

Inhaltsverzeichnis

1 Physik und Chemie des Wassers	1
Andreas N. Grohmann	
1.1 Physikalische Eigenschaften	1
1.1.1 Struktur des Wassers	1
1.1.2 Aggregatzustände des Wassers	2
1.1.3 Physikalische Größen.	3
1.2 Physikochemische Eigenschaften	7
1.2.1 Wasser als Lösemittel	7
1.2.2 Konzentrationsangaben für Stoffe im Wasser	9
1.2.3 Löslichkeit von Gasen	12
1.2.4 Löslichkeit fester Stoffe.	13
1.2.5 Färbung und Trübung.	14
1.2.6 Elektrische Leitfähigkeit	14
1.2.7 Redoxpotenzial und Redoxspannung.	18
1.2.8 Osmotischer Druck, Siedepunkterhöhung und Gefrierpunkterniedrigung	20
1.3 pH-Wert und vom pH-Wert abhängige Eigenschaften des Wassers	22
1.3.1 Definition des pH-Wertes.	22
1.3.2 Säuren und Basen.	23
1.3.3 Einfluss des pH-Wertes auf Desinfektion und Toxizität	24
1.3.4 Kohlensäure, Kohlenstoffdioxid und deren Summe $\text{CO}_{2\text{aq}}$	26
1.3.5 pH-Wert-Pufferung, Carbonatpuffer und Neutralisation	27
1.3.6 pH-Wert von Regenwasser, Gewässern und Aquarien.	29
1.3.7 pH-Wert der Calcitsättigung (Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht) ...	30
1.3.8 pH-Wert von Mischwasser in der Wasserversorgung	33
1.4 Wirkung von Stoffen im Wasser	34
1.4.1 Art der Stoffe im Wasser	34
1.4.2 Die Wasseruntersuchung	35
1.4.3 Grenzwerte und ihre Festlegung	36
1.4.4 Sensorische Parameter	37

XI

1.4.5	Härte des Wassers und die Rolle des Magnesiums	37
1.4.6	Aluminium und Eisen	38
1.4.7	Stickstoffverbindungen	40
1.4.8	Organische Chlorverbindungen	41
1.4.9	Nährstoffe und Biofilme	41
1.5	Wasser und Werkstoffe	42
1.5.1	Allgemeines	42
1.5.2	Metallische Werkstoffe	42
1.5.3	Zementgebundene Werkstoffe	44
1.5.4	Kunststoffe	45
	Literatur	46
2	Wasserhaushalt, Gewässer, Hydrometrie	47
	Kurt Lecher, Hanspeter Hodel und Werner Kresser	
2.1	Wasserhaushalt und Wasserkreislauf	47
2.1.1	Wasserkreislauf	47
2.1.2	Wasserhaushaltsgleichungen	48
2.1.3	Hygrothermale Klassifikationen	49
2.2	Gewässer	53
2.2.1	Quellen	53
2.2.2	Oberflächengewässer	53
2.3	Messung klimatologischer Größen	58
2.3.1	Niederschlag	58
2.3.2	Verdunstung	65
2.3.3	Lufttemperatur	68
2.3.4	Luftfeuchte	69
2.3.5	Wind	70
2.3.6	Strahlung und Sonnenscheindauer	71
2.4	Messung gewässerkundlicher Kennwerte	72
2.4.1	Wasserstand	72
2.4.2	Abfluss	78
2.4.3	Wassertemperatur	87
2.4.4	Eis – Vereisung der Gewässer	89
2.4.5	Ergänzende Kennwerte	90
2.5	Datenerfassung und -auswertung	90
2.5.1	Datenerfassung und -übertragung	90
2.5.2	Datenauswertung	92
	Literatur	99
3	Gewässerökologie	101
	Leopold Füreder	
3.1	Einleitung	101
3.1.1	Biozönotische Grundprinzipien	104

3.1.2	Ökologische Nische	104
3.1.3	Habitat	105
3.1.4	Choriotop	105
3.2	Gewässerlebensräume und Lebensgemeinschaften	106
3.2.1	Grundwasser	106
3.2.2	Standgewässer	110
3.2.3	Fließgewässer	115
3.3	Beispiele wirbelloser Tiere in Fließgewässerökosystemen	122
3.3.1	Würmer, kleine Nichtinsekten und Kleinkrebse	122
3.3.2	Gewässergebundene Säugetiere (Mammalia)	127
3.4	Ökologisch relevante physikalische Faktoren der Gewässer	128
3.4.1	Dichte, Dichteanomalie, Oberflächenspannung	128
3.4.2	Abfluss, Strömung und hydraulische Verhältnisse	129
3.4.3	Fließgewässerdynamik	135
3.5	Moderne Konzepte in der Gewässerökologie	138
3.5.1	RCC – Das River Continuum Concept	138
3.5.2	NSC – Das Nutrient Spiralling Concept	140
3.5.3	SDC – Das Serial Discontinuity Concept	142
3.5.4	FPC – Das Flood Pulse Concept	142
3.6	Gewässermanagement und Gewässerschutz	144
3.6.1	Europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)	145
3.6.2	Ökologische Bewertung von Oberflächengewässern	146
3.7	Bewertungskategorien und Bewertungskriterien	148
3.7.1	Einzugsgebiet, Hydrografie, Gewässermorphologie, physikalisch-chemische Eigenschaften	148
3.7.2	Mikroorganismen, pflanzlichen und tierische Indikatoren	151
3.7.3	Biozönotische Bewertungskriterien	159
3.7.4	Beispiele komplexer biozönotischer Bewertungsverfahren	164
3.7.5	Neue Wege der ökologischen Fließgewässerbewertung am Beispiel Makrozoobenthos und Fische	175
	Literatur	187
4	Hydraulik	193
	Ulrich C. E. Zanke	
4.1	Hydrostatik	193
4.1.1	Druck	193
4.1.2	Ausrichtung der Oberfläche	194
4.1.3	Druckkraft	195
4.1.4	Lage des Kraftangriffs	195
4.1.5	Schräge ebene Wände	197
4.1.6	Teilflächen unter der Oberfläche	197
4.1.7	Gekrümmte Wände	197

4.1.8	Überdruck, Unterdruck, Atmosphärendruck	198
4.1.9	Druckhöhe	198
4.2	Strömende Flüssigkeiten (Hydrodynamik)	199
4.2.1	Allgemeines	199
4.2.2	Definitionen	200
4.3	Berechnungsgrundlagen.	202
4.3.1	Massenerhaltung (Kontinuitätsgleichung)	202
4.3.2	Energieerhaltung (Bernoulli-Gleichung)	203
4.3.3	Impulsstrom, Kräftebilanz	205
4.3.4	Druckhöhenlinie und Energiehöhenlinie	207
4.4	Energieverluste in Rohren und Gerinnen.	208
4.4.1	Verlusthöhen, Widerstands- und Verlustbeiwerte	208
4.4.2	Strömungszustand	209
4.4.3	Grenzschicht	210
4.4.4	Reibungs-Verluste	210
4.4.5	Örtliche Verluste	212
4.5	Strömungen in Rohren	214
4.5.1	Allgemeines	214
4.5.2	Berechnungsgrundlagen.	216
4.5.3	Örtliche Verluste	218
4.5.4	Geschwindigkeits- und Durchsatzmessung	224
4.6	Strömungen in offenen Gerinnen.	225
4.6.1	Allgemeines	225
4.6.2	Strömen-Schießen-Wechselsprung	226
4.6.3	Normalabfluss	232
4.6.4	Örtliche Verluste (Querschnittsänderungen, Einbauten, Richtungsänderungen)	235
4.6.5	Gerinnequerschnitte	240
4.6.6	Gegliederte Querschnitte	241
4.6.7	Gerinne mit Bewuchs.	242
4.6.8	Steilgerinne	243
4.6.9	Teilgefüllte Rohrleitungen	244
4.6.10	Ausfluss und Überfall	245
4.7	Ungleichförmige Strömung	255
4.7.1	Iterative Wasserspiegelberechnung	255
4.7.2	Überschlägige Berechnung der Stauweite	257
4.8	Instationäre Strömung	258
4.8.1	Allgemeines	258
4.8.2	Schwall und Sunk	258
4.8.3	Druckstoß in Rohrleitungen.	260
4.9	Sedimenttransport	260
4.9.1	Relevanz.	260

4.9.2	Quantitativer Transport	261
4.9.3	Transportmengen-Dauerlinie	267
4.9.4	Morphodynamische Modelle	268
4.10	Wasserbauliches Versuchswesen	269
4.10.1	Allgemeines	269
4.10.2	Modellgesetze	270
	Literatur	272
5	Boden	275
	Oliver Bens, Claus Gerhard Bannick und Reinhard F. Hüttl	
5.1	Boden – ein integrales Landschaftselement	275
5.1.1	Bodenbildung und Bodenentwicklung	276
5.1.2	Bodensystematik	277
5.2	Bodeneigenschaften	278
5.2.1	Physikochemische Bodeneigenschaften	278
5.2.2	Biologische Bodeneigenschaften	283
5.2.3	Physikalische Bodeneigenschaften	285
5.3	Bodenwasserhaushalt	288
5.3.1	Wechselwirkungen zwischen Wasser und Boden	288
5.3.2	Wasserbewegung im Boden	291
5.3.3	Wasserhaushalt im Boden	294
5.4	Bodenbelastungen und Bodendegradation	295
5.4.1	Strukturelle und physikalische Einwirkungen	296
5.4.2	Stoffliche Einwirkungen	302
5.5	Bodenschutz	314
5.5.1	Bodenschutzrecht	314
5.5.2	Bodenschutz in anderen Rechtsbereichen	315
5.5.3	Bodenschutz und Gewässerschutz	316
5.5.4	Sanierung, Rekultivierung und Renaturierung	316
	Literatur	318
6	Grundwasser	321
	Helmut Kobus, Bernhard Keim und Hans-Peter Koschitzky	
6.1	Bedeutung des Grundwassers	321
6.2	Hydrogeologische Grundlagen	322
6.2.1	Definitionen	322
6.2.2	Grundwasserleitersysteme	322
6.2.3	Poren-, Kluft- und Karstgrundwasserleiter	323
6.2.4	Grundwasserneubildung	324
6.3	Grundwasserströmung	326
6.3.1	Strömungsvorgänge in porösen Medien	326
6.3.2	Strömungsvorgänge in Festgesteinsgrundwasserleitern	330
6.3.3	Berechnung von Fließvorgängen	331

6.4	Wärme- und Stofftransport im Untergrund	339
6.4.1	Stoffeintrag ins Grundwasser.	339
6.4.2	Stofftransport im Grundwasserleiter	340
6.4.3	Grundlagen der Wärmeausbreitung im Grundwasser	346
6.5	Numerische Strömungs- und Transportmodelle	348
6.5.1	Einsatzmöglichkeiten von numerischen Modellen	348
6.5.2	Numerische Verfahren	349
6.5.3	Vorgehen bei der numerischen Modellierung	351
6.6	Grundwassererkundung	351
6.6.1	Erkundung des Untergrundaufbaus	351
6.6.2	Konstruktion von Grundwassergleichenplänen	352
6.6.3	Bestimmung der hydraulischen Eigenschaften	353
6.6.4	Beurteilung der Grundwasserqualität	355
6.7	Grundwasserkontaminationen	355
6.7.1	Entstehung von Grundwasserkontaminationen	355
6.7.2	Erkundung von Grundwasserschäden	357
6.7.3	Schadstoffquelle und Schadstofffahne im Grundwasser	357
6.7.4	Sanierungsstrategien	358
6.8	Grundwassersanierungs- und -sicherungsverfahren	359
6.8.1	Hydraulische und pneumatische Verfahren	359
6.8.2	In-situ-Sanierungsverfahren.	361
6.8.3	Permeable Reaktive Wände	365
6.8.4	Verfahrenswahl	366
6.9	Grundwasserschutzkonzepte	367
6.9.1	Grundwasser – ein schützenswerter Naturschatz.	367
6.9.2	Gesetzliche Rahmenbedingungen und vorbeugender Grundwasserschutz	367
6.9.3	Grundwasserüberwachung.	368
6.9.4	Grundwassermanagement	368
	Literatur.	369
7	Ingenieurhydrologie	373
	Günter Blöschl und Dieter Gutknecht	
7.1	Analyse von Prozessen.	373
7.1.1	Datenerhebung, -prüfung und -ergänzung	374
7.1.2	Analyse von Beobachtungsdaten	375
7.1.3	Einsatz von Modellen	378
7.2	Modellierung von Prozessen	384
7.2.1	Niederschlag-Abfluss-Prozess	384
7.2.2	Abflussvorgang in Flussstrecken	402

7.3	Bemessungsabflüsse	410
7.3.1	Allgemeines	410
7.3.2	Bemessungshochwasser	413
7.3.3	Niedrigwasser	429
7.4	Simulation	432
7.4.1	Maßgebende Daten	433
7.4.2	Simulation unter Verwendung von Zeitreihenmodellen	434
7.4.3	Simulation unter Verwendung von Abflussmodellen für Szenarien	436
7.4.4	Sensitivitätsanalysen	437
7.5	Analyse von Veränderungen	437
7.5.1	Aufgabenstellungen und generelle Vorgangsweise	437
7.5.2	Analyse von Hoch- und Niedrigwassersituationen	438
7.5.3	Analyse von Klimaänderungen	439
7.5.4	Analyse von Landnutzungsänderungen	441
7.6	Vorhersage	441
	Literatur	443
8	Wasserrecht und Abfallrecht	447
	Stefan Kopp-Assenmacher	
8.1	Allgemeines zum Wasserrecht	447
8.1.1	Begriff des Wasserrechts	447
8.1.2	Rechtsgrundlagen	449
8.2	Bewirtschaftung von Gewässern	452
8.2.1	Allgemeine Grundsätze der Gewässerbewirtschaftung	452
8.2.2	Bewirtschaftung nach Flussgebietseinheiten	453
8.2.3	Bewirtschaftungsziele §§ 27–31 WHG	453
8.2.4	Verwirklichung der Bewirtschaftungsziele durch wasserwirtschaftliche Planung	458
8.2.5	Hochwasserschutz	459
8.3	Rechtliche Grundlagen der Benutzung von Gewässern	460
8.3.1	Grundsatz	460
8.3.2	Begriff der Benutzungen	460
8.3.3	Genehmigungsfreie Benutzungen	461
8.3.4	Wasserrechtliche Genehmigung	462
8.3.5	Materiell-rechtliche Voraussetzungen für Erlaubnis und Bewilligung	463
8.3.6	Bewirtschaftungsermessen	464
8.3.7	Rechtsschutzmöglichkeiten im Rahmen von wasserrechtlichen Genehmigungen	465

8.4	Abwasserbeseitigung	465
8.4.1	Abwasserbegriff und Abwasserbeseitigung	466
8.4.2	Grundsätze der Abwasserbeseitigung	466
8.4.3	Einleiten von Abwasser in Gewässer	467
8.4.4	Einleitung von Abwasser in öffentliche und private Abwasseranlagen	469
8.5	Anlagenbezogene Regelungen	470
8.5.1	Abwasseranlagen	470
8.5.2	Selbstüberwachung bei Abwassereinleitung und Abwasseranlagen	470
8.6	Umgang mit wassergefährdenden Stoffen	471
8.6.1	Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen	471
8.6.2	Begriff der wassergefährdenden Stoffe	471
8.6.3	Besondere Anforderungen an den Umgang mit wassergefährdenden Stoffen	472
8.7	Öffentliche Wasserversorgung	473
8.8	Wasserschutzgebiete	474
8.9	Gewässerunterhaltung und -ausbau	474
8.10	Haftung für Gewässerveränderungen	475
8.11	Gewässeraufsicht	476
8.12	Gewässerstrafrecht und Ordnungswidrigkeiten	476
8.12.1	Strafrechtliche Vorschriften	476
8.12.2	Ordnungswidrigkeiten	477
8.13	Allgemeines zum Abfallrecht	477
8.14	Anwendungsbereich des KrWG	478
8.14.1	Allgemeines	478
8.14.2	Schnittstellen zum Wasserrecht	479
8.15	Abfallbegriff.	480
8.15.1	Weiter Abfallbegriff	480
8.15.2	Entledigungstatbestand	480
8.15.3	Abfälle zur Verwertung und Abfälle zur Beseitigung	481
8.16	Nebenprodukte	481
8.17	Ende der Abfalleigenschaft	481
8.18	Grundsätze und Grundpflichten der Abfallbewirtschaftung	482
8.18.1	Abfallhierarchie	482
8.18.2	Grundpflichten der Abfallbewirtschaftung	482
8.18.3	Weitere Maßnahmen der Abfallbewirtschaftung	483
8.19	Anzeige- und Erlaubnispflicht	484
	Literatur	484
9	Gewässerregelung	487
	Rolf Anselm, Herbert Grubinger und Kurt Lecher	
9.1	Regelungsgrundlagen	487
9.1.1	Naturnahe Gewässergestaltung	487

9.1.2	Entwicklungsziele	488
9.1.3	Laufentwicklung	489
9.1.4	Profilgestaltung	490
9.2	Sicherung der Gewässer	492
9.2.1	Verfahren	492
9.3	Profilsicherung durch ingenieurbilogische Bauweisen	495
9.3.1	Wirkung	495
9.3.2	Maßnahmen im aquatischen Bereich	496
9.3.3	Lebendbau in der Röhrlichtzone	498
9.3.4	Lebendbau in der Überwasserzone	502
9.4	Profisicherung durch bautechnische Maßnahmen	508
9.4.1	Materialeinsatz	508
9.5	Kombination Lebendbau – Totbau	513
9.6	Bauwerke	516
9.6.1	Allgemeines	516
9.6.2	Kreuzungsbauwerke	516
9.6.3	Sohlenbauwerke	520
9.6.4	Fischaufstiege	523
9.6.5	Sandfänge	526
9.6.6	Stauanlagen, Wehre, Wasserkraftwerke	528
9.7	Gebirgswasserbau	528
9.7.1	Vom Wildbach zum Talfluss	528
9.7.2	Aus der Wildbachkunde	532
9.7.3	Umfassende (integrale) Regelungsprojekte	535
9.7.4	Flächenschutz	537
9.7.5	Gerinnesicherung	538
9.7.6	Schutzkonzept Gefahrenzonenplan	544
9.8	Gewässerunterhaltung	545
9.8.1	Umfang der Unterhaltung	545
9.8.2	Unterhaltungsplan	545
9.8.3	Unterhaltungsarbeiten	546
9.8.4	Häufigkeit und Zeitpunkte der Unterhaltungsarbeiten	548
9.9	Hochwasserschutz	549
9.9.1	Integrierter Hochwasserschutz	549
9.9.2	Flussdeiche	551
9.9.3	Hochwasserrückhaltebecken	553
	Literatur	555
10	Be- und Entwässerung	557
	Bernd Lennartz und Peter Widmoser	
10.1	Allgemeine Anmerkungen zu Be- und Entwässerung	557
10.2	Bewässerung in der Landwirtschaft	558
10.2.1	Bewässerung als landwirtschaftlicher Produktionsfaktor	558
10.2.2	Verbreitung und Geschichte der Bewässerung	559

10.3	Wasserspeicherung im Boden	561
10.3.1	Sättigung und Teilsättigung	561
10.3.2	Feldkapazität (<i>FK</i>), permanenter Welkepunkt (<i>PWP</i>) und nutzbare Feldkapazität (<i>nFK</i>)	563
10.4	Verdunstung und Wasserverbrauch	565
10.4.1	Verdunstung von freien Wasserflächen	566
10.4.2	Evapotranspiration und Wasserverbrauch von Pflanzenbeständen	566
10.4.3	Bewässerungswassergaben und -intervalle	567
10.4.4	Bewässerungswirkungsgrad	569
10.5	Wasserbeschaffung für Bewässerung	571
10.5.1	Wasserbauliche Einrichtungen zur Wasserbeschaffung	571
10.5.2	Wasserverteilung im Bewässerungsperimeter	577
10.5.3	Bauwerke zur Wasserverteilung und -messung	579
10.5.4	Wasserbeschaffenheit	581
10.5.5	Versalzung unter Bewässerung	582
10.6	Bewässerungsverfahren	584
10.6.1	Schwerkraftbewässerung	584
10.6.2	Beregnung	592
10.6.3	Mikrobewässerung	595
10.6.4	Tropfbewässerung	596
10.6.5	Unterflurbewässerung	598
10.7	Entwässerung in der Landwirtschaft	599
10.7.1	Entwässerung als landwirtschaftlicher Produktionsfaktor	599
10.7.2	Verbreitung und Geschichte der Entwässerung	600
10.7.3	Vernässungsursachen und ihre Erkennung	601
10.8	Entwässerungsmaßnahmen	603
10.8.1	Maßnahmen bei Grundwasservernässung	604
10.8.2	Maßnahmen bei Stau- und/oder Haftnässe	606
10.8.3	Maßnahmen bei Haftnässe	608
10.8.4	Maßnahmen bei Grundwasseranstieg und Versalzung	609
10.8.5	Bauausführung von Meliorationen	612
10.8.6	Bemessungsgrundlagen zur Entwässerung grundwasservernässter Böden (Dräntheorie)	613
10.9	Planung und Betrieb von Be- und Entwässerungsprojekten	618
10.9.1	Planung	619
10.9.2	Betrieb und Unterhalt	622
10.10	Auswirkungen von Be- und Entwässerungsmaßnahmen auf die Umwelt	623
10.10.1	Bewässerung	623
10.10.2	Entwässerung	624
10.10.3	Nährstoffausträge aus Dränflächen	625

10.10.4	Rückbau von Entwässerungssystemen.	625
10.10.5	Dränmanagement.	627
	Literatur.	628
11	Stau- und Wasserkraftanlagen	633
	Mathias Döring und Stephan Heimerl	
11.1	Stauanlagen	633
11.1.1	Zweck und Anforderungen.	633
11.1.2	Wehre	634
11.1.3	Talsperren.	647
11.1.4	Hochwasserrückhaltebecken	687
11.1.5	Pumpspeicherbecken	690
11.2	Wasserkraftanlagen	690
11.2.1	Entwicklung der Wasserkraftnutzung	690
11.2.2	Physikalische Grundlagen	691
11.2.3	Bauweisen und umgesetzte Techniken.	695
11.2.4	Triebwasserweg	703
11.2.5	Krafthaus	712
11.2.6	Hydraulische Strömungsmaschinen.	713
11.2.7	Umweltbelange	719
	Literatur.	723
12	Küsteningenieurwesen	725
	Hocine Oumeraci	
12.1	Einführung	725
12.1.1	Bedeutung der Küste und Bedrohungspotenzial	725
12.1.2	Aufgaben des Küsteningenieurs.	728
12.2	Gezeiten an Küsten und in Tideflüssen	729
12.2.1	Entstehung und Vorhersage der Gezeiten an offenen Küsten	729
12.2.2	Gezeiten in Tideflüssen	731
12.3	Sturmfluten und Wasserstände	737
12.3.1	Entstehung und Entwicklung von Sturmfluten	737
12.3.2	Einflussfaktoren auf die Entwicklung von Sturmfluten.	739
12.3.3	Klassifizierung von Sturmfluten und Verweilzeiten.	741
12.3.4	Bemessungswasserstände.	743
12.3.5	Grenzen statistischer Analysen und Prognosen von Extremsturmfluten	746
12.4	Wellen und Seegang.	747
12.4.1	Entstehung und Klassifikation von Meereswellen.	747
12.4.2	Wellentheorien	748
12.4.3	Wellentransformation.	749
12.4.4	Natürlicher Seegang.	760

12.5	Küstennahe Strömungen	766
12.5.1	Klassifizierung	766
12.5.2	Seegangsinduzierte Strömungen	766
12.5.3	Nicht seegangsinduzierte Strömungen	770
12.6	Küstennaher Sedimenttransport und morphologische Veränderungen	771
12.6.1	Allgemeiner Überblick	771
12.6.2	Küstenlängstransport und Küstenquertransport	773
12.6.3	Anmerkungen zu weiteren Aspekten des Sedimenttransports unter Seegang	776
12.7	Schutz gegen Seegang und Hochwasser	778
12.7.1	Hafenschutzwerke	778
12.7.2	Küstenschutzwerke	785
12.7.3	Hochwasserschutzwerke im Küstenraum	799
12.8	Schlussbetrachtungen: Neue Herausforderungen und integriertes Küstenmanagement	805
	Literatur	808
13	Binnenverkehrswasserbau	811
	Rudolf Kuhn, Bernhard Söhngen, Petra Fleischer, Nils Huber, Claus Kunz, Detlef Spitzer, Oliver Stelzer, Carsten Thorenz und Stefanie Wassermann	
13.1	Aufgabenstellung	811
13.2	Schiff und Fahrwasser	812
13.2.1	Schiff und Schiffsverband	812
13.2.2	Das fahrende Schiff	817
13.2.3	Fahrwasser und Fahrrinne	827
13.3	Binnenwasserstraßen	828
13.3.1	Niedrigwasserregelung	828
13.3.2	Flüsse mit Stauregelung	834
13.3.3	Kanäle	837
13.3.4	Ufersicherungen	839
13.4	Bauwerke an Binnenwasserstraßen	844
13.5	Binnenhäfen	849
13.5.1	Gesamtanlage	850
13.5.2	Uferanlagen	852
13.5.3	Umstrukturierung vorhandener Hafenanlagen	852
13.6	Schleusen	854
13.6.1	Hydraulisches System	854
13.6.2	Bauwerk	855
13.6.3	Verschlüsse	857
13.6.4	Ausrüstung	861

13.6.5	Sonderformen der Schleuse	862
13.6.6	Leistungsfähigkeit von Schleusen	863
13.7	Schiffshebewerke	867
	Literatur	872
14	Wasserversorgung	875
	Wilhelm Urban, Martin Zimmermann und Julian Mosbach	
14.1	Einleitung	875
14.2	Trinkwassergüte	877
14.2.1	Wasser für den menschlichen Gebrauch	877
14.2.2	Anforderungen an Trinkwasser	878
14.2.3	Wassergüteparameter	879
14.2.4	Maßnahmen des zuständigen Gesundheitsamtes	880
14.2.5	Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren	882
14.2.6	Anzeige- und Untersuchungspflichten	885
14.2.7	Überwachung und Information	886
14.3	Planung von Wasserversorgungsanlagen	887
14.3.1	Wasserverbrauch und Wasserbedarf	887
14.3.2	Wasserbereitstellung für unterschiedliche Bedarfsträger	887
14.3.3	Ermittlung des Wasserbedarfs zur Bemessung von Anlagenteilen	888
14.3.4	Wasserbedarf der Haushalte und des Kleingewerbes	888
14.3.5	Bedarfsermittlung für weitere Verbrauchergruppen und Zwecke	891
14.3.6	Benchmarking	892
14.4	Wassergewinnung	893
14.4.1	Wassergewinnung und -bezug in Deutschland	893
14.4.2	Wasserdargebot und Wasserfassungen	896
14.4.3	Wasserschutzgebiete	906
14.5	Wasseraufbereitung	908
14.5.1	Gasaustausch	909
14.5.2	Flockung	909
14.5.3	Filtration	913
14.5.4	Adsorption	918
14.5.5	Oxidation	919
14.5.6	Desinfektion	921
14.5.7	Entsäuerung und Aufhärtung	926
14.5.8	Enthärtung, Entcarbonisierung und Entsalzung	927
14.5.9	Enteisenung und Entmanganung	928
14.5.10	Entfernung von Stickstoffverbindungen	930

14.6	Wasserspeicherung	931
14.6.1	Aufgaben der Wasserspeicherung	932
14.6.2	Arten von Speicherbehältern	933
14.6.3	Lage zum Versorgungsgebiet	935
14.6.4	Speicherbemessung	936
14.6.5	Funktionelle Anforderungen an die Wasserqualität	938
14.6.6	Bauliche Anforderungen an Trinkwasserbehälter	940
14.7	Wasserförderung	942
14.7.1	Anwendungen und Arten von Pumpen	942
14.7.2	Hydraulische Grundlagen	943
14.7.3	Pumpenbetrieb	948
14.8	Wasserverteilung	954
14.8.1	Rohrleitungsklassen und Rohrnetzformen	954
14.8.2	Planung von Wasserverteilungsnetzen	957
14.8.3	Berechnung von Wasserverteilungsnetzen	963
14.8.4	Anforderungen an Rohrleitungsteile	971
14.8.5	Rohrleitungen	972
14.8.6	Armaturen	975
	Literatur	977
15	Abwassertechnik	985
	Matthias Barjenbruch und Luisa Otto	
15.1	Einführung in die Abwassertechnik	985
15.1.1	Ziele der Siedlungsentwässerung	985
15.1.2	Gesetzliche Vorgaben	989
15.1.3	Gewässergütekriterien	992
15.1.4	Qualitätsanforderungen und Emissionsbetrachtungen	994
15.1.5	Immissionsbetrachtungen	996
15.2	Abwasseranfall und Beschaffenheit	997
15.2.1	Abwasseranfall	997
15.2.2	Abwasserbeschaffenheit	1005
15.3	Abwasserableitung	1014
15.3.1	Haus- und Grundstücksentwässerung	1014
15.3.2	Siedlungsentwässerung	1017
15.4	Abwasserreinigung	1057
15.4.1	Entwicklung der kommunalen Klärtechnik	1057
15.4.2	Verfahren der kommunalen Abwasserreinigung	1058
15.5	Schlammbehandlung	1116
15.5.1	Ziele der Schlammbehandlung	1116
15.5.2	Schlammanfall	1118
15.5.3	Schlammbeschaffenheit	1118
15.5.4	Verfahren der Schlammbehandlung	1120
15.5.5	Schlammverwertung und -entsorgung	1135
	Literatur	1141

16 Abfallwirtschaft heute – der Weg zur Kreislaufwirtschaft	1147
Marion Huber-Humer und Peter Lechner	
16.1 Einführung	1147
16.2 Gesetzliche Situation	1148
16.3 Kommunale Abfälle – Mengen, Zusammensetzung und Prognose	1150
16.3.1 Abfallaufkommen im europäischen Vergleich	1150
16.3.2 Abfallmengenprognose als Planungsinstrument	1150
16.4 Vermeidung und Vorbereitung zur Wiederverwendung	1152
16.5 Stoffliche Verwertung (Materialrecycling)	1152
16.5.1 Sammlung	1153
16.5.2 Stoffliche Verwertung von Abfällen	1154
16.6 Herstellerverantwortung	1155
16.6.1 Regelungen in Europa	1156
16.6.2 Umsetzung	1157
16.6.3 Kritik	1158
16.7 Kompostierung	1158
16.7.1 Kompostqualität	1159
16.7.2 Der Rotteprozess	1160
16.7.3 Rottetechnik	1161
16.8 Energetische Verwertung (Verbrennung, Biogasgewinnung)	1163
16.8.1 Verbrennung, Thermische Behandlung	1164
16.8.2 Abgasreinigung und Behandlung fester Rückstände	1165
16.8.3 Biogas: Gewinnung, Aufbereitung, Energieumwandlung	1166
16.9 Behandlung und Ablagerung von kommunalen Abfällen und Reststoffen	1168
16.9.1 Behandlung vor der Ablagerung – Systembestandteile	1170
16.9.2 Ablagerung von MBA-Material	1171
16.9.3 Ablagerung von MVA-Schlacke	1172
16.9.4 Standortanforderungen und Basisdichtung gemäß EU-Richtlinie (1999/31/EG)	1173
16.9.5 Grundwasserabstand und freie Sickerwasservorflut	1174
16.9.6 Reaktordeponie (alte Hausmülldeponien), Langzeitverhalten	1174
16.10 Altablagerungen – Untersuchung, Monitoring, Sanierung und Nachnutzung	1175
16.10.1 Untersuchung und Monitoring von Abfällen und Altablagerungen	1175
16.10.2 In-situ-Stabilisierung von Altablagerungen	1177
16.10.3 Nachnutzung von Deponieflächen	1178
16.11 Ausblick – Herausforderungen der Abfallwirtschaft im Kreislaufwirtschaftssystem	1178
Literatur	1179

17	Umgang mit wassergefährdenden Stoffen	1183
	Hans-Peter Lühr	
17.1	Einführung	1184
17.2	Vorsorgepolitik zum Schutz des Grundwassers	1185
17.3	Grundlagen des anlagenbezogenen Umgangs mit wassergefährdenden Stoffen	1186
17.4	Technische und organisatorische Anforderungen an eine Anlage gemäß AwSV	1193
17.4.1	Allgemeines	1193
17.4.2	Stoffspezifisches Gefährdungspotenzial	1195
17.4.3	Überprüfung der Selbsteinstufung	1198
17.4.4	Technische Regeln wassergefährdender Stoffe	1199
17.4.5	Technische Anforderungen an Anlagen	1201
17.4.6	Anwendungsbereich	1201
17.4.7	Begriffsbestimmungen	1203
17.4.8	Allgemeine Anforderungen an Anlagen	1206
17.4.9	Grundsatzanforderungen	1208
17.4.10	Anforderungen an die Rückhaltung	1209
17.4.11	Nutzung von Abwasseranlagen als Auffangvorrichtung	1212
17.4.12	Besondere Anforderungen an die Rückhaltung bei bestimmten Anlagen	1214
17.4.13	Gefährdungspotenzial und Gefährdungsstufen	1215
17.4.14	Bestehende Anlagen	1216
17.5	Organisatorische Anforderungen	1217
17.5.1	Betreiberpflichten	1217
17.5.2	Fachbetriebspflichtige Tätigkeiten	1218
17.5.3	Überwachung und Prüfung von Anlagen	1219
17.6	Fachbetriebe	1221
17.7	Sachverständige	1223
17.8	Behördliche Vorkontrollen	1223
17.9	Praktische Beispiele ausgeführter Anlagenkonfigurationen	1233
17.9.1	Lageranlagen	1233
17.9.2	Tankstellen	1237
17.9.3	Unterschiedliche HBV-Anlagen	1238
17.9.4	Komplex-Anlage in der Chemischen Industrie	1238
	Literatur	1247
18	Wasserwirtschaftliche Planungen	1249
	Uwe Grünwald	
18.1	Wasserwirtschaft, Wasserbewirtschaftung und wasserwirtschaftliche Planung	1249
18.1.1	Veränderte Europäische (wasserbezogene) Richtlinien führen zu veränderten wasserwirtschaftlichen Plänen	1259

18.1.2	Ableitung von Bewirtschaftungsplänen für Talsperren als methodische Grundlage für die Entwicklung von flussgebietsbezogenen wasserwirtschaftlichen Planungen	1267
18.2	Instrumente der wasserwirtschaftlichen Planung.	1278
18.2.1	Datengrundlagen und die stochastische Simulation des Wasserdargebotes.	1278
18.2.2	Wasserbedarf und wasserwirtschaftlich relevante Ziele.	1286
18.2.3	Von wasserwirtschaftlichen Bilanzen unterschiedlicher Detailliertheit zu interaktiven Simulationsmodellen für die Planung und Bewirtschaftung von Flusseinzugsgebieten . .	1287
18.2.4	Nutzung von Geografischen Informationssystemen in der wasserwirtschaftlichen Planung.	1295
18.3	Anwendungsbeispiel für die Einbindung detaillierter wasserwirtschaftlicher Bilanzierungen in wasserwirtschaftliche Planungen.	1296
18.3.1	Planungsraum und Ziele.	1296
18.3.2	Ableitung von Planungsaussagen auf der Grundlage wasserwirtschaftlicher Bilanzen unterschiedlicher Detailliertheit	1299
	Literatur.	1303
	Anhang: Begriffe, Formelzeichen und Einheiten sowie Umrechnungstabellen . . .	1307
	Stichwortverzeichnis.	1317