Planung von Wasserversorgungen – Wasserverteilung	71
4.1	Wasserbedarf und Wasserverbrauch	71
4.1.1	Haushaltsbedarf	71
4.1.2	Gewerbe und Industrie, Einzelverbraucher	74
4.1.3	Löschwasserbedarf	75
4.1.4	Eigenverbrauch der Wasserwerke	76
4.1.5	Wasserverluste	76
4.2	Anordnung der Wasserversorgungsanlagen	76
4.3	Wasserspeicherung	79
4.3.1	Allgemeines	79
4.3.2	Behältertypen	80
4.3.3	Erhaltung der Wassergüte	80
4.3.4	Bemessung des Inhalts	81
4.3.5	Konstruktion – Erdbehälter, Wassertürme	82
4.3.6	Technische Einrichtungen der Wasserbehälter	85
4.3.7	Kontrolle und Wartung der Wasserbehälter	86
4.4	Hydraulische Berechnung von Rohrleitungen und Rohrnetzen	86
4.4.1	Grundgleichungen der Rohrhydraulik	86
4.4.1.1	Grundgrößen	86
4.4.1.2	Grundgleichungen	87
4.4.2	Hydraulische Berechnung von Rohrleitungen	88
4.4.3	Dynamische Druckänderungen	89
4.4.4	Berechnung von Rohrnetzen	89
4.5	Wasserrförderung	91
4.5.1	Pumpenarten	91
4.5.2	Kreiselpumpen	92
4.5.2.1	Laufräder und Kennlinien	92
4.5.2.2	Pumpenbauformen und -aufstellung	94
4.5.2.3	Förderhöhe und Energieverbrauch	95
4.5.2.4	Rohrleitungen und Armaturen in Pumpwerken	97
4.5.2.5	Betriebsüberwachung	97
4.5.2.6	Energierückgewinnung	98
4.6	Wassermengen- und Durchfluss-Messung	99
4.6.1	Allgemeines	99
4.6.2	Messprinzipien und Messgeräte	100
4.6.2.1	Wasserzähler	101
4.6.2.2	Wirkdruckgeräte	102
4.6.2.3	Magnetisch-induktive Durchflussmesser – MID	102
4.6.2.4	Ultraschall-Durchflussmesser – USD	102
4.6.3	Eichung und Eichfehlergrenzen	102
4.6.4	Wohnungswasserzähler (W 407)	104
4.7	Trassierung und Verlegung von Rohrleitungen	105
4.7.1	Begriffe und Definitionen	105
4.7.2	Trassierung von Transportleitungen	105
4.7.2.1	Trassierung im Grundriss	106
4.7.2.2	Trassierung im Längsschnitt	106
4.7.3	Trassierung der Leitungen im Verteilungsnetz	107
4.7.4	Rohrverlegung	108
4.7.4.1	Rohrgraben	108

4.7.4.2	Einbau der Rohre	109
4.7.4.3	Rohrstatik	110
4.7.4.4	Druckprüfung	110
4.7.4.5	Desinfektion (W 291)	110
4.7.4.6	Einmessung der Leitungen, Dokumentation	111
4.7.5	Grabenlose Bauverfahren zur Neuverlegung oder Rehabilitation von Rohrleitungen	111
4.7.5.1	Sanierung bestehender Rohrleitungen	111
4.7.5.2	Neues Rohr in alter Trasse	111
4.7.5.3	Neues Rohr in neuer Trasse	112
4.7.6	Instandhaltung von Rohrleitungen und Rohrnetzen	113
4.7.7	Rückbau von Anlagen der Wasserverteilung – Kapazitätsanpassung	115
4.8	Rohre und Armaturen	116
4.8.1	Rohrwerkstoffe	116
4.8.1.1	Stahlrohre	117
4.8.1.2	Duktiles Gusseisen (DIN EN 545)	118
4.8.1.3	Polyethylen (PE 80 und PE 100) – nach GW 335-A2	118
4.8.1.4	Vernetztes Polyethylen (PE-Xa) – nach GW 335-A3	119
4.8.1.5	Polyvinylchlorid (PVC-U) – nach GW 335-A1	119
4.8.1.6	Glasfaserverstärktes Polyesterharz (GFK) – nach VP 615 (künftig GW 335-A5) ..	119
4.8.1.7	Spannbetonrohre	119
4.8.1.8	Faserzementrohre	119
4.8.2	Armaturen	119
4.A	Anlagen	125
4.A.1	Druckverlust-Tabellen für Rohrdurchmesser von 40–1200 mm (W 302)	125
4.A.2	Druckhöhenverluste in Rohrleitungseinbauten	132
5	Grundlegende Anforderungen an Hausinstallationen zur Sicherung der Trinkwassergüte	135
5.1	Gesetzliche Regelungen und Technische Regeln	135
5.2	Grundlegende technische Anforderungen	136
5.2.1	Rückfließen von verunreinigtem Wasser	138
5.2.2	Unzulässige Verbindungen	140
Literaturverzeichnis		143
Glossar		149
Stichwortverzeichnis		171

Vorbemerkung: Was heißt „Wasserversorgung im ländlichen Raum?“

Planung, Bau und Betrieb der Wasserversorgung im ländlichen Raum unterliegen grundsätzlich denselben gesetzlichen Bestimmungen und technischen Regeln wie in urbanen Gebieten. Besonderheiten und spezifische Probleme des ländlichen Raums sind etwa wie folgt zu kennzeichnen:

Die vergleichsweise niedrige Besiedlungsdichte und eine weitgehende dörfliche Struktur ergeben vergleichsweise lange Versorgungsleitungen mit geringen Anschlussdichten (Anschlüsse je km Leitung). Vorrangig werden die lokalen Wasser-Ressourcen (Grundwasser und Quellen) genutzt. Zentrale Versorgungsanlagen sind nur in den Städten und Dörfern zu finden, es überwiegen Kleinanlagen und Hausbrunnen (zahlenmäßig, nicht nach dem Wasseraufkommen). Kleinanlagen sind nach Trinkwasserverordnung (2001) Anlagen, aus denen pro Jahr $< 1000 \text{ m}^3/\text{Jahr}$ (entsprechend $3 \text{ m}^3/\text{d}$ und etwa 15 angeschlossenen Personen) entnommen oder abgegeben wird. Die im November 2006 neu herausgegebene DIN 2001 Teil 1 „Kleinanlagen“ übernimmt diesen Begriff. Bei Anlagen, aus denen zeitweilig mehr als $3 \text{ m}^3/\text{d}$, aber $\leq 1000 \text{ m}^3/\text{a}$ abgegeben werden, ist im Einzelfall zu prüfen, ob sie nach DIN 2000 zu bewerten sind.

Die Organisation der Wasserversorgung ist im Allgemeinen öffentlich-rechtlich: gemeindliche Eigenbetriebe, gemeindliche Zweckverbände und Wasser- und Bodenverbände. Hinzu kommen die sogenannten Wassergenossenschaften, die in Deutschland privatrechtlich verfasst sind. Die Verfügbarkeit fachlich ausgebildeten Personals für Betrieb und Wartung der Anlagen ist begrenzt (soweit überhaupt vorhanden); so sind häufig technische und hygienische Mängel nicht auszuschließen. Die Kapazität der Aufsichtsbehörden (Wasserbehörden und Gesundheitsämter) zur Kontrolle der Anlagen und technischen Beratung ist unzureichend. DIN 2001-1 gibt deshalb auch Empfehlungen zur Wahl des Wasservorkommens, der Werkstoffe, Aufbereitungsverfahren und weitere detaillierte technische Hinweise, um den Einsatz komplizierter technischer Einrichtungen mit hohem Anspruch an qualifiziertes Fachpersonal möglichst zu vermeiden.

Da die Versorgung sich bei den Kleinanlagen weitgehend auf die Einzelinitiativen und unmittelbares Interesse der angeschlossenen Personen stützt, ergeben sich allerdings im Allgemeinen recht kostengünstige Versorgungsbedingungen für den Kunden. Soweit die Wassergewinnung aus relativ geschützten Grundwasservor-

kommen erfolgt und die Organisation über ausgebildete Fachleute verfügt bzw. auf diese zurückgreifen kann, kann durchaus auch erwartet werden, dass der Status nach Qualität und Zuverlässigkeit der Versorgung ausreichend.

Um allerdings allen Anforderungen Rechnung zu tragen, die aus gesetzlichen Vorgaben und aktuellem technischem Regelwerk (Trinkwasser-Verordnung, EG-Wasserrahmenrichtlinie, Haftungsrecht, DIN 2001-1, DVGW-Regelwerk etc.) und steigenden Ansprüchen der Bevölkerung erwachsen bezüglich Qualität des Produkts, Zuverlässigkeit der Versorgung und des Service bei angemessenem Wasserpreis, sind in der Zukunft erhebliche Anstrengungen nötig. Es widerspricht außerdem dem Auftrag der Wasserwirtschaft und den Zielen des öffentlichen Gesundheitswesens, eine „Zweiklassengesellschaft“ in der Wasserversorgung zuzulassen, also deutliche Unterschiede zwischen Stadt und Land zu tolerieren. Konsequenterweise bezieht die neue Trinkwasserverordnung (in Kraft seit Januar 2003) die Kleinanlagen einschließlich der Hausbrunnen ein, macht also nicht von der Regelung in der EG-Trinkwasserrichtlinie (Art.3 Abs. 2 b) Gebrauch, Versorgungsanlagen, die weniger als 50 Personen versorgen, von den Anforderungen der Richtlinie auszunehmen. Folgende Wege sind in Zukunft zu gehen:

- Zusammenschluss kleinerer Versorgungseinheiten zu gemeinsamer Betriebsführung – dies ermöglicht dann auch die Beschäftigung qualifizierter Fachleute;
- Aufbau von Beratungs- und Betreuungs-Organisationen für Wassergenossenschaften sowie für Kleinanlagen und Hausbrunnen; dies kann auch als Service-Angebot von größeren Wasserversorgungsunternehmen gemeinsam mit Ingenieurbüros und Installationsfirmen entwickelt werden;
- Beseitigung technischer und betrieblicher, vor allem hygienischer Mängel;
- Ausbau und Nutzung des vom DVGW Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e. V. angebotenen Service betreffend Sachverständige und Technisches Sicherheitsmanagement TSM,
- Aus- und Fortbildung des Fachpersonals;
- Stärkung der Beratungs- und Kontrollkapazität der Aufsichtsbehörden (Wasserwirtschaft und Öffentliche Gesundheit).

Aufgabenfelder für Kooperation und betriebsunterstützende Leistungen sind z. B.:

- Technische Betriebsführung,
- Eigenkontrolle von Wasserschutzgebieten,
- Rohwasser-Monitoring und Wasserbewirtschaftung,
- Betriebsoptimierung insbesondere bei der Wasseraufbereitung,
- Instandhaltung (Inspektion, Wartung und Instandsetzung) der Anlagen,
- Rohrnetz-Wartung: Netzverluste, Rehabilitation und Erneuerung,
- Analytik Rohwasser und Reinwasser (Hygiene, Mikrobiologie, chemische Parameter),
- Eigenkontrolle und Maßnahmenpläne nach Trinkwasserverordnung,
- Bereitschaftsdienst, EDV-technischer Service,
- Übernahme kaufmännischer Teilaufgaben.

Die nachfolgenden Kapitel können nur eine Einführung in die rechtlichen, technischen und administrativen Themen der Wasserversorgung sein, wobei auf die besonderen Bedingungen des ländlichen Raums fallweise hingewiesen wird. Die neu herausgegebene DIN 2001-1 sei besonderer Aufmerksamkeit empfohlen.

Zur Vertiefung wird auf die Kurse WW 55 „Einführung in die Wasserversorgungswirtschaft“ [Wbbau, 2005a], WW 57 „Wasserversorgungswirtschaft“ [Wbbau, 2005b] und WW 58 „Wasserversorgungstechnik“ [Wbbau, 2005c] des Weiterbildenden Studiums „Wasser und Umwelt“ verwiesen.

1 Wasserrechtliche Grundlagen und Organisation der Wasserversorgung

In Deutschland sind die Kompetenzen für Gesetzgebung und Vollzug zwischen Bundestag, Bundesrat (Länderkammer) und den Länderparlamenten bzw. zwischen der Bundesregierung und den Regierungen der sechzehn Bundesländer aufgeteilt.

1.1 Grundgesetz

Die Verfassung der Bundesrepublik Deutschland – das Grundgesetz – erkennt die wichtige Rolle der Länder an und garantiert deren Staatlichkeit und Selbständigkeit. Art. 70 Abs. 1 GG sichert den Ländern das Recht der Gesetzgebung, soweit nicht das Grundgesetz dem Bund Gesetzesbefugnis verleiht. Artikel 75 Abs. 4 GG gibt dem Bund das Recht, Rahmenvorschriften zu erlassen über „die Bodenverteilung, die Raumordnung und den Wasserhaushalt“. Sie müssen durch die Gesetzgebung der Länder ausgefüllt und ergänzt werden.

Zur konkurrierenden Gesetzgebung des Bundes zählen nach Art. 74 GG

Nr. 19 „die Maßnahmen gegen gemeingefährliche und übertragbare Krankheiten“, also der Sektor des öffentlichen Gesundheitswesens,

Nr. 20 „der Schutz beim Verkehr mit Lebens- und Genussmitteln sowie Bedarfsgegenständen ..“

Trinkwasser ist das wichtigste Lebensmittel!

Die Länder sind für den Vollzug von Bundesgesetzen als eigene Angelegenheit und für die Errichtung der dafür notwendigen Behörden und die Verwaltungsverfahren zuständig. Zur Koordinierung und Harmonisierung der wasserwirtschaftlichen Gesetzgebung und des Vollzugs haben die Länder die „Länderarbeitsgemeinschaft Wasser – LAWA“ geschaffen, deren Entscheidungen allerdings nur empfehlenden Charakter haben.

Gleichfalls garantiert das Grundgesetz den Gemeinden das Recht, die Angelegenheiten der örtlichen Gemeinschaft im Rahmen der Gesetze eigenverantwortlich zu regeln (Art. 28 Abs. 2). Wasserversorgung und Abwasserentsorgung gehören zu den Dienstleistungen, die erbracht werden müssen, um angemessene Lebensbedingungen zu garantieren („Daseinsvorsorge“). Die Gemeinden können in dem vom Land vorgegebenen Rahmen die dafür notwendigen institutionellen und organisatorischen Maßnahmen frei wählen. Die Schaffung öffentlicher Einrichtungen zur Versorgung der Bevölkerung, des Gewerbes und der Industrie ist somit ein Teil der kommunalen Selbstverwaltung.

Mit Art. 23 GG (eingefügt am 21. Dezember 1992) bekennt sich die Bundesrepublik zur Europäischen Union, das heißt zur Umsetzung der Ziele des Vertrags über die Europäische Union (sog. Maastricht-Vertrag von 1993). Das vorrangige Instrument zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften in Europa ist die EG-Richtlinie nach Art. 95 EG-Vertrag (Amsterdamer Fassung von 1997); sie richtet sich an die Mitgliedsstaaten, ist also nicht un-

mittelbar auf nationaler Ebene wirksam, sondern ist von den Mitgliedsstaaten der Europäischen Union in angemessener Frist (meist zwei Jahre) in die nationale Gesetzgebung zu implementieren.

1.2 Europäische Union

Seit Beginn der aktiven europäischen Umweltpolitik im Jahre 1973 wurde eine Reihe von EG-Richtlinien zum Gewässer verabschiedet, nämlich die Richtlinie über Qualitätsanforderungen an Oberflächenwasser für die Trinkwassergewinnung 1975, die Gewässerschutzrichtlinie 1976, die Grundwasser-Richtlinie 1980 (vom 12. Dezember 2006), ferner die Richtlinie über die Behandlung von kommunalem Abwasser 1991, zum Schutz der Gewässer gegen Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen 1991, über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln 1991 und über die Integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung – IVU – 1996.

Die Europäische Wasser-Rahmenrichtlinie (Richtlinie des Rates 2000/60/EG zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik) ist am 23. Oktober 2000 verabschiedet worden mit der Verpflichtung, sie bis zum 22. Dezember 2003 in nationales Recht umzusetzen.

Die Richtlinie über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch von 1980 ist am 3. November 1998 novelliert worden [EU, 1998]. Für größere Versorgungsunternehmen ist die Sektorenrichtlinie (aktuelle Fassung 2004) von Bedeutung, mit der die Unternehmen verpflichtet werden, oberhalb bestimmter Vertragssummen ihre Bau-, Liefer- und Dienstleistungsaufträge europaweit auszuschreiben.

1.3 Bund

Auf Bundesebene werden Grundsatzfragen der Wasserwirtschaft vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit wahrgenommen; ihm nachgeordnet ist das Umweltbundesamt. Wasserwirtschaftliche Aufgaben im ländlichen Raum sowie seit Januar 2001 die Zuständigkeit für das Lebensmittelrecht sind dem Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz zugewiesen. Zuständig für die Gesundheitsvorsorge und die Trinkwasserqualität ist das Ministerium für Gesundheit. Das Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung verwaltet die Bundeswasserstraßen (nachge-

ordnet ist die Bundesanstalt für Gewässerschutz). Das Bundesministerium für Bildung und Forschung koordiniert die Forschungsförderung des Bundes, eingeschlossen sind die Programme zur Wasserforschung und Wassertechnologie.

Grundlage der Ordnung des Wasserhaushalts ist als Rahmengesetz des Bundes das **Wasserhaushaltsgesetz (WHG)** von 1957, zuletzt geändert durch das 7. Gesetz zur Änderung des WHG vom 19. August 2002 (Bekanntmachung der Neufassung am 23. August 2002 [WHG, 2002]). Eine wichtige Ergänzung hat dabei die Zielsetzung des Gesetzes erfahren: der Bewirtschaftungsauftrag unterstreicht die Vernetzung der Gewässer mit den Landökosystemen und fordert die Gewährleistung einer nachhaltigen Entwicklung.

§ 1 a WHG – Grundsatz

(1) Die Gewässer sind als Bestandteil des Naturhaushalts und als Lebensraum für Tiere und Pflanzen zu sichern. Sie sind so zu bewirtschaften, dass sie dem Wohl der Allgemeinheit und im Einklang mit ihm auch dem Nutzen einzelner dienen, vermeidbare Beeinträchtigungen ihrer ökologischen Funktionen und der direkt von ihnen abhängenden Landökosysteme und Feuchtgebiete im Hinblick auf deren Wasserhaushalt unterbleiben und damit insgesamt eine nachhaltige Entwicklung gewährleistet wird. Dabei sind insbesondere mögliche Verlagerungen von nachteiligen Auswirkungen von einem Schutzgut auf ein anderes zu berücksichtigen; ein hohes Schutzniveau für die Umwelt insgesamt, unter Berücksichtigung der Erfordernisse des Klimaschutzes, ist zu gewährleisten.

(2) ...

(3) Durch Landesrecht wird bestimmt, dass der Wasserbedarf der öffentlichen Wasserversorgung vorrangig aus ortsnahen Wasservorkommen zu decken ist, soweit überwiegende Gründe des Wohls der Allgemeinheit nicht entgegen stehen.

(Dies ist eine etwas umstrittene Ergänzung, die mit der 7. Novelle erfolgt ist; sie hat aber gerade für den ländlichen Raum und die Bewahrung der dort verfügbaren Wasserressourcen eine wesentliche Bedeutung.)

§ 2 WHG – Erlaubnis- und Bewilligungserfordernis

(1) Eine Benutzung der Gewässer bedarf der behördlichen Erlaubnis (§ 7) oder Bewilligung (§ 8), ...

Nach § 3 zählen zu den Benutzungen u. a. Wasserentnahmen aus Oberflächenwasser oder Grundwasser, das Einbringen oder Einleiten von Stoffen in oberirdische Gewässer oder in das Grundwasser. Absatz 2 Ziff. 2 ergänzt wie folgt:

§ 3 WHG – Benutzungen

(2) Als Benutzungen gelten auch folgende Einwirkungen: ...

2. Maßnahmen, die geeignet sind, dauernd oder in einem nicht nur unerheblichen Ausmaß schädliche Veränderungen der physikalischen, chemischen oder biologischen Beschaffenheit des Wassers herbeizuführen.

§ 6 begründet den Vorrang der öffentlichen Wasserversorgung gegenüber anderen Nutzungen:

§ 6 WHG – Versagung

(1) Die Erlaubnis und die Bewilligung sind zu versagen, soweit von der beabsichtigten Benutzung eine Beeinträchtigung des Wohls der Allgemeinheit, insbesondere eine Gefährdung der öffentlichen Wasserversorgung, zu erwarten ist, die nicht durch Auflagen oder durch Maßnahmen einer Körperschaft des öffentlichen Rechts ... verhütet oder ausgeglichen wird.

(2) (betrifft Versagungsstatbestände des Naturschutzes)

Ein wichtiges planungsrechtliches Instrument, diesen Vorrang zu sichern, sind Wasserschutzgebiete:

§ 19 WHG – Wasserschutzgebiete

(1) Soweit es das Wohl der Allgemeinheit erfordert,

1. Gewässer im Interesse der derzeit bestehenden oder künftigen öffentlichen Wasserversorgung vor nachteiligen Einwirkungen zu schützen oder
2. das Grundwasser anzureichern oder
3. das schädliche Abfließen von Niederschlagswasser sowie das Abschwemmen und den Eintrag von Bodenbestandteilen, Dünge- oder Pflanzenbehandlungsmitteln in Gewässer zu verhüten, können Wasserschutzgebiete festgesetzt werden.

(2) In den Wasserschutzgebieten können

1. bestimmte Handlungen verboten oder für nur beschränkt zulässig erklärt werden und
2. die Eigentümer und Nutzungsberechtigten von Grundstücken zur Duldung bestimmter Maßnahmen verpflichtet werden. Dazu gehören auch Maßnahmen zur Beobachtung des Gewässers und des Bodens.

Mit der 5. Novelle zum **WHG (1986)** ist § 19 um den Absatz 4 ergänzt worden:

§ 19 WHG – Wasserschutzgebiete

(4) Setzt eine Anordnung nach Absatz 2 erhöhte Anforderungen fest, die die ordnungsgemäße land- oder forstwirtschaftliche Nutzung eines Grundstücks beschränken, so ist für die dadurch verursachten wirtschaftlichen Nachteile ein angemessener Ausgleich nach Maßgabe des Landesrechts zu leisten, soweit nicht eine Entschädigungspflicht nach Absatz 3 besteht. ...

Es ist problematisch, unterhalb der Enteignungsschwelle Entschädigungen zu gewähren. Auf der Basis des § 19 (4) haben die Bundesländer Ausgleichszahlungen an die Landwirte in Schutzgebieten („Bauerngrotschen“) eingeführt, die im Grunde nur eine weitere Subvention für die Landwirtschaft zu Lasten der Wasserwerke, also des Trinkwasserkunden, darstellen, ohne aber im erhofften Maße den Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln verringert zu haben.

Mit der 6. Novelle zum WHG wurde in § 6 a eine Ermächtigung zur Übernahme von Regelungen aus EG-Richtlinien in das deutsche Wasserrecht geschaffen. Das bisher geübte Verfahren, die Einführung über Verwaltungsvorschriften des Bundes oder der Länder vorzunehmen, hatte nicht die Billigung des Europäischen Gerichtshofes gefunden.

2 Wassergewinnung

2.1 Wasserdargebot

Deutschland ist im Zentrum Europas gelegen. Seine nationalen Grenzen umfassen eine Oberfläche von 357.000 km²; die Bevölkerung beträgt 82,5 Mio., d. h. 231 Einwohner/km² (zwischen 75 in Mecklenburg-Vorpommern und 530 in Nordrhein-Westfalen – 3.800 in Berlin) [UBA, 2005]. Kennzeichnende Landschaften sind:

- nördliche Tiefebene,
- Mittelgebirge (Schwarzwald, Schwäbische und Fränkische Alb, Thüringer Wald, Erzgebirge, Rheinisches Schiefergebirge, Harz) und
- Hochgebirge (Alpen).

Flächennutzung (2001): Landwirtschaft (einschl. Marsch- und Heidelandschaften) 53,5 % (in 9 von 16 Bundesländern mehr als 50 %), Wald 29,5 %, Gewässer 2,3 %, Siedlungen und Verkehrsflächen 12,3 %, sonstige Flächen 2,4 %. Natürliche Seen (über 20 km²) um-

fassen 1.180 km²; die künstlichen Stauseen haben eine Speicherkapazität von 4200 Mio. m³ (www.lexikon.freenet.de). Wasserschutzgebiete umfassen 41.800 km² entsprechend 11,7 % der Landesfläche (Stand 2003/04).

Deutschland gehört zur gemäßigten Klimazone. Der mittlere Jahresniederschlag (Mittel 1961–1990) beträgt 780 mm (zwischen 500 und 2.500 mm) und verteilt sich grundsätzlich auf das ganze Jahr. Die Niederschläge sind zumeist mit Westwinden verbunden; im Windschatten der Gebirge (Ostseite) sind deutlich niedrigere Niederschlagshöhen zu verzeichnen (z. B. Mitteldeutschland östlich des Harzes, Stuttgart und oberes Neckartal östlich des Schwarzwalds).

Die Wasserbilanz für die Bundesrepublik Deutschland stellt sich in *Abb. 2.1* und *Tab. 2.1* dar.

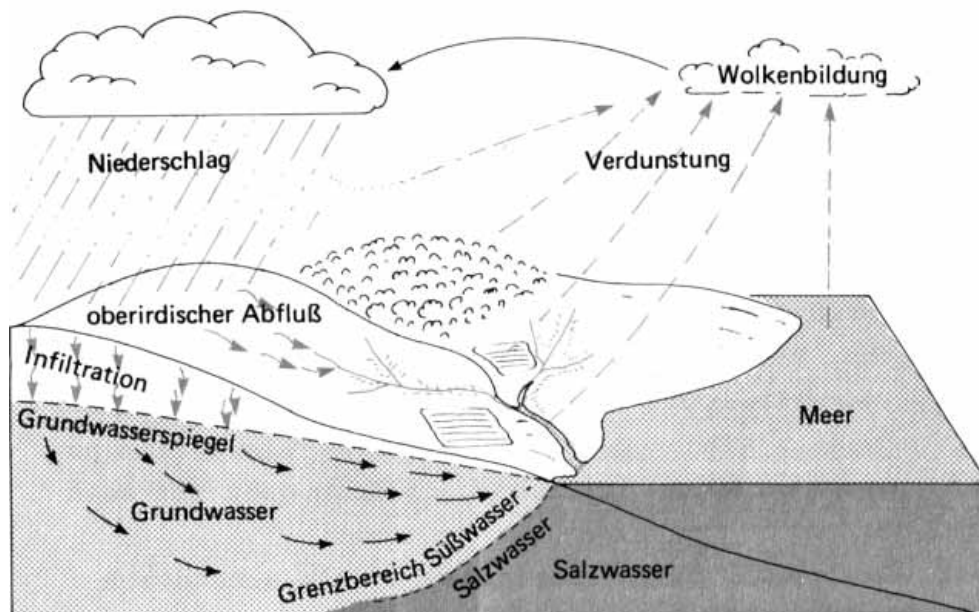


Abb. 2.1: Wasserkreislauf – Wasserbilanz [Heath, 1988]

Tab. 2.1: Wasserbilanz für die Bundesrepublik Deutschland im langjährigen Mittel 1961–1990 [UBA, 2005]

Niederschläge (500–2.500 mm/a)	779 mm/a = 278 km ³ /a
– Verdunstung ¹⁾ (450–650 mm/a)	– 462 mm/a = – 165 km ³ /a
+ Zustrom von außerhalb (Flüsse)	+ 199 mm/a = + 71 km ³ /a
= Wasserdargebot	= 516 mm/a = 184 km ³ /a

¹⁾ einschl Verdunstung aus Wasserverbrauch (11 mm/a = 3,9 km³/a)

Das gesamte theoretische Wasserdargebot in Deutschland

$$\text{Dargebot} = \text{Abfluss} = \text{Niederschlag} - \text{Verdunstung} + \text{Zufluss von Oberliegern}$$

in Höhe von im langjährigen Jahresmittel rd. 184 Mrd. m³/a wird von den Wärmekraftwerken mit 12,2 %, von Industrie, Bevölkerung und Landwirtschaft zu 7,1 % in Anspruch genommen, ungenutzt bleiben 80,7 % [UBA, 2005]. Die öffentliche Wasserversorgung nutzt dabei nur 2,9 %. Diese 2,9 % verteilen sich auf Grundwasser und Quellwasser mit 74 % und Oberflächenwasser (Talsperren, Seen und Flusswasser einschl. Uferfiltrat) mit 26 %, wobei sich je nach Bundesland starke Unterschiede ergeben (nach Bundes-Gesamtstatistik 2004).

Die Nutzbarkeit des Wasserdargebots hängt von der regionalen und zeitlichen Verteilung der verschiedenen Glieder der Wasserhaushaltsgleichung ab sowie von den örtlichen geohydrologischen Bedingungen.

Grundwasser kann vorrangig in den eiszeitlichen Ablagerungen (Grund- und Endmoränen – Urstromtäler in Norddeutschland) und Flusssedimenten (Oberrheingra-

ben, Elbtal) sowie in den die Flüsse begleitenden Grundwasserströmen, Molasse, Sanden und Kiesen (z. B. Münchner Schotterebene), z. T. in Karstgebieten (Kalk und Dolomit – Schwäbischer und Fränkischer Jura) erschlossen werden. Die Verwendung von Flusswasser ist maßgeblich von der Flusswasserqualität bestimmt. In der Regel wird Flusswasser für die Trinkwasserversorgung durch Uferfiltration oder über künstliche Grundwasseranreicherung gewonnen. In den Mittelgebirgen, die aus Schiefer und Grauwacke (Rheinisches Schiefergebirge, Thüringer Wald, Harz) oder aus metamorphen und magmatischen Gesteinen (Erzgebirge, Bayerischer Wald) aufgebaut sind, lassen sich fast keine Grundwässer gewinnen; hier sind Talsperren errichtet worden, die zumeist mehreren Zwecken – Hochwasserschutz, Abfluss-Ausgleich, Trinkwassergewinnung – dienen.

Die Bundesrepublik Deutschland ist ein wasserwirtschaftlich begünstigtes Land. Im Grundsatz bestehen keine Wassermengenprobleme für die öffentliche Wasserversorgung. Die Wasserversorgung von Mangelgebieten wird durch leistungsfähige Fernversorgungssysteme aus Überschussgebieten ergänzt.



Abb. 2.2: Fernwasserleitungen in der Bundesrepublik Deutschland (DVGW-Handbuch Bd. 2, S. 125 [DVGW, 1999b])

„Zur Trinkwasserversorgung sollten nur Wasservorkommen herangezogen werden, die hygienisch, insbesondere mikrobiell nicht oder nur gering belastet sind.“ (DIN 2001-1 Abschn. 4.4). Diese für Kleinanlagen gegebene Empfehlung ist im Grundsatz auch für kleine und kleinere Wasserwerke im ländlichen Raum gültig. So ist vorrangig Grundwasser aus gut filtrierenden Bodenschichten oder Quellwasser zu verwenden.

Vorzugsverfahren der Wassergewinnung sind der Bohrbrunnen und die Quelfassung. „Wird Wasser aus Quellen verwendet, so ist zu beachten, dass die Qualität des gefassten Wassers je nach Quelltyp unterschiedlich sein und stark von Witterungseinflüssen abhängen kann. Oberflächenwasser oder gesammeltes Niederschlagswasser darf nur in Ausnahmefällen, wenn eine Trinkwasserversorgung auf andere Weise nicht möglich ist, mit mehrstufiger Wasseraufbereitung unter Einschluss einer Desinfektion genutzt werden.“ Da für eine komplexe Aufbereitungsanlage besonders qualifiziertes Fachpersonal zur Verfügung stehen muss, was für kleine und kleinere Anlagen in der Regel nicht der Fall ist, wird die vorstehende Empfehlung verständlich. So wird nachstehend auf die Gewinnung von Grund- und Quellwasser besonderes Gewicht gelegt.

2.2 Grundwasser

2.2.1 Grundwasserhydraulik und Brunnenformeln

Es werden unterschieden (s. Abb. 2.3):

- freies, ungespanntes Grundwasser: Grundwasseroberfläche = Grundwasserdruckfläche,
- gespanntes Grundwasser: Grundwasseroberfläche und -druckfläche sind nicht identisch; die Zählung der Grundwasserstockwerke erfolgt von oben nach unten,
- artesisch gespanntes Grundwasser: Grundwasserdruckfläche liegt höher als Geländeoberfläche.

Bei den Grundwasserleitern werden Porengrundwasserleiter, Kluftgrundwasserleiter und Karstgrundwasserleiter unterschieden, s. Abb. 2.4). Porengrundwasserleiter bestehen aus Sanden und Kiesen wechselnder Korngröße; im Regelfall wurden sie aus Flusssedimenten aufgebaut. Kluftgrundwasserleiter sind Festgesteine, deren Klüfte soweit miteinander in Verbindung stehen, dass sich das Grundwasser darin bewegen kann – Beispiel Buntsandstein. Karstgrundwasserleiter bestehen aus Kalkgestein, in dem durch die im Niederschlagswasser enthaltene Kohlensäure Klüfte ausgewaschen wurden.

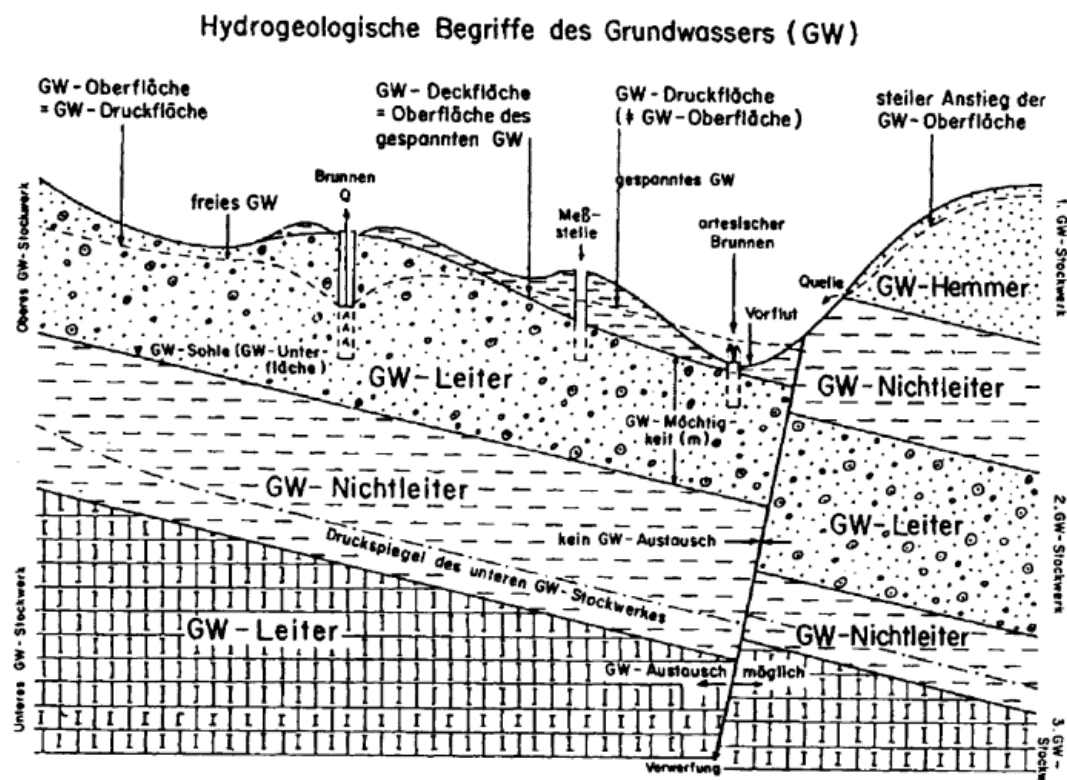


Abb. 2.3: Hydrologische Begriffe [Höltling und Coldewey, 2005]

3 Wassergüte, Wasseraufbereitung

3.1 Rohwasser

Das aus dem Gewässer (Grundwasser, Quellwasser, Oberflächenwasser) zu Zwecken der Trinkwasserversorgung entnommene Wasser wird als Rohwasser bezeichnet; im Rohwasser sind – bei direkter Entnahme – also alle natürlichen und durch menschliche Einwirkung eingebrachten Inhaltsstoffe zu erwarten.

Die im Wasser vorhandenen Hauptinhaltsstoffe (Konzentrationen von einigen 10 bis 100 mg/L) umfassen vor allem die Kationen Natrium Na^+ , Kalium K^+ , Calcium Ca^{2+} und Magnesium Mg^{2+} sowie die Anionen Hydrogencarbonat HCO_3^- , Chlorid Cl^- , Nitrat NO_3^- und Sulfat SO_4^{2-} . Außerdem können Ammonium NH_4^+ , Eisen Fe(II), und Mangan Mn(II), Barium Ba^{2+} und Bromid Br^- im Konzentrationsbereich von mg/L vorkommen. Im Grundwasser aus alten Gebirgen kann Arsen gelöst sein (durchaus mit Werten bis zu 0,25 mg/L). Alle anderen anorganischen Stoffe liegen in der Regel nur im $\mu\text{g/L}$ -Bereich oder auch darunter. Oberflächengewässer und oberflächennahe Grundwässer enthalten außerdem die gelösten Bestandteile der Luft – Stickstoff N_2 , Sauerstoff O_2 und Kohlensäure CO_2 ; Grundwässer aus tieferen Schichten, vor allem bei ausgeprägten Humusdeckschichten, wie sie in Norddeutschland vorkommen, sind häufig reduziert, d. h. sauerstofffrei; es sind dann regelmäßig Eisen und Mangan und gegebenenfalls Ammonium und Schwefelwasserstoff zu erwarten. Methangehalte kommen im Grundwasser des Voralpenlands und ebenfalls stellenweise in Norddeutschland vor.

Die Summe aller organischen Wasserinhaltsstoffe beträgt meist einige wenige mg/L (als organischer Kohlenstoff OC), während die einzelnen Verbindungen in $\mu\text{g/L}$ -Konzentrationen vorliegen.

Niederschlagswasser enthält zusätzlich zu den natürlichen Bestandteilen der Luft (O_2 , N_2 , CO_2) lösliche Stoffe aus Abgasen (z. B. SO_2) und Feststoffe (Ruß, Stäube, partikuläre Emissionen). Versickerndes Niederschlagswasser, das durch die Kohlensäure ohnehin leicht sauer ist, was durch Stickoxide und schweflige Säure noch verstärkt wird (saurer Regen!), nimmt in den belebten Bodenschichten weiteres CO_2 auf (aus der biologischen Aktivität der Bodenorganismen), natürliche organische Stoffe (z. B. Humusstoffe), Ammonium, Nitrat und Pflanzenbehandlungs- und -schutzmittel PFSM (aus landwirtschaftlicher Bodennutzung). Schadstoffbelastungen der Oberfläche werden gleichfalls mit dem Sickerwasser in den Untergrund verbracht, soweit sie nicht in der Bodenkrume festgehalten oder biologisch abgebaut werden. Intakte Böden sind also ein wichtiges Element des Grundwasserschutzes.

Grundwasser aus Porengrundwasserleitern ist praktisch frei von Feststoffen. Zeitweilig auftretende Trübungen sind der Hinweis auf direkten Einfluss von Niederschlagswässern. Dies betrifft vor allem Kluftgrundwasser und Karstgrundwässer, die nach kräftigen Niederschlägen von der Erdoberfläche her mit Schwebstoffen und anderen Einflüssen belastet sein können. Durch die langen Verweilzeiten im Untergrund stehen Grundwässer im chemischen Lösungsgleichgewicht mit den Bodenmineralien. Soweit die Böden ausreichend gepuffert sind (Kalkgehalt), erfolgt durch die versickernden sauren Niederschlagswässer eine Aufhärtung des Grundwassers. In der belebten und belüfteten Bodenzone laufen biologische Prozesse ab. Wird durch ein zu hohes Angebot an organischer Substanz der verfügbare Sauerstoff aufgezehrt, entsteht ein reduzierendes „anaerobes“ bzw. anoxisches Milieu. Das Grundwasser enthält dann gelöstes Fe und Mn; außerdem treten Ammonium und Schwefelwasserstoff auf. Wenn solche Wässer in einer Brunnenfassung mit Luftsauerstoff zusammenkommen, besteht die Gefahr der Brunnenverockerung.

Quellwasser ist als Grundwasseraustritt qualitativ dem Grundwasser gleichzusetzen; wenn es sich aus oberflächennahem Grundwasser speist, ist es häufig einem erhöhten Verschmutzungsrisiko ausgesetzt.

Flusswasser wird zum einen aus dem Grundwasser gespeist, zum anderen erhält es aus dem oberirdischen Abfluss der Niederschläge, durch Erosion und durch Abwassereinleitungen mehr oder minder große Mengen an Feststoffen (Trübung) und gelösten Stoffen. Es werden punktförmige (z. B. Abwassereinleitungen) und diffuse Belastungen (z. B. Düngemittel und PFSM aus landwirtschaftlich genutzten Einzugsgebieten) unterschieden. Die Inhaltsstoffe können sich rasch und unerwartet verändern. Die Temperaturen schwanken mit der Jahreszeit.

Wässer aus Seen und Talsperren enthalten feine Schwebstoffe, nämlich Trübungen aus Zuflüssen und – je nach Jahreszeit – Algen, Plankton und weitere gelöste Stoffe.

„Durch eine Grunduntersuchung wird geprüft, ob das vorhandene Wasservorkommen direkt zur Trinkwasserversorgung geeignet ist oder einer Aufbereitung bedarf. Als Mindest-Untersuchungsumfang werden die Parameter nach Tab. 1 empfohlen, die Festlegung des konkreten Untersuchungsumfanges erfolgt durch das Gesundheitsamt.“ Soweit die Empfehlung der DIN 2001-1 Abschn. 4.6 – s. Tab. 3.1.

Tab. 3.1: Grunduntersuchung des Wasservorkommens für alle Kleinanlagen (DIN 2001-1)

Parameter	
mikrobiologisch	E. coli, Enterokokken, Coliforme Bakterien, Clostridium perfringens ¹⁾ , Koloniezahl 22°C, Koloniezahl 36°C
chemisch-physikalisch	obligatorisch: Nitrat, Nitrit, Ammonium, Eisen, Färbung, Geruch, elektrische Leitfähigkeit, Mangan, TOC, Trübung, pH-Wert, Temperatur
	weitere Parameter ²⁾ : Säurekapazität bis pH 4,3, Calcium, Magnesium, Kalium, Natrium, Chlorid, Sulfat, Basekapazität bis pH 8,2
	bei Verdacht auf geologische Besonderheiten, z. B.: Fluorid, Arsen, Antimon
	bei begründetem Verdacht auf Kontamination, z. B.: Pflanzenschutzmittel und Biozidprodukte, Chrom, Quecksilber, Cyanid, Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe PAK, Kupfer, Blei, organische Chlorverbindungen

¹⁾ bei Verdacht auf Beeinflussung durch Oberflächenwasser

²⁾ diese werden auch zur Bestimmung der Calcitlösekapazität gemäß TrinkwV benötigt

3.2 Trinkwasser

3.2.1 Trinkwassergüte nach DIN 2000

Das Leitbild für Trinkwasser wird in Art. 5.1 der DIN 2000 gegeben:

Art. 5.1 Grundanforderungen:

- Die Anforderungen an die Trinkwassergüte müssen sich an den Eigenschaften eines aus genügender Tiefe und nach Passage durch ausreichend filternde Schichten gewonnenen Grundwassers einwandfreier Beschaffenheit orientieren, das dem natürlichen Wasserkreislauf entnommen und in keiner Weise beeinträchtigt wurde.
- Trinkwasser sollte appetitlich sein und zum Genuss anregen. Es muss farblos, klar, kühl sowie geruchlich und geschmacklich einwandfrei sein.
- Trinkwasser muss keimarm sein.
- Es muss mindestens den gesetzlichen Anforderungen genügen.

DIN 2001-1 übernimmt diese Grundanforderungen wörtlich.

3.2.2 Trinkwasser nach Trinkwasser-verordnung (TrinkwV)

Die gesetzlichen Anforderungen sind in der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) [TrinkwV, 2001] zu finden. Sie spricht von „Wasser für den menschlichen Gebrauch“, das heißt: Wasser mit der Zweckbestimmung zum Trinken, zum Kochen, zur Zubereitung von Speisen und Getränken und zu häuslichen Zwecken – Körperpflege und -reinigung, Reinigung von Gegenständen, die bestimmungsgemäß mit Lebensmitteln und die bestimmungsgemäß nicht nur vorübergehend mit dem menschlichen Körper in Kontakt kommen, ist Trinkwasser im Sinne dieser Verordnung (gemäß § 3).

Die Grenzwertregelungen der Trinkwasserverordnung [TrinkwV, 2001] lauten wie folgt:

§ 4 TrinkwV – Allgemeine Anforderungen

(1) Wasser für den menschlichen Gebrauch muss frei sein von Krankheitserregern, genusstauglich und rein sein. Dieses Erfordernis gilt als erfüllt, wenn bei der Wassergewinnung, der Wasseraufbereitung und der Verteilung die allgemein anerkannten Regeln der Technik eingehalten werden und das Wasser für den menschlichen Gebrauch den Anforderungen der §§ 5 bis 7 entspricht.

Wasser, das diesen Anforderungen nicht entspricht, darf nicht als Trinkwasser abgegeben werden.

§ 5 TrinkwV – Mikrobiologische Anforderungen

(1) Im Wasser für den menschlichen Gebrauch dürfen Krankheitserreger im Sinne des § 2 Nr. 1 des Infektionsschutzgesetzes nicht in Konzentrationen enthalten sein, die eine Schädigung der menschlichen Gesundheit besorgen lassen.

(2) Im Wasser für den menschlichen Gebrauch dürfen die in Anlage I Teil I festgesetzten Grenzwerte für mikrobiologische Parameter nicht überschritten werden.

(3) (betrifft abgefülltes Wasser)

(4) Soweit der Unternehmer und der sonstige Inhaber einer Wasserversorgungs- oder Wassergewinnungsanlage oder ein von ihnen Beauftragter hinsichtlich mikrobieller Belastungen des Rohwassers Tatsachen feststellen, die zum Auftreten einer übertragbaren Krankheit führen können, oder annehmen, dass solche Tatsachen vorliegen, muss eine Aufbereitung, erforderlichenfalls unter Einschluss einer Desinfektion, nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik erfolgen....

4 Planung von Wasserversorgungen – Wasserverteilung

Die Grundnorm für Planung und Bau von Versorgungsanlagen der öffentlichen Wasserversorgung ist die europäisch verabschiedete und von DIN veröffentlichte DIN EN 805 „Anforderungen an Wasserversorgungssysteme und deren Bauteile außerhalb von Gebäuden“; sie beschreibt den allgemein anerkannten Stand der Technik in Europa. DIN EN 805 wird ergänzt durch das DVGW-Arbeitsblatt W 400 „TRWV Technische Regeln Wasserverteilung“; es erscheint in drei Teilen:

- W 400-1: Planung von Wasserverteilungsanlagen,
- W 400-2: Bau und Prüfung von Wasserverteilungsanlagen,
- W 400-3: Betrieb und Instandhaltung von Wasserverteilungsanlagen.

4.1 Wasserbedarf und Wasserverbrauch

Der *Wasserbedarf* wird in m^3/a , m^3/d , m^3/h , m^3/s bzw. L/s oder gegebenenfalls als verbrauchs-bezogener Bedarf in $\text{m}^3/(\text{E}\cdot\text{a})$, $\text{m}^3/(\text{E}\cdot\text{d})$, $\text{L}/(\text{E}\cdot\text{d})$, $\text{L}/(\text{E}\cdot\text{h})$, $\text{L}/(\text{E}\cdot\text{s})$ angegeben. Er ist der *Planungswert* des zu einer bestimmten Zeit für die Wasserversorgung voraussichtlich benötigten Wasservolumens. Grundlage der hydraulischen Bemessung von Anlagen der Wasserversorgung ist also der Wasserbedarf.

Der Wasserbedarf wird von klimatischen und zeitlichen Faktoren stark beeinflusst; Extremwerte können auftreten, wenn die bedarfsbestimmenden Faktoren in extremer Weise zeitlich zusammenfallen. Zur Bemessung der Versorgungsanlagen werden Spitzenbedarfswerte herangezogen, die in Berücksichtigung der Funktion der Anlagenteile, zugleich auch in Berücksichtigung der hygienischen Anforderungen und der Wirtschaftlichkeit festzulegen sind.

Der *Wasserverbrauch* (Einheiten wie oben) ist der tatsächliche, meist durch Messung ermittelte Wert des in einer bestimmten Zeitspanne abgegebenen Wasservolumens. Man unterscheidet die Verbrauchssektoren Haushalte + Kleingewerbe (auch Siedlungseinheiten), Großgewerbe und Industrie, Einzelverbraucher, öffentliche Einrichtungen, Löschwasser, Wasserwerkseigenverbrauch. Durch Auswertung der Entwicklung der Bevölkerung und des Wasserverbrauchs, aufgeteilt auf die verschiedenen Sektoren, und Abschätzung der zukünftigen Entwicklung sind die Planungswerte zu ermitteln.

Für die Planung der verschiedenen Versorgungseinrichtungen sind Planungszeiträume zu beachten. Benötigt werden der Jahresbedarf Q_a , mittlerer und maximaler Tagesbedarf Q_{dm} und Q_{dmax} heute und in der Projektion

- von 50 Jahren für wasserwirtschaftliche Planungen und Genehmigungsverfahren sowie zur Sicherung von Wassergewinnungsgebieten; maßgebend sind vorrangig Siedlungsstruktur und Bevölkerungsentwicklung – angesichts der Tatsache, dass der personenbezogene Wasserverbrauch praktisch stagniert;
- von 30 Jahren für die Planung von Wassergewinnungsanlagen, Wasserbehältern (für Erdbehälter empfiehlt sich der Ausbau mit Erweiterungsmöglichkeit), Transportleitungen, Wasseraufbereitungsanlagen und Rohrnetzen;
- Gebäude werden für eine Lebensdauer von 30 Jahren geplant, die maschinelle Ausstattung für 10 bzw. 15 Jahre.

4.1.1 Haushaltsbedarf

Aus messtechnischen Gründen ist im Haushaltsbedarf üblicherweise der Bedarf des Kleingewerbes eingeschlossen; dies gilt allgemein für die statistischen Angaben über den Wasserverbrauch. *Tab. 4.1* zeigt Planungswerte für Siedlungsgebiete – sie sind nur als Anhaltswerte zu verwenden.

Tab. 4.1: Wasserbedarfszahlen (W 410 und DVGW-Bd. 2 S. 67/68 [DVGW, 1999b])

Objekt	Verbrauchereinheit (V)	Grenzwerte in m ³ /(V·d)	Mittelwerte in m ³ /(V·d)
Wohngebäude	Einwohner	0,06–0,50	0,09–0,14
Krankenhäuser	Patienten + Personal (PP)	0,12–0,83 m ³ /(PP·d)	0,34 m ³ /(PP·d)
	Bettenzahl (BZ)	0,13–1,20 m ³ /(BZ·d)	0,50 m ³ /(BZ·d)
Schulen	Schüler + Lehrer (SL)		0,006 m ³ /(SL·d)
Verwaltungs- und Bürogebäude	Beschäftigte (B)	0,013–0,111 m ³ /(B·d)	0,025 m ³ /(B·d)
Hotels	Hotelgast (G)	0,10–1,40 m ³ /(G·d)	0,29 m ³ /(G·d)
	Hotelzimmer (HZ)	0,07–1,40 m ³ /(HZ·d)	0,39 m ³ /(HZ·d)
Landwirtschaftliche Anwesen	Großvieh-Gleichwert (GVGW) = Äquivalent für ein Tier mit 500 kg Lebendgewicht		0,052 m ³ /(GVGW·d)

Faktoren zur Umrechnung auf GVGW:			
Mensch	2,0	Mastbullen 350–500 kg	0,9
Kühe	1,2	Zuchteber, -sauen	0,3
Pferde	1,0	Zuchtsauen mit Ferkeln	0,5
Rinder (1–2 J.)	0,7	Mastschweine 20–110 kg	0,13
Fohlen	0,3	Schafe, Ziegen	0,1
Kälber (bis 4 Wochen)	0,1	10 Hühner, Gänse, Enten	0,04

Der Wasserverbrauch der Bevölkerung ist seit etwa 1980 rückläufig; er dürfte langfristig im Bundesdurchschnitt bei 120 L/(E·d) liegen. Die Werte liegen in den neuen Bundesländern niedriger, in ländlichen Gebieten häufig unter 100 L/(E·d), ein Ergebnis der stark gestie-

genen Wasserkosten (einschl. Abwassergebühren) und des gewachsenen Sparbewusstseins der Bevölkerung.

Die Wasserverwendung im Haushalt teilt sich etwa nach *Abb. 4.1* auf.

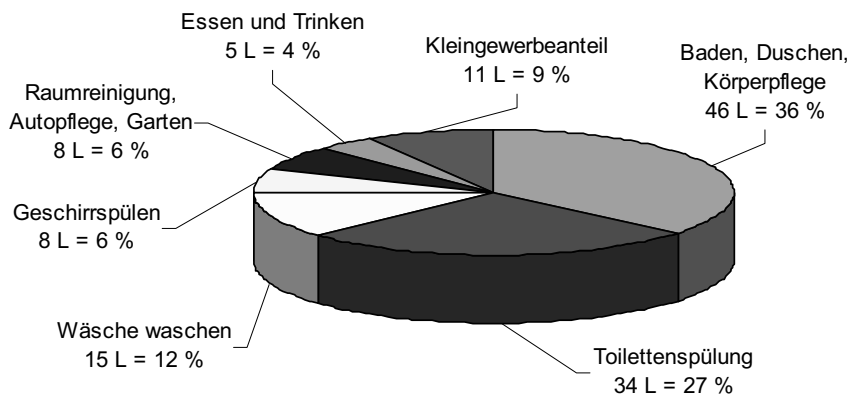


Abb. 4.1: Wasserverwendung im Haushalt (BGW-Wasserstatistik Stand 2005 [BGW, o.J.]

Der tägliche Verbrauch wird von verschiedenen Einflüssen bestimmt: Tagestemperatur, Niederschläge, Wachstumsperiode, Wochentag, Schulferien etc. Etwa über 300 Tage wird der mittlere Tagesbedarf Q_{dm} abgegeben. Der Bedarf an Spitzentagen wird von Größe und Typus des Ortes bestimmt; der Tagesspitzenfaktor f_d ist wie folgt definiert:

$$f_d = \frac{Q_{dmax}}{Q_{dm}} \quad (4.1)$$

mit:

- Q_a Planungswert für das jährlich voraussichtlich benötigte Wasservolumen [m³/d]
- Q_{dm} mittlerer Tagesbedarf = Jahresbedarf $Q_a/365$ [m³/d]
- Q_{dmax} maximaler Tagesbedarf im Bezugszeitraum – meist 1 Jahr [m³/d]
- Q_{dmin} minimaler Tagesbedarf im Bezugszeitraum [m³/d]

Diese Größen werden häufig auch auf den Einwohner bezogen:

$$q_{dm} \text{ bzw. } q_{dmax} \text{ bzw. } q_{dmin} \quad [L/(E \cdot d)]$$

Gleichfalls ist die Wasserentnahme während des Tages Schwankungen unterworfen. Der Stundenspitzenfaktor f_h bezieht den maximalen Stundenbedarf Q_{hmax} auf den mittleren Stundenbedarf:

$$f_h = \frac{Q_{hmax}}{Q_{hm}} \quad (4.2)$$

Q_{hm} mittlerer Stundenbedarf am Tage des mittleren Wasserbedarfs
 $= Q_{dm} / 24 = Q_a / (365 \cdot 24) [m^3/d]$

Q_{hmax} maximaler Stundenbedarf am Tage des größten Wasserbedarfs – im Regelfall die Spitzenstunde des Jahres $[m^3/d]$

f_h wird von der Größe und dem Typus des Siedlungsgebiets bestimmt – Abb. 4.2. Die Größe st gibt den Stundenswert in % des Tagesverbrauchs an:

$$st [\%] = \frac{Q_d}{100}$$

$$st_{max} = \frac{Q_{hmax}}{Q_{dmax}} \cdot 100 = \frac{f_h}{f_d} \cdot \frac{100}{24} = \frac{f_h}{f_d} \cdot 4,17 \quad (4.3)$$

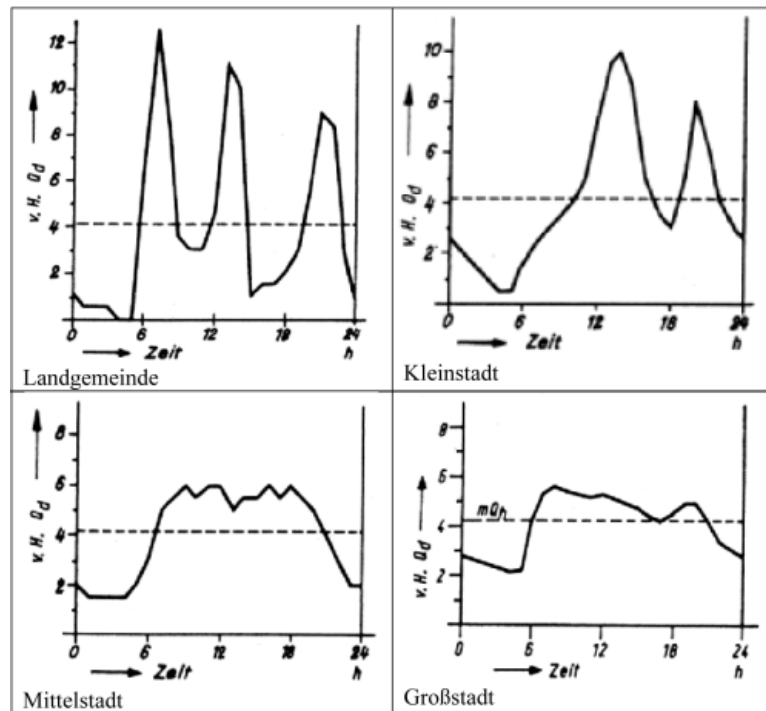
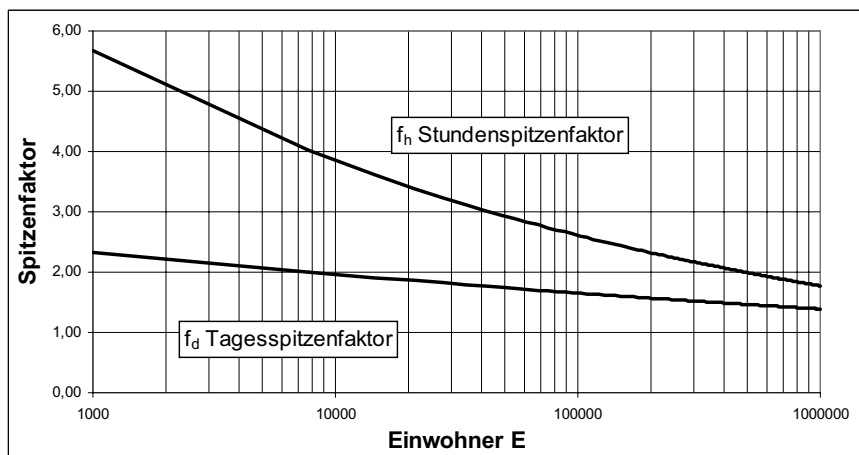


Abb. 4.2: Wasserabgabe-Ganglinien Q_h unterschieden nach Gemeindegröße und Gemeindetypus ([Mutschmann und Stimmelmayr, 2007], S. 24)



$$\text{Stundenspitzenfaktor } f_h = 18,1 \times E^{-0,1682}$$

$$\text{Stundenspitzenfaktor } f_d = 3,9 \times E^{-0,0752}$$

Abb. 4.3: Spitzenfaktoren f_h und f_d in Abhängigkeit von der Einwohnerzahl (W 410)

5 Grundlegende Anforderungen an Hausinstallationen zur Sicherung der Trinkwassergüte

Im Rahmen einer komprimierten Darstellung der „Wasserversorgung im ländlichen Raum“ lässt sich auf die Technik der Hausinstallation nicht im gebotenen Umfang eingehen. Die Aufgabe, die Bevölkerung mit Trinkwasser zu versorgen, schließt aber die Hausinstallation mit ein. Zu beachten ist, dass die hohen Qualitätsanforderungen an das Trinkwasser nur durch ein Qualitätsmanagement erfüllt werden können, das mit dem Ressourcenschutz (Wasserschutzgebiet) beginnt und erst am Zapfventil des Verbrauchers endet. So seien einige grundlegende Hinweise gegeben, die vorrangig auf die Erhaltung und Sicherung der Trinkwassergüte abzielen.

5.1 Gesetzliche Regelungen und Technische Regeln

Trinkwasseranlagen (in Grundstücken und Gebäuden) beginnen an der Anschlussvorrichtung für die Hausanschlussleitung an die Versorgungsleitung des öffentlichen Netzes – zumeist also an der Anbohrarmatur – bei Eigen- bzw. Einzelwasserversorgungen hinter der Wassergewinnungs- oder Aufbereitungsanlage. Kleinanlagen der Wasserversorgung im Sinne der DIN 2001-1, aus denen Trinkwasser an Dritte abgegeben wird, sind in diesem Zusammenhang einer zentralen (öffentlichen) Wasserversorgung gleichzustellen.

Allgemein gilt: Der verantwortliche Betreiber einer Wasserversorgungsanlage, aus der Wasser an Dritte abgegeben wird – also auch der Hauseigentümer, der seinen Mietern das Trinkwasser „weiterreicht“, ist Adressat der Trinkwasserverordnung. Nach § 3 (2) zählen zu den Wasserversorgungsanlagen die Anlagen der zentralen (öffentlichen) Wasserversorgung, die Kleinanlagen (jährliche Abgabe höchstens 1000 m³) und Anlagen der Hausinstallation, aus denen Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasser und Wasser für Lebensmittelbetriebe) an Verbraucher abgegeben wird. Für die Hausinstallationen entfallen aber die Untersuchungspflichten nach § 14 TrinkwV (s. Tab. 1.3), soweit nicht das Gesundheitsamt besondere Anordnungen gibt.

Die unmittelbare Verantwortung des Wasserversorgungsunternehmens (WVU) für die Qualität des Trinkwassers endet an der Übergabestelle zur Hausinstallation, üblicherweise an der Hauptabsperrereinrichtung am Wasserzähler.

„Für die ordnungsgemäße Errichtung, Erweiterung, Änderung und Unterhaltung der Anlage hinter dem Hausanschluss mit Ausnahme der Messeinrichtungen des Wasserversorgungsunternehmens ist der Anschlussnehmer verantwortlich.“ (§ 12 Abs. 1 AVBWasserV [AVBWasserV, 2004])

Dem WVU obliegen aber einige wichtige Pflichten nach AVBWasserV (vgl. Kap. 1.3 Bund): Er hat das Installateurverzeichnis (§ 12 Abs. 2) zu führen. Das

WVU ist berechtigt, aber nicht verpflichtet, die Hausinstallationen zu kontrollieren. Wenn ihm aber Sicherheitsmängel bekannt werden, hat es den Kunden darauf aufmerksam zu machen und kann deren Beseitigung verlangen (§ 14 Abs. 1); bei Gefährdung der Sicherheit kann sogar die Verweigerung des Anschlusses berechtigt sein (§ 14 Abs. 2). Nach § 21 TrinkwV [TrinkwV, 2001] obliegen dem WVU gegenüber dem Verbraucher Informationspflichten über die Qualität des Wassers, über die verwendeten Aufbereitungsstoffe und über Angaben, die für die Auswahl geeigneter Materialien für die Hausinstallation nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik erforderlich sind. Da der private Wasserkunde üblicherweise nicht als fachkundig gilt und sich schon deshalb für Einrichtung und wesentliche bauliche Veränderungen in der Hausinstallation qualifizierter Installationsbetriebe bedienen wird (was ihm auch nachdrücklich zu empfehlen ist), sind die vorgenannten Informationen vorrangig an die Installateure zu richten. Zur Führung des Installateurverzeichnisses und Sicherung der regelmäßigen Information der Installateure wird kleinen WVU die Kooperation mit anderen Unternehmen, z. B. der Anschluss an den Installateur-Ausschuss des WVU in der nächsten größeren Stadt empfohlen.

Der Anschlussnehmer/Inhaber der Trinkwasseranlage hat seinerseits Pflichten nach AVBWasserV gegenüber dem WVU zu erfüllen. Wenn er aus dieser Anlage Wasser an Verbraucher (z. B. Mieter) abgibt, ist er selbst der Betreiber einer Wasserversorgungsanlage und unterliegt damit direkt der Trinkwasserverordnung (s. o.), hat also auch Pflichten gegenüber seinen Mietern zu erfüllen. Die in der TrinkwV festgesetzten Grenzwerte sind lt. § 8 Ziff. 1 einzuhalten *„am Austritt aus denjenigen Zapfstellen, die der Entnahme von Wasser für den menschlichen Gebrauch dienen.“*

Der Anschlussnehmer/Inhaber der Trinkwasseranlage ist also dafür verantwortlich, dass durch normgerechte Errichtung (durch einen eingetragenen Installateur) und normgerechten Betrieb der Trinkwasser-Hausinstallation die Wassergüte bis zum Zapfventil gewährleistet bleibt. Umgekehrt dürfen von der Installation keine störenden Rückwirkungen auf Einrichtungen des WVU oder Dritter oder Rückwirkungen auf die Güte des Trinkwassers ausgehen (§ 15 Abs. 1 AVBWasserV [AVBWasserV, 2004]).

Maßgebend für Planung, Errichtung, Änderung, Instandhaltung und Betrieb von Trinkwasseranlagen in Gebäuden und auf Grundstücken sind die „Technischen Regeln für Trinkwasser-Installationen“ (TRWI) DIN 1988 Teile 1-8. Seit 1989 wird an der europäischen Harmonisierung der technischen Regeln gearbeitet. Inzwischen liegen vor: EN 806-1 bis 3, Teil 4 im Entwurf, Teil 5 steht noch in der zuständigen CEN-Arbeitsgruppe zur Beratung. Der Teil 4 der DIN 1988 „Schutz des Trinkwassers, Erhaltung der Trinkwasser-

güte“ ist Gegenstand einer eigenen europäischen Norm DIN EN 1717, die aber nach Konzept und Struktur weitgehend der DIN 1988-4 folgt. DVGW und DIN Deutsches Institut für Normung haben vereinbart, dass bis zum Erscheinen aller Teile der EN 806 als DIN EN (Ziel 2009) die DIN 1988 ihre Gültigkeit behält, um für Planer und Betreiber der Installationen Rechtssicherheit zu wahren. Das DVGW-TK „Hausinstallation“ hat die Aufgabe der kritischen Begleitung und technischen Anpassung der DIN 1988 übernommen. Mit dem Erscheinen des kompletten europäischen Normenwerks zur Hausinstallation soll vom DVGW eine ergänzte Fassung herausgegeben werden, mit der alle notwendigen nationalen Anpassungen und Ergänzungen abgedeckt werden, für die sich auf europäischer Ebene keine tragbaren Kompromisse finden ließen – vergleichbar mit dem DVGW-Arbeitsblatt W 400, mit dem die DIN EN 805 in Deutschland umgesetzt worden ist.

Zur Information über den Stand der Technik in der Hausinstallation sei auf „Praxis der Trinkwasser-Installation, DVGW-Fachbuchreihe Praxis, Bonn 2002“ verwiesen.

5.2 Grundlegende technische Anforderungen

Der Begriff „Trinkwasser“ im Sinne der DIN 1988 geht weiter als in der Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001) [TrinkwV, 2001] und schließt erwärmtes Trinkwasser (Warmwasser) mit ein. Eine Erwärmung des Trinkwassers über 25 °C hinaus führt zu keiner Veränderung der Lebensmitteleigenschaft des Trinkwassers, wenn die Bestimmungen nach DIN 1988 eingehalten werden. Nur dadurch ist es zulässig, dass kaltes und erwärmtes Trinkwasser in Entnahmearmaturen zusammengeführt und gemischt werden.

„Erhaltung der Trinkwassergüte von der Wasserübergabestelle bis zum Zapfventil“ ist die Grundanforderung nach DIN 1988-4 und DIN-EN 1717. Mikrobiologische und chemische Veränderungen des Wassers im häuslichen Verteilungsnetz können verschiedene Ursachen haben:

- Eintrag von verunreinigtem Wasser,
- Ablagerungen in der Installation und anschließende Mobilisation,
- Aufbereitungsmaßnahmen beim Abnehmer (Nachbehandlungsgeräte) und
- ungeeignete Werkstoffe, mit denen das Wasser Kontakt hat.

Es ist durch fachgerechte Installation der Trinkwasseranlage zu verhindern, dass

- verunreinigtes Wasser in die Installation eintritt oder aus angeschlossenen Geräten zurückfließt und dann entweder innerhalb der Installation an anderen Entnahmestellen austreten kann oder in das öffentliche Netz gelangt und dadurch andere Verbraucher erreicht und
- durch bauliche oder betriebliche Ursachen in einer Installation Veränderungen des Trinkwassers auftreten, die zu einer gesundheitlichen Beeinträchtigung oder Gefährdung beim Genuss des Trinkwassers führen können.

Üblich ist in Deutschland und in den meisten europäischen Ländern die Versorgung der Zapfstellen direkt unter Versorgungsdruck (Abb. 5.1 a). Bei Niederdruckanlagen (Abb. 5.1 b) mündet die Versorgungsleitung in einen Dachbehälter aus; die Zapfstellen werden von dort aus beschickt. Diese Anlagen sind vor allem in Ländern zu finden, wo die Unsicherheit der Versorgung einen Vorratsspeicher im Hause nahelegt, allerdings auch noch vielerorts in England. Die Speicherbehälter sind hygienisch bedenklich wegen der nicht auszuschließenden Temperaturerhöhung im stagnierenden Wasser, der offenen Wasseroberfläche und der meist mangelhaften Wartung.

Üblich ist, den Hauswasserzähler im Keller unmittelbar hinter der Hauseinführung einzubauen; zweckmäßigerweise werden alle Versorgungsleitungen gemeinsam in einen Hausanschlussraum geführt (s. Abb. 5.2 und Abb. 5.3); bei Neubauten empfiehlt sich der Mehrsparten-Anschluss (s. Abb. 4.35). Bei großen Grundstücken kann ausnahmsweise die Einrichtung eines Wasserzählerschachtes nahe der Grundstücksgrenze in Frage kommen.

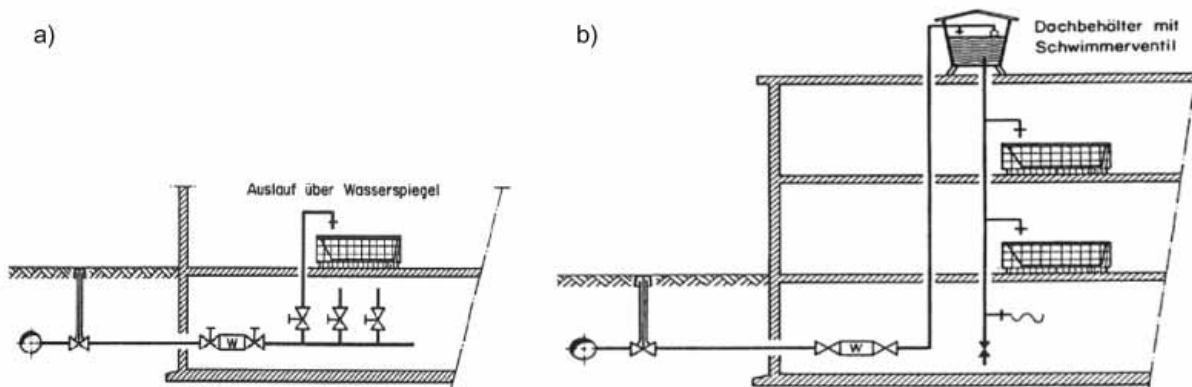


Abb. 5.1: Hausinstallation unter Versorgungsdruck (a) und Niederdruckversorgung (b) ([Grombach et al., 2000], S. 1136, 1137)

Literaturverzeichnis

DVGW-Regelwerk

DVGW Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e. V.; WVGW-Verlag Bonn

Hinweis GW 120: *Planwerke für die Rohrnetze der öffentlichen Gas- und Wasserversorgung*. Juli 1998

Hinweis GW 125: *Baumpflanzungen im Bereich unterirdischer Versorgungsanlagen*. März 1989

Arbeitsblatt GW 301: *Qualifikationskriterien für Rohrleitungsbauunternehmen*. Juli 1999

Arbeitsblatt GW 302: *Qualifikationskriterien an Unternehmen für grabenlose Neulegung und Rehabilitation von nicht in Betrieb befindlichen Rohrleitungen*. September 2001

Arbeitsblatt GW 303: *Berechnung von Gas- und Wasserrohrnetzen*.

Teil 1: Hydraulische Grundlagen, Netzmodellierung und Berechnung. Oktober 2006.

Teil 2: GIS-gestützte Rohrnetzberechnung. März 2006

Merkblatt GW 304: *Rohrvortrieb*. Mai 1998 – Neufassung: Arbeitsblatt GW 304: *Rohrvortrieb und verwandte Verfahren*, Gelbdruck Februar 2007

Arbeitsblatt GW 310: *Widerlager aus Beton; Bemessungsgrundlagen*. Oktober 2006

Merkblatt GW 312: *Statische Berechnung von Vortriebsrohren*. Januar 1990

Arbeitsblatt GW 320: *Rehabilitation von Gas- und Wasserrohrleitungen durch PE-Relining*

Teil 1: mit Ringraum

Teil 2: ohne Ringraum.

Anforderungen, Gütesicherung und Prüfung. Juni 2000

Arbeitsblatt GW 321: *Steuerbare horizontale Spülbohrverfahren für Gas- und Wasserrohrleitungen – Anforderungen, Gütesicherung und Prüfung*. Oktober 2003

Arbeitsblatt GW 322: *Grabenlose Auswechslung von Gas- und Wasserrohrleitungen*.

Teil 1: Press-/Ziehverfahren – Anforderungen, Gütesicherung und Prüfung. Oktober 2003.

Teil 2: Hilfsrohrverfahren – Anforderungen, Gütesicherung und Prüfung. Gelbdruck Januar 2006

Merkblatt GW 323: *Grabenlose Erneuerung von Gas- und Wasserversorgungsleitungen durch Berstlining; Anforderungen, Gütesicherung und Prüfung*. Juli 2004

Arbeitsblatt GW 324: *Fräs- und Pflugverfahren für Gas- und Wasserrohrleitungen; Anforderungen, Gütesicherung und Prüfung*. Gelbdruck Juni 2006

Arbeitsblatt GW 325: *Grabenlose Bauweisen für Gas- und Wasser-Anschlussleitungen; Anforderungen, Gütesicherung und Prüfung*. Gelbdruck Januar 2006

Arbeitsblatt GW 335: *Kunststoff-Rohrleitungssysteme in der Gas- und Wasserverteilung; Anforderungen und Prüfungen*.

Teil A 1: Rohre und daraus gefertigte Formstücke aus PVC-U für die Wasserverteilung. Juni 2003.

Teil A 2: Rohre aus PE 80 und PE 100. November 2005.

Teil A 3: Rohre aus PE-Xa. Juni 2003.

Teil B 2: Formstücke aus PE 80 und PE 100. September 2004

Arbeitsblatt GW 368: *Längskraftschlüssige Muffenverbindungen für Rohre, Formstücke und Armaturen aus duktilem Gusseisen oder Stahl*. Juni 2002

Arbeitsblatt W 101: *Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete; Teil 1: Schutzgebiete für Grundwasser*. Juni 2006

Arbeitsblatt W 102: *Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete; Teil 2: Schutzgebiete für Talsperren*. April 2002

Arbeitsblatt W 104: *Grundsätze und Maßnahmen einer gewässerschützenden Landwirtschaft*. Oktober 2004

Merkblatt W 105: *Behandlung des Waldes in Wasserschutzgebieten für Trinkwassertalsperren*. März 2002

Arbeitsblatt W 109: *Planung, Durchführung und Auswertung von Markierungsversuchen bei der Wassergewinnung*. Dezember 2005

Arbeitsblatt W 111: *Planung, Durchführung und Auswertung von Pumpversuchen bei der Wassererschließung*. März 1997

Merkblatt W 115: *Bohrungen zur Erkundung, Gewinnung und Beobachtung von Grundwasser*. März 2001

Merkblatt W 116: *Verwendung von Spülungszusätzen in Bohrspülungen bei Bohrarbeiten im Grundwasser*. April 1998

Arbeitsblatt W 118: *Bemessung von Vertikalfilterbrunnen*. Juli 2005, Entwurf Oktober 2005

Merkblatt W 119: *Entwickeln von Brunnen durch Entsandern – Anforderungen, Verfahren, Restsandgehalte*. Dezember 2002

Arbeitsblatt W 120: *Qualifikationsanforderungen für die Bereiche Bohrtechnik, Brunnenbau und Brunnenregenerierung*. Dezember 2005

Glossar

Abflussganglinie

Grafische Darstellung der Abflussmenge eines Wasserlaufs als Funktion der Zeit. (Hydrograph, Abflussmengenkurve, Ganglinie)

Abgabe

Geldleistungen, die der Bürger Kraft öffentlichen Rechts an den Staat oder sonstige Körperschaften des öffentlichen Rechts (Körperschaft öffentlichen Rechts) abzuführen hat. Dazu zählen Steuern und Zölle (Bürger erhält keine Gegenleistung), aber aus Gebühren und Beiträgen (Beitrag) in Hinblick auf Gegenleistungen, denen sie entsprechen sollen, z. B. für die Benutzung öffentlicher Einrichtungen.

Absorption

- 1 allgemein: Aufnahme von Gasen, Dämpfen und Stoffpartikeln durch Flüssigkeiten oder feste Körper; auch: Aufnahme von Lichtwellen durch Moleküle
- 2 (absorbere lat. = verschlucken). Die Aufnahme von Gasen oder Flüssigkeiten durch eine Zelle.
- 3 Lösen von gasförmigen Stoffen in Wasser

Abstandsgeschwindigkeit

Bestimmung der Abstandsgeschwindigkeit v_a erfolgt durch Mittelung der tatsächlichen Wassergeschwindigkeit v über den Flächenanteil der Poren einer Querschnittsfläche A_p ;

v_a beträgt für den Durchfluss Q : $v_a = Q / A_p$

Adsorption

(ad lat. = an; adsorbere lat. = aufnehmen). Anlagerung von Gasen oder gelösten Stoffen an der Oberfläche fester Stoffe (Adsorbens, Adsorptionsmittel) in einem Adsorber. Durch Adsorption lassen sich Schadstoffe aus Abgasen oder Flüssigkeiten entfernen.

Adsorptionsisothermen

Zusammenhang zwischen der Konzentration des zu adsorbierenden Stoffes in der Lösung (Sorptiv) und der damit im Gleichgewicht stehenden, am Feststoff (Sorbens) adsorbierten Menge des Stoffes bei konstanter Temperatur

Aktivkohle

Hochporöser, reiner Kohlenstoff, mit großer Oberfläche (mit bis zu 300 m² pro Gramm); wird gewonnen durch geeignete Verkohlung von Holz, Torf, Braunkohle u. a. Verwendung als Adsorptionsmittel.

Aktivkohlefilter

Filter zur Reinigung von Abgasluft oder Abwasser, der mit Aktivkohle bestückt ist. Das dem Aktivkohlefilter zugrunde liegende physikalische Prinzip ist die Adsorption. Aktivkohle-Verfahren werden sowohl bei der weiterge-

henden Abwasserbehandlung (Dritte Reinigungsstufe) als auch in der Trinkwasseraufbereitung eingesetzt.

allgemein anerkannte Regeln der Technik

s. anerkannte Regeln der Technik

Ammonium

- 1 Ammonium ist das Ion NH_4^+ von Ammoniak (NH_3)
- 2 Anorganische Stickstoffverbindung, die u. a. beim biologischen Abbau (biologischer Abbau) organischer Stickstoffverbindungen (z. B. Eiweiße) gebildet wird. Gelangt Ammonium aus Kläranlagen, Düngemittelabschwemmungen u. a. in ein Gewässer, wird es dort unter Sauerstoffverbrauch (Sauerstoffzehrung) durch Mikroorganismen zu Nitrat oxidiert. Das in Kläranlagen gebildete Ammonium kann durch Nitrifikation und Denitrifikation weitgehend eliminiert werden. Stickstoffverbindungen fördern das Algenwachstum (Eutrophierung).

anerkannte Regeln der Technik

technische Festlegung, die von der Mehrheit repräsentativer Fachleute als Wiedergabe des Standes der Technik angesehen wird (s. Stand der Technik)

Anmerkung: Ein normatives Dokument zu einem technischen Gegenstand wird zum Zeitpunkt seiner Annahme als der Ausdruck einer anerkannten Regel der Technik anzusehen sein, wenn es in Zusammenarbeit der betroffenen Interessen durch Umfrage- und Konsensverfahren erzielt wurde (DIN EN 45020).

Anlagenkennlinie

(Rohrnetzkenlinie oder Systemkennlinie oder Widerstandskennlinie) Beschreibt die charakteristischen Druckhöhenverluste einer durchströmten Rohrleitung bzw. des durchströmten Rohrnetzes einschließlich aller Einbauten in Abhängigkeit vom Förderstrom Q .

Anschlussdichte

Anzahl der Hausanschlüsse je km Rohrnetz

anthropogen

durch menschliche Einwirkung hervorgerufen

Aquifer

Aquifer wird in der angelsächsischen Literatur der Teil einer geologischen Schichtenfolge genannt, der ausreichend durchlässiges Material enthält, um signifikante Wassermengen weiterzuleiten. Die wasserungesättigte Zone ist in diesem Begriff ausdrücklich mit eingeschlossen. Daher ist der Begriff „Aquifer“ in unserem Sprachgebrauch nicht ganz identisch mit dem Begriff „Grundwasserleiter“, da nach DIN 4049 die gesättigte Zone (= Grundwasserleiter) von der ungesättigten Zone getrennt betrachtet werden.

Stichwortverzeichnis

- Abflussganglinie 149
 Absorption 149
 Absperrarmaturen 119
 Abstandsgeschwindigkeit 18, 149
 absteigende Quellen 32
 Adsorption 53, 60, 149
 Adsorptionsisothermen 53, 149
 Aktivkohle 53, 60, 149
 Aktivkohlefilter 149
 allgemein anerkannte Regeln der Technik 149
 Alliévi'sche Druckstoßtheorie 87
 allowable maximum operating pressure – pression maximale admissible (PMA) 105
 allowable operating pressure - pression de fonctionnement admissible (PFA) 105
 allowable site test pressure, pression d'épreuve admissible sur chantier (PEA) 105
 Ammonium 44, 149
 Anbohrarmaturen 121
 anerkannte Regel der Technik 12
 anerkannte Regeln der Technik 149
 Anlagenkennlinie 149
 Anschlussdichte 149
 anthropogen 149
 Anzeige- und Handlungspflichten (besondere) 10
 Anzeigepflicht 9
 Aquifer 149
 Armaturen 119
 Arsen 44
 artesisch gespanntes Grundwasser 17
 artesische Quelle 30, 150
 Asbestrohre 119
 aufsteigende Quellen 33
 Auslastungsgrad 150
 Außendurchmesser (OD) 105, 150
 Ausweisung von Trinkwasserschutzgebieten 39

 bakteriologische Wasseruntersuchung 150
 Bandfilterpressen 65
 Basekapazität 46
 Baugenehmigung 150
 Be- und Entlüftungsarmaturen 121
 Beitrag 150
 Beladung 53, 150
 Benchmarking 11
 Benutzung 4
 Benutzung der Gewässer 150
 Bernoulli-Gleichung 87, 150
 Berstlining 111, 150
 beste verfügbare Technik 150
 Betriebsdruck (OP) 105, 151
 Betriebsinformationssysteme 113
 Betriebspunkt (Pumpen) 93, 151
 Betriebsreserve 151
 Bewegungsgleichung 87
 Bewilligung 4, 151
 biologische Enteisung und Entmanganung 56
 Bodennutzung 151
 Bodenwasserhaushalt 151
 Bohrbrunnen 25
 Bohrlochgeophysik 151

 Brauchwasser 151
 Brunnen 151
 Brunnenabschlussbauwerk 27
 Brunnendimensionierung 21
 Brunnenentnahme 21
 Brunnenergiebigkeit 22
 Brunnenformeln 21
 Brunnenregenerierung 29
 Brunnenreichweite (Brunnenformeln) 21
 Brunnenreihen 22
 Bundesrecht 3

 Calcit-Sättigung 46, 151
 Calcium 44
 Carbonathärte 151
 chemische Parameter (Trinkwasser) 43, 44, 67
 Chlor (Desinfektion) 60, 61
 Chlorgasdosieranlage 62
 Chloride 44
 close-fit-Verfahren 111
 Colibakterien 151

 Dampfdruck 86
 DARCY'sches Gesetz 19, 151
 Daseinsvorsorge 3, 152
 Delta-pH-Wert 46
 Deponierung (Schlamm aus Wasseraufbereitung) 65
 design pressure (DP) 79, 105
 Desinfektion 152
 – Rohrleitungen 110
 – Wasseraufbereitung 60
 Dichte 86
 Dichtheitsprüfung 152
 DIN-Normung 14, 152
 dissolved inorganic carbon (DIC) 46
 dissolved organic carbon (DOC) 59
 Druckhöhe 87
 Druckhöhenverluste 132
 Drucklinie 152
 Druckprüfung 110
 Druckrohr 152
 Druckschwankungssicherung 89
 Druckstoß 89, 152
 Druckstufe 152
 Druckverlust 152
 Druckverlusthöhe 87
 Druckverlustmethode 110
 Druckverlust-Tabellen 125
 Druckwellengeschwindigkeit 86
 Druckzonen 152
 duktiles Gusseisen (Rohrleitungen) 118
 Dupuit-Thiem'schen Formel (Brunnenformeln) 21
 Durchfluss 152
 Durchflussmessung 99
 durchflusswirksamer Hohlraumanteil 18
 Durchlässigkeit 152
 Durchlässigkeitsbeiwert 20, 152
 Durchlaufbehälter 80, 152
 DVGW-Regelwerk 12, 14
 dynamische Druckänderungen 89
 dynamische Pflugverfahren 112
 dynamische Zähigkeit 86

- Eichfehlergrenzen 103
- Eichgesetz 99
- Eichung 102
- Eigenbetriebe 7
- Eigengesellschaften 7
- Eigenkontrolle 152
- Eigenverbrauch 152
- Eigenwasserversorgung 152
- Einleiten 152
- Einpflügen 112
- Einschichtfilter 51
- Einstrahl-Flügelrad-Wasserzähler 101
- einstufige einflutige Spiralgehäusepumpe 94
- einstufige zweiflutige Kreiselpumpe 95
- Einzelschrittverfahren 90
- Einzelverbraucher 74
- Einzelwasserversorgung 152
- Einzelwiderstände 88
- Eisen 44
- Eisen(II)-Filtration 56
- Elastizitätsmodul 86
- elektrische Leitfähigkeit 45
- Elektrodialyse 52
- Emission 152
- Energiehöhe 87
- engere Schutzzone (Grundwasserschutzzone II) 36
- Enteisung 54, 56
- Enthärtung 55
- Entkarbonisierung 55
- Entleerungen 121
- Entmanganung 54, 56
- Entnahmebereich (Brunnen) 22
- Entsandung 48
- Entsäuerung 49, 54, 152
- Epidemie 153
- Epilimnion 35, 153
- Erlaubnis 4, 153
- Escherichia coli 153
- EU-Richtlinien 3
- Europäische Wasser-Rahmenrichtlinie (EU-WRRL) 3, 153, 168
- EU-Trinkwasserrichtlinie 153

- Fallhöhe 153
- Fallleitung (Bemessungsbeispiel) 88
- Fällung 48, 55, 153
- Färbung 45
- Faserzementrohre 119
- Fassungsbereich (Grundwasserschutzzone I) 36
- Fassungsvermögen (Brunnen) 22
- Fernleitungen 105, 153
- Fernversorgungssysteme 105
- Fernwasserleitung 153
- Fernwasserversorgung 153
- Filter 153
- Filterbrunnen 24
- Filtergeschwindigkeit 18, 153
- Filterströmung 19
- Filtrat 153
- Filtration 51, 54, 56, 153
- Flächennutzung 15
- Flanschverbindung 123
- Fließen 153
- Fließgeschwindigkeiten 18, 154
- Fließgewässer 154
- Flockung 48, 59, 154
- Flockungshilfsmittel 48
- Flockungsmittel 48, 154
- Flügelradzähler 101

- fluktuierende Wassermenge 154
- Fluorid 44
- Fluss 154
- Flusswasser (Inhaltsstoffe) 41
- Flusswassergewinnung 33
- Förderanlagen 91
- Förderhöhe (Pumpen) 96, 154
- Förderstrom 154
- freies, ungespanntes Grundwasser 17
- Freispiegelleitung 154
- Fremdüberwachung 154

- Ganglinie 154
- Gasaustausch 49, 54, 60
- Gebühren 7, 154
- Gefälle 154
- Gegenbehälter 80, 154
- Gehängeschuttquelle 30
- gehobene Erlaubnis 154
- Gemeinwohl 154
- gemischt öffentlich-privat-rechtliche Gesellschaften 7
- Genehmigung 154
- Generalklausel 12
- geodätische Höhe 87
- Geografische Informationssystem (GIS) 111
- Geringleiter 154
- Geruch 45
- Gesamthärte 44, 154
- Gesamtschrittverfahren 90
- Geschmack 45
- Geschwindigkeitshöhe 87
- Gesetz von Henry-Dalton 49
- Gesetzgebungskompetenz 154
- gespannter Grundwasserleiter 154
- gespanntes Grundwasser 17, 155
- Gewässer 155
- Gewässergüte 155
- Gewässernutzung 155
- Gewässernutzungsentgelt 155
- Gewässerschutz 155
- Gewebeschlauch-Relining 111, 155
- gewerblicher Wasserbedarf 74
- glasfaserverstärktes Polyesterharz (Rohrleitungen) 119
- Grabenfräsen 112
- grabenlose Rohrverlegung 111, 155
- Grafische Datenverarbeitung (GDV) 111
- Grauguss-Rohr 118
- Grenzwert 155
- Großverbraucher 74
- Grundablass 155
- Grundgesetz 3
- Grundschutz (Löschwasserbedarf) 75, 156
- Grunduntersuchung (Wasserzusammensetzung) 41
- Grundwasser 156
 - Inhaltsstoffe 41
- Grundwasserabsenkung 22, 156
- Grundwasseranreicherung 156
- Grundwasseranreicherung mit aufbereitetem Flusswasser 33
- Grundwasser-Anreicherungsbecken 34
- Grundwasserangebot 156
- Grundwasserentnahmeentgelt 156
- Grundwasserfassungen
 - Bemessung 18
 - Planung und Bau 24
- Grundwasserfließrichtung 21
- Grundwassergewinnung 17
- Grundwasserleiter 17, 156
- Grundwasserneubildung 20, 156

- Grundwasserneubildungsrate 156
Grundwasserquelle 30
Grundwasserschutzgebiete 36
Grundwasserspeicher 156
- Hardy-Cross-Verfahren 90
Härte 44, 156
Hauptleitungen 107, 157
Hausanschluss 157
Hausanschlussleitungen 107
Hausbrunnen 157
Haushaltsbedarf 71
Hausinstallationen 135
Hauswasserzähler 101, 103
Henry-Gesetz 49, 157
Höchster Bauteil-Betriebsdruck (PMA) 105
Höchster System-Betriebsdruck (MDP) 79, 105, 157
Hohlraumanteil 18, 157
Horizontalfilterbrunnen 24, 28
Huminstoffe 59, 157
Hydranten 121, 157
Hydraulik 157
hydraulische Bemessung 86
Hydraulischer Widder 92
Hydrogeologie 157
Hydrologie 157
Hygiene 157
hygienische Anforderungen (Trinkwasser) 43
Hygienisierung 60
Hypolimnion 35, 157
- Impulssatz 87
Indikator 157
Indikatorparameter (Trinwasser) 43, 69
Infektionskrankheit 158
Infektionsschutzgesetz (IfSG) 5, 158
Inliner 111, 158
Innendurchmesser (ID) 105, 158
Inspektion 113, 158
Instandhaltung 113
Instandsetzung 113
instationäre Strömung 87
internal diameter (ID) 105
- Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht 46, 158
Kammerfilterpressen 65, 158
Kanalisation 158
Karbonathärte 44
Karstgebiet 158
Karstgrundwasserleiter 17, 158
Karzinogen 158
Keim 158
Kiesfilterbrunnen 25
kinematische Zähigkeit 86, 159
Kirchhoffsche Gesetze 90
Kleinanlagen (Wasserversorgung) 1
Kluftgrundwasserleiter 17, 159
Knoten 89
Kolbenpumpe 91
Kommunalrecht 7
konkurrierende Gesetzgebung 3, 159
Kontinuitätsgleichung 87
Korrosion 159
Korrosionsschutz 110
Korrosivität 46
Krankheitserreger 60, 159
Kreispumpe 92, 159
KTW-Empfehlung 111, 159
Kunststoff 159
Kupfer 45
- laminare Strömung 159
Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) 159
Landesrecht 6
Landeswassergesetze 6, 159
ländlicher Raum 159
Langsamfilter 51, 160
Langsamfiltration 59
Laufrad 160
Lebensmittel-, Bedarfsgegenstände- und Futtermittelgesetz-
buch (LFGB) 5
Leckortung 115
Leckstelle 160
leichtflüchtige organische Chlorverbindungen (LCKW) 45
Lippendichtung 160
Löschwasserbedarf 75, 160
Löschwasserbehälter (unterirdisch) 84
Löschwasserteich 84
- Magnesium 44
magnetisch-induktive Durchflussmesser (MID) 102
Mammutpumpe 92
Mangan 44
Mangan(II)-Filtration 56
Masche 89
maximaler Stundenbedarf 160
maximaler Tagesbedarf 160
maximum design pressure (MDP) 79, 105
Mehrschichtfilter 51
Membran 160
Membranfilter 160
Membranfiltration 52, 56, 58, 60, 160
Messgeräte 100
Metalimnion 35, 160
Methode nach Hardy Cross 90
mikrobiologische Parameter (Trinwasser) 42, 67
Mikrofiltration 52, 58
Mikrosiebe 48, 160
Minstdruck 78
minimaler Tagesbedarf 160
mittlerer Abfluss 160
mittlerer Niedrigwasserabfluss 160
mittlerer Tagesbedarf 160
Muffe 160
Muffenverbindungen 123
- Nachziehpflug 112
Nanofiltration 52, 60
Nassfilter 51
Nennweite (DN) 105, 160
Netzinformations-System 111
nicht steuerbaren Verfahren (Rohrverlegung) 112
Nichtcarbonathärte 160
Niederschlagswasser 160
– Inhaltsstoffe 41
Nitrat 45, 160
Nitrit 45, 161
Norm 161
Nutzbarkeit des Wasserdargebots 16
Nutzungsdauer 161
- Obere Wasserbehörde 6
Oberflächenwasser 161
Oberflächenwassergewinnung 33
Oberste Behörde 6
Objektschutz (Löschwasserbedarf) 75, 161
öffentliche Gesellschaften 7
öffentliche Wasserversorgung 161
öffentlich-rechtliche WVU 7
oligotroph 161
operation pressure (OP) 105

- Organisation der Wasserversorgung 3
- organisch-chemische Stoffe zur Pflanzenbehandlung und Schädlingsbekämpfung (PBSM) 45
- organische Stoffe (Entfernung) 59
- outside diameter (OD) 105
- Oxidation 54, 56, 60, 161
- Ozon (Desinfektion) 60

- Parameter 161
- pathogen 161
- pathogene Keime 43
- Pflugverfahren 112
- Phosphat 45
- pH-Wert 45, 161
- physikalisch-chemische Parameter (Trinkwasser) 45
- Planung 71
- Planungsrechnung 89
- Planungszeiträume 71
- Polyethylen 161
 - Rohrleitungen 118
- Polyvinylchlorid 161
 - Rohrleitungen 119
- Porengeschwindigkeit 18, 162
- Porengrundwasserleiter 17, 162
 - Strömungsbedingungen 19
- Porenvolumen 162
- Porosität 18, 162
- Prandtl-Colebrook 88
- Press-Zieh-Verfahren 112
- privat-rechtliche WVU 7
- Pufferung 46
- Pumpenkennlinie 93, 162
- Pumpversuch 23, 162
- Pumpwerke 91
 - Bemessung 92
 - Einsatzbereiche 96
 - Überwachung 97

- Quelle 30, 162
- Quellfassungen 30
- Quellwasser (Inhaltsstoffe) 41

- Rahmengesetz 162
- Rahmengesetzgebung 162
- Rammbrunnen 28
- Rauheit 88, 162
- Rechtsverordnung 162
- Regeln der Technik 162
- Regenwasseranlage 140
- Regiebetriebe 7
- Rehabilitation 114, 162
- Reibungswiderstände 88
- Relining 162
- Reparaturmentalität 113
- Ressource 163
- Reynolds-Zahl 19, 163
- Ringkolbenzähler 101
- Ringleitung 163
- Ringraum 111, 163
- Rohrbruchsicherungen 121
- Rohrgraben 108
- Rohrhydraulik 86
- Rohrleitungen
 - hydraulische Bemessung 88
 - Trassierung 105
 - Verlegung 108, 111
- Rohrleitungsdokumentation 111
- Rohrnetzberechnung 89, 163
- Rohrnetzdatei 113
- Rohrschadensraten 114
- Rohrstatik 110
- Rohrverbindungen 110
- Rohrvortrieb (Rohrverlegung) 112
- Rohrwerkstoffe 116
- Rohwasser 41, 163
- Rückbau (Rohrleitungen) 115
- Rückflussverhinderer 121, 138
- Ruhedruck (DP) 79, 163

- Sammelschacht 163
- Sandfang 48
- Sanierung 163
- Sanierungsmaßnahmen (Rohrleitungen) 111
- Sättigungsindex 46
- Sättigungs-pH-Wert 46, 163
- Sauerstoffgehalt 45, 163
- Säurekapazität 46
- Schachtbrunnen 29
- Schaden 163
- Schadstoff 163
- scheinbare Wasserverluste 76
- Schichtquelle 30
- Schlagbrunnen 28
- Schlammbehandlung 163
 - Rückstände aus Wasseraufbereitung 65
- Schlammmentwässerung 65, 164
- Schlammmentwässerungsbeet 65
- Schlammverwertung 65
- Schneckenpumpe 92
- Schnellfilter 51, 164
- Schnellfiltration 59
- Schutzgebiet 164
- Schutzziel 164
- Schutzzonen
 - Grundwasserschutzgebiete 36
 - Talsperrenschutzschutzgebiete 39
- Schwebstoff 164
- Sedimentation 164
- Sedimentationsanlagen 48
- See 164
- Seewasser (Inhaltsstoffe) 41
- Seewassergewinnung 35
- sensorische Parameter (Trinkwasser) 45
- service pressure (SP) 105
- SICHARDT-Geschwindigkeit 22, 164
- Sichtprüfung 110
- Sickergalerie 31, 164
- Sickergeschwindigkeit 164
- Sickerströmung 164
- Sieben 48
- Sohlenfiltrat 33
- Sommerstagnation 164
- Sorbens 53
- Sorption 164
- Sorptiv 53
- Spannbetonrohre 119
- Speicherbecken 164
- Speicherkoeffizient 18, 164
- speichernutzbarer Hohlraumanteil 18
- spezifische Drehzahl 165
- spezifischer Speicherkoeffizient 18
- Sprungschicht 165
- Spülauslässe 121
- Spülfilter 28
- Stadtwerk 165
- Stagnation 165
- Stahlrohre 117
- Standrohrspiegelhöhe 87, 165
- stationäre Strömung 87, 88
- statische Pflugverfahren 112
- Stauhaltung 165

- Stausee 165
 Steckmuffenverbindung 123, 165
 Stell- und Regelarmaturen 121
 steuerbaren Verfahren (Rohrverlegung) 112
 Strang 89
 Strangdurchfluss 89
 Strömen 165
 Stromfadentheorie 87
 Stundenspitzenfaktor (Wasserverbrauch) 73
 Sulfat 45
 Swagelining 111
 system test pressure (STP) 105
 System-Betriebsdruck (DP) 105, 165
 Systemprüfdruck (STP) 105, 165

 Tagesausgleich 165
 Tagesspitzenfaktor (Wasserverbrauch) 72
 Talsperren 35, 165
 Talsperrenwasser (Inhaltsstoffe) 41
 tatsächliche Wasserverluste 76
 Taumelscheibenzähler 101
 technische Nutzungsdauer 165
 Technische Regel 12
 technisches Personal (WVU) 11
 Temperatur 45
 Temperaturschichtung (Talsperren) 35, 163
 Thüringer Wassergesetz (ThürWG) 6
 Tiefbehälter 80
 Transmissivität 20, 165
 Transportleitungen (Trassierung) 105
 Trihalogenmethane (THM) 45
 Trinkwasser 42, 165
 - chemische Parameter 43, 44, 67
 - hygienische Anforderungen 43
 - Indikatorparameter 43, 69
 - mikrobiologische Parameter 42, 67
 - physikalisch-chemische Parameter 45
 - sensorische Parameter 45
 Trinkwasseraufbereitungsanlage 165
 Trinkwasserbehälter 79, 165
 - Bauausführung 82
 - Bemessung 81
 - Überwachung und Wartung 86
 Trinkwassergewinnung 165
 Trinkwassergüte 42, 165
 Trinkwasserqualität 165
 Trinkwasserrichtlinie 166
 Trinkwasserschutzgebiete 36, 166
 - Ausweisung 39
 Trinkwassertalsperren 35, 166
 Trinkwassertalsperrenschutzgebiete 38
 Trinkwasseruntersuchung 166
 Trinkwasserverordnung (TrinkwV) 42, 166
 Trinkwasserversorgung 166
 Trockenbeet (Schlammentwässerung) 65
 Trockenfilter 51
 Trübung 45, 166
 Turbinenzähler 101
 turbulente Strömung 166

 Überflurhydranten 121
 Überlaufquelle 30
 Überwachung 166
 Uferfiltrat 33, 166
 Uferfiltration 166
 U-Lining 111, 166
 Ultrafiltration 52, 58, 60
 Ultraschall-Durchflussmesser (USD) 102
 Umkehrosmose 52, 60
 Unfallverhütungsvorschriften 105
 ungespannter Grundwasserleiter 166
 ungespanntes, freies Grundwasser 166
 Untere Wasserbehörde 6
 Unterflurhydranten 121
 unterirdische Enteisenung und Entmanganung 57
 Unternehmensformen (öffentliche Wasserversorgung) 7
 Untersuchungspflicht 10
 Unterwassermotor-Pumpe 94
 urban 166
 UV-Desinfektion 60, 62

 Verbundwasserzähler 101
 Verdrängungszähler 101
 Vergleichsmessung 166
 Vergleichsrechnung 89, 166
 Verkehrsfehlergrenzen 103
 vernetztes Polyethylen (Rohrleitungen) 119
 Verordnung über Allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Wasser (AVBWasserV) 5
 Versagung 4, 166
 Versorgungsdruck (SP) 78, 105, 166
 Versorgungsleitungen 107, 166
 Versorgungssicherheit 166
 Versorgungsunternehmen 167
 Vertikalfilterbrunnen 25
 Verwerfungsquelle 30
 Vibrationspflug 112
 Viren 167
 Viskosität 86, 167
 Vollzirkulation 167

 Wanddicke 167
 Wartung 113
 Wasser für den menschlichen Gebrauch 167
 Wasser- und Bodenverbände 7
 Wasserabgabe 7
 Wasserabgabeganglinie 73
 Wasseranschlussleitung 167
 Wasseraufbereitung 41, 150, 167
 - Anforderung 47
 - Anwendungsbereiche 54
 - Entsorgung der Rückstände 64
 - Überwachung und Steuerung 63
 - Verfahren 48
 Wasserbedarf 71, 167
 - Gewerbe und Industrie, Einzel- oder Großverbraucher 74
 - Haushalt 71
 - Löschwasserbedarf 75
 - Wasserwerke (Eigenverbrauch) 76
 Wasserbehörden 167
 Wasserbilanz 15, 167
 Wasserdargebot 15, 167
 Wasserdurchlässigkeit 167
 Wasserentnahmeentgelt 167
 Wasserförderung 91
 Wassergenossenschaften 7
 Wassergesetz 167
 Wassergewinnung 15, 168
 - Grundwasser 24
 - Oberflächenwasser 33
 - Überwachung und Steuern 40
 Wassergüte 41, 168
 Wasserhärte 44, 168
 Wasserhaushalt 168
 Wasserhaushaltsgesetz 4, 168
 Wasserhaushaltsgleichung 168
 Wasserinhaltsstoffe 41
 Wasserkreislauf 15, 168
 Wassermengenmessung 99
 Wassernutzung 168
 Wasserpreis 7, 10, 168

- Wasserqualität 168
- Wasserrecht 3, 168
- Wasserrechtsverfahren 168
- Wasserschutzgebiete 4, 36, 168
 - Grundwasser 36
 - Talsperren 38
- Wasserschutzgebietsverordnung 169
- Wasserspeicherung 79
- Wasserstrahlpumpe 92
- Wassertarif 10
- Wasserturm 80
- Wasseruntersuchung 169
- Wasserverbrauch 71, 169
- Wasserverluste 76, 169
 - Reduzierung durch Rohrrehabilitation 115
- Wasserverlustkontrolle 115
- Wasserverlustmethode 110
- Wasserversorger 169
- Wasserversorgung 169
- Wasserversorgungsanlagen 76
- Wasserversorgungsunternehmen (WVU) 8
- Wasserverteilung 71
- Wasserverteilungsanlagen 105
- Wasserverteilungssystem 77, 169
 - Trassierung 107
- Wasserwerk 169
- Wasserwirtschaft 169
- Wasserwirtschaftsverwaltungen (Länder) 6
- Wasserzähler 99, 101, 136
- weitere Schutzzone (Grundwasserschutzzone III) 36
- Widerruf 169
- Widerstandsbeiwert 88
- Wirkdruckgeräte 102
- Wirkungsgrad 169
 - Pumpen 93
- wirtschaftliche Lebensdauer 169
- Wirtschaftlichkeit 169
- Wohl der Allgemeinheit 169
- Wohnungswasserzähler 104
- Woltmann-Zähler 101
- Xenobiotika 59, 169
- Zähigkeit 86
- Zapfstellen 138
- Zementmörtelauskleidung 111, 169
- zentrale Wasserversorgung 169
- Zentrifugalpumpe 92
- Zentrifugen 65, 169
- Zirkulation 170
- Zubringerleitung 170
- zulässiger Bauteil-Betriebsdruck (PFA) 105, 170
- zulässiger Bauteil-Prüfdruck auf der Baustelle (PEA) 105
- zustandsorientierte Instandhaltungsstrategie 113
- Zweckverbände 7, 170