

# Inhaltsverzeichnis

1	Einführung in die Hydrologie und Wasserwirtschaft	
1.1	Begriffe der Hydrologie.....	1
1.2	Wasserkreislauf und Wasserbilanz.....	2
1.3	Aufgaben der Wasserwirtschaft.....	6
1.4	Beispiele für die Wasserbewirtschaftung.....	7
1.4.1	Wasserwirtschaft im Ruhreinzugsgebiet.....	7
1.4.2	Hochwasserschutz durch Hochwasserrückhaltebecken.....	10
1.4.3	Überleitung von Wasser in Verbindung mit dem Schiffahrtskanal Rhein-Main-Donau.....	12
1.4.4	Wasserkraftnutzung eines Flusses.....	15
2	Der Wasserhaushalt und Beobachtung einzelner Komponenten	
2.1	Niederschlag.....	17
2.1.1	Erscheinungsformen.....	17
2.1.2	Niederschlagsmessung.....	19
2.2	Verdunstung.....	24
2.2.1	Begriffe.....	24
2.2.2	Meßverfahren.....	28
2.2.3	Berechnung der Verdunstung aus meteorologischen Beobachtungen.....	38
2.2.3.1	Energiebilanzverfahren.....	38
2.2.3.2	Anwendung des Strahlungskonzeptes.....	53
2.2.3.3	Anwendung des aerodynamischen Konzeptes.....	54
2.2.3.4	Kombinierte Methode von aerodynamischem Konzept und Energiebilanz.....	57
2.3	Abfluß.....	63
2.3.1	Wasserstand.....	63
2.3.2	Direkte Abflußmessung mit Meßwehren und Meßgerinnen.....	67
2.3.3	Ermittlung des Abflusses über Fließgeschwindigkeit und Durchflußfläche.....	73
2.3.4	Aufstellung und Kontrolle der Abflußkurven.....	79
2.4	Beobachtungsnetze.....	85

3	Aufbereitung und erste Auswertung der hydrologischen Beobachtungen	
3.1	Datenarten und Datenbanken.....	90
3.2	Erste Auswertung von Wasserstands- und Abflußdaten.....	95
3.2.1	Mittel- und Hauptwerte.....	95
3.2.2	Gang- und Summenlinie.....	98
3.2.3	Dauerlinien.....	101
3.3	Erste Auswertung von Niederschlagsbeobachtungen.....	108
3.3.1	Auswertung punktförmiger Messungen.....	108
3.3.2	Methoden zur Ermittlung von Gebietsniederschlägen.....	111
3.4	Überprüfung der Homogenität.....	117
4	Anpassung von Verteilungsfunktionen an hydrologische Daten zur Ermittlung von Bemessungswerten	
4.1	Grundlegende Konzepte für hydrologische Zufallsvariable....	119
4.1.1	Hydrologische Zufallsvariable und Wahrscheinlichkeit.....	119
4.1.2	Statistische Eigenschaften der Zufallsvariablen.....	123
4.1.2.1	Kenngrößen für das zentrale Verhalten.....	123
4.1.2.2	Kenngrößen für die Streuung.....	127
4.1.2.3	Kenngrößen für die Symmetrie.....	130
4.1.2.4	Weitere Kenngrößen bei vereinigten Zufallsvariablen.....	131
4.1.3	Diskrete Verteilungsfunktionen und Risiko.....	131
4.1.4	Normalverteilung und logarithmische Normalverteilung.....	137
4.1.5	Empirische Wahrscheinlichkeiten.....	143
4.2	Ermittlung von Hochwasser bestimmter Häufigkeit.....	146
4.2.1	Typen und Merkmale von Hochwasser.....	146
4.2.2	Jährliche und partielle Serien.....	148
4.2.3	Verteilungsfunktionen für Hochwasser.....	151
4.2.3.1	Anpassung von Verteilungsfunktionen an Hochwasserdaten....	151
4.2.3.2	Pearson-Typ-III-Verteilung und Standardverfahren zur Berechnung von Hochwasserhäufigkeiten.....	153
4.2.3.3	Extremwert-Typ-I-Verteilung.....	160
4.2.4	Anpassungstests für Verteilungsfunktionen.....	166
4.2.4.1	Chi-Quadrat-Test.....	166
4.2.4.2	Kolmogorov-Smirnov-Test (K-S-Test).....	171
4.2.5	Konfidenzintervalle für Verteilungsfunktionen.....	173
4.2.6	Ausreißertest für Extremwerte.....	176
4.2.7	Abschätzung regional gültiger Hochwasserscheitelabflüsse auf statistischer Grundlage.....	180
4.3	Niedrigwasser.....	185
4.3.1	Entstehungsursachen und kennzeichnende Größen.....	185
4.3.2	Datenkollektive für Niedrigwasseranalysen.....	188
4.3.3	Anpassung von Verteilungsfunktionen an Niedrigwassermerkmale	192

4.3.3.1	Einseitig begrenzte Verteilungsfunktionen und freie Anpassung.....	192
4.3.3.2	Extremwert-Typ-III-Verteilung.....	194
4.3.3.3	Vergleich von Verteilungen bei Niedrigwasseruntersuchungen.	203
4.3.4	Zweidimensionale Wahrscheinlichkeitsuntersuchungen.....	206
4.3.5	Maßgebliche Trockenperioden für die Speicherwirtschaft.....	210
5	Statistische Abhängigkeiten von hydrologischen Zufallsvariablen und Einführung in Zeitreihenmodelle	
5.1	Anwendung von Regressionen.....	215
5.1.1	Mathematische Grundlagen und einfache lineare Regression...	215
5.1.2	Lineare Mehrfachregression.....	219
5.1.3	Nichtlineare Regressionen.....	227
5.1.4	Konfidenzintervalle von Regressionen.....	234
5.2	Anwendung der Korrelationsrechnungen.....	236
5.2.1	Korrelationskoeffizienten und ihre Bewertung.....	236
5.2.2	Scheinkorrelationen.....	243
5.2.3	Regionale Korrelationsanalysen.....	248
5.2.4	Autokorrelation und Kreuzkorrelation.....	251
5.3	Einführung in die Zeitreihenanalyse und einfache stochastische Zeitreihenmodelle.....	255
5.3.1	Überblick über mathematische Modelle und Zeitreihenanalyse.	255
5.3.2	Weitere Techniken der Zeitreihenanalyse.....	262
5.3.3	Selbsterklärende Zeitreihenmodelle.....	266
5.3.4	Autoregressionsmodell zur Simulation monatlicher Abflüsse..	273
6	Niederschlag-Abfluß-Modelle für Hochwasserabläufe (Deterministische Modelle)	
6.1	Systemanalytische Behandlung von Abflußprozessen.....	282
6.1.1	Modellkonzepte für Niederschlag-Abflußprozesse.....	282
6.1.2	Grundlagen für lineare zeitinvariante Modelle.....	283
6.1.3	Lineare Speicher.....	287
6.1.4	Lineare Speicherkaskaden (Serienspeicher).....	292
6.2	Niederschlag-Abfluß-Modelle für Hochwasserwellen aus Einzugsgebieten.....	301
6.2.1	Datenumfang für Niederschlag-Abflußanalysen.....	301
6.2.2	Gebietsniederschläge von Hochwasserereignissen .....	303
6.2.3	Abflußwirksamer Niederschlag (Abflußbildung).....	307
6.2.3.1	Ansätze für Interzeption und Muldenrückhalt.....	307
6.2.3.2	Grundlagen und Zusammenhänge der Infiltrationsansätze.....	313
6.2.3.3	Verlustraten- und Abflußbeiwertansätze bei einfachen Abflußmodellen.....	321

6.2.3.4	Koaxiale graphische Darstellung zur Vorhersage des Gesamtabflußbeiwerts.....	323
6.2.3.5	Ermittlung des Gesamtabflußbeiwerts aus Gebietsgrößen.....	326
6.2.4	Ermittlung der Übertragungsfunktion.....	333
6.2.4.1	Einheitsganglinienverfahren.....	333
6.2.4.2	Translationsmodelle und charakteristische Fließzeiten.....	340
6.2.4.3	Kombinierte Translations- und Speichermodelle.....	345
6.3	Ablauf von Hochwasserwellen in Gewässern.....	348
6.3.1	Grundlagen der hydraulischen Verfahren.....	348
6.3.2	Überblick über hydrologische Verfahren.....	354
6.3.3	Hochwasserwellen in Speichern.....	356
6.3.3.1	Iterationslösung.....	356
6.3.3.2	Verfahren nach Puls.....	358
6.3.4	Hochwasserwellen in Flußabschnitten.....	362
6.3.4.1	Muskingum-Verfahren.....	362
6.3.4.2	Kalinin-Miljukov-Verfahren.....	370
6.4	Flußgebietsmodelle.....	377
7	Bemessungsverfahren und Betriebspläne von Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken	
7.1	Begriffe der Speicherwirtschaft.....	381
7.1.1	Aufgaben und Speicherarten.....	381
7.1.2	Einteilung des Speicherraums und Speicherkenngößen.....	383
7.2	Nutzräume von Talsperren.....	387
7.2.1	Wasserwirtschaftsplan auf der Grundlage der Summenlinie....	387
7.2.2	Summendifferenzlinie und Speicherwirkungslinie.....	395
7.2.3	Bemessungsverfahren auf der Grundlage von Simulationen....	403
7.2.4	Bemessungsverfahren auf wahrscheinlichkeitstheoretischer Grundlage von Zuflüssen und Speicherfüllungen.....	406
7.2.5	Grundzüge des Betriebsplans für den Nutzraum.....	412
7.3	Bemessung und Betrieb von Hochwasserrückhalteräumen.....	428
7.3.1	Bemessungsgrundlagen für den Hochwasserrückhalteraum.....	428
7.3.2	Betriebspläne für Hochwasserrückhaltebecken.....	430
7.4	Auslegung von Hochwasserentlastungsanlagen.....	440
7.5	Freibord und Freiraum.....	444
8	Wärmebelastung von Gewässern	
8.1	Wärmehaushalt von Gewässern.....	448
8.2	Wärmequellen und -senken.....	455
8.3	Nutzung der Gewässer für Kühlzwecke.....	463
8.3.1	Wärmeableitung in Kraftwerken und zulässige Gewässerbeanspruchung.....	463
8.3.2	Berechnung des Temperaturverlaufs in einem Gewässer.....	471
8.3.3	Wärmelastplan.....	478

9	Schnee und Eis	
9.1	Schneeverhältnisse und Schneebeobachtungen.....	484
9.2	Physikalische Grundlagen des Schneeschmelzprozesses.....	489
9.3	Ermittlung des Abflusses aus Schneeschmelze.....	496
9.4	Eisbildung in Gewässern.....	507
9.5	Beispiele für die Eisverhältnisse und ihre Auswirkungen....	513
10	Feststoffe	
10.1	Begriffe und Abgrenzung von Schwebstoff und Geschiebe.....	517
10.2	Schwebstofffrachten von Flüssen.....	520
10.3	Geschiebefracht in Flüssen.....	526
10.4	Feststofftransport aus Einzugsgebieten.....	534
10.5	Feststoffe in Speichern.....	543
10.5.1	Rückhaltewirkung von Speichern.....	543
10.5.2	Abschätzung der Abnahme des Speicherinhalts.....	548
	Literaturverzeichnis.....	557
	Sachverzeichnis.....	571