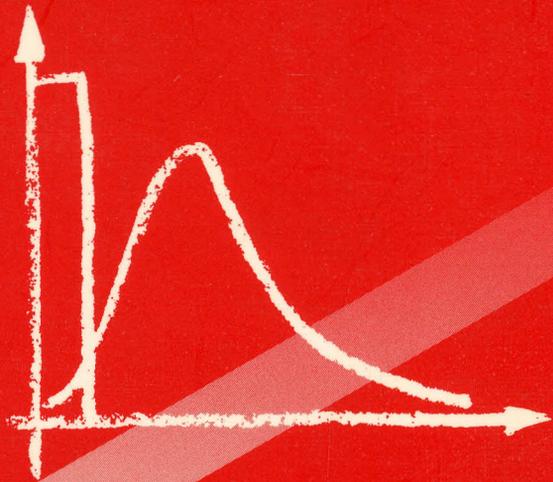


Maniak

Hydrologie und Wasser- wirtschaft

Eine Einführung für Ingenieure

2. Auflage



Springer-Lehrbuch

Ulrich Maniak

Hydrologie und Wasserwirtschaft

Eine Einführung für Ingenieure

Zweite Auflage
mit 217 Abbildungen

283/3512 INSTITUT
FÜR METEOROLOGIE U. KLIMATOLOGIE
UNIVERSITÄT HANNOVER
HERRENHAUSER STR. 2 3000 HANNOVER 21

Springer-Verlag
Berlin Heidelberg New York
London Paris Tokyo
HongKong Barcelona Budapest

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung in die Hydrologie und Wasserwirtschaft	
1.1	Begriffe der Hydrologie	1
1.2	Wasserkreislauf und Wasserbilanz	1
1.3	Aufgaben der Wasserwirtschaft	7
1.4	Beispiele für die Wasserbewirtschaftung	7
1.4.1	Wasserwirtschaft im Rheineinzugsgebiet	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	22
2.2.1	Begriffe	22
2.2.2	Meßverfahren	26
2.2.3	Berechnung der Verdunstung aus meteorologischen Beobachtungen	35
2.2.3.1	Energiebilanzverfahren	35
2.2.3.2	Anwendung des Strahlungskonzeptes	48
2.2.3.3	Anwendung des aerodynamischen Konzeptes	49
2.2.3.4	Kombinierte Methode von aerodynamischem Konzept und Energiebilanz	52
2.3	Abfluß	58
2.3.1	Wasserstand	58
2.3.2	Direkte Abflußmessung mit Meßwehren und Meßgerinnen	61
2.3.3	Ermittlung des Abflusses über Fließgeschwindigkeit und Durchflußfläche	66
2.3.4	Aufstellung und Kontrolle der Abflußkurven	72
2.4	Beobachtungsnetze	77
3	Aufbereitung und erste Auswertung der hydrologischen Beobachtungen	
3.1	Datenarten und Datenbanken	81
3.2	Erste Auswertung von Wasserstands- und Abflußdaten	86

3.2.1	Mittel- und Hauptwerte	86
3.2.2	Gang- und Summenlinie	89
3.2.3	Dauerlinien	92
3.3	Erste Auswertung von Niederschlagsbeobachtungen	97
3.3.1	Auswertung punktförmiger Messungen	97
3.3.2	Methoden zur Ermittlung von Gebietsniederschlägen	101
3.4	Überprüfung der Homogenität	107
4	Anpassung von Verteilungsfunktionen an hydrologische Daten zur Ermittlung von Bemessungswerten	
4.1	Grundlegende Konzepte für hydrologische Zufallsvariable	109
4.1.1	Hydrologische Zufallsvariable und Wahrscheinlichkeit	109
4.1.2	Statistische Eigenschaften der Zufallsvariablen	113
4.1.2.1	Kenngrößen für das zentrale Verhalten	113
4.1.2.2	Kenngrößen für die Streuung	116
4.1.2.3	Kenngrößen für die Symmetrie	118
4.1.2.4	Weitere Kenngrößen bei vereinigten Zufallsvariablen	119
4.1.3	Diskrete Verteilungsfunktionen und Risiko	120
4.1.4	Normalverteilung und logarithmische Normalverteilung	125
4.1.5	Empirische Wahrscheinlichkeiten	131
4.2	Ermittlung von Hochwasser bestimmter Häufigkeit	134
4.2.1	Typen und Merkmale von Hochwasser	134
4.2.2	Jährliche und partielle Serien	136
4.2.3	Verteilungsfunktionen für Hochwasser	138
4.2.3.1	Anpassung von Verteilungsfunktionen an Hochwasserdaten	138
4.2.3.2	Pearson-Typ-III-Verteilung und Standardverfahren zur Berechnung von Hochwasserhäufigkeiten	139
4.2.3.3	Extremwert-Typ-I-Verteilung	147
4.2.4	Anpassungstests für Verteilungsfunktionen	154
4.2.4.1	Chi-Quadrat-Test	154
4.2.4.2	Kolmogorov-Smirnov-Test (K-S-Test)	171
4.2.5	Konfidenzintervalle für Verteilungsfunktionen	160
4.2.6	Ausreißertest für Extremwerte	163
4.2.7	Abschätzung regional gültiger Hochwasserscheitelabflüsse auf statistischer Grundlage	165
4.3	Niedrigwasser	171
4.3.1	Entstehungsursachen und kennzeichnende Größen	171
4.3.2	Datenkollektive für Niedrigwasseranalysen	174
4.3.3	Anpassung von Verteilungsfunktionen an Niedrigwassermerkmale	177
4.3.3.1	Einseitig begrenzte Verteilungsfunktionen und freie Anpassung	177
4.3.3.2	Extremwert-Typ-III-Verteilung	179
4.3.3.3	Vergleich von Verteilungen bei Niedrigwasseruntersuchungen	188
4.3.4	Zweidimensionale Wahrscheinlichkeitsuntersuchungen	191
4.3.5	Maßgebliche Trockenperioden für die Speicherwirtschaft	194
5	Statistische Abhängigkeiten von hydrologischen Zufallsvariablen und Einführung in Zeitreihenmodelle	

5.1	Anwendung von Regressionen	199
5.1.1	Mathematische Grundlagen und einfache lineare Regression	199
5.1.2	Lineare Mehrfachregression	203
5.1.3	Nichtlineare Regressionen	211
5.1.4	Konfidenzintervalle von Regressionen	217
5.2	Anwendung der Korrelationsrechnungen	219
5.2.1	Korrelationskoeffizienten und ihre Bewertung	219
5.2.2	Scheinkorrelationen	226
5.2.3	Regionale Korrelationsanalysen	231
5.2.4	Autokorrelation und Kreuzkorrelation	234
5.3	Einführung in die Zeitreihenanalyse und einfache stochastische Zeitreihenmodelle	238
5.3.1	Überblick über mathematische Modelle und Zeitreihenanalyse	238
5.3.2	Weitere Techniken der Zeitreihenanalyse	244
5.3.3	Selbsterklärende Zeitreihenmodelle	249
5.3.4	Autoregressionsmodell zur Simulation monatlicher Abflüsse	253
6	Niederschlag-Abfluß-Modelle für Hochwasserabläufe (Deterministische Modelle)	
6.1	Systemanalytische Behandlung von Abflußprozessen	263
6.1.1	Modellkonzepte für Niederschlag-Abflußprozesse	263
6.1.2	Grundlagen für lineare zeitinvariante Modelle	264
6.1.3	Lineare Speicher	268
6.1.4	Lineare Speicherkaskaden (Serienspeicher)	273
6.2	Niederschlag-Abfluß-Modelle für Hochwasserwellen aus Einzugsgebieten	282
6.2.1	Datenumfang für Niederschlag-Abflußanalysen	282
6.2.2	Gebietsniederschläge von Hochwasserereignissen	283
6.2.3	Abflußwirksamer Niederschlag (Abflußbildung)	287
6.2.3.1	Ansätze für Interzeption und Muldenrückhalt	287
6.2.3.2	Grundlagen und Zusammenhänge der Infiltrationsansätze	293
6.2.3.3	Verlustraten- und Abflußbeiwertansätze bei einfachen Abflußmodellen	300
6.2.3.4	Koaxiale graphische Darstellung zur Vorhersage des Gesamtabflußbeiwerts	302
6.2.3.5	Ermittlung des Gesamtabflußbeiwerts aus Gebietsgrößen	304
6.2.4	Ermittlung der Übertragungsfunktion	312
6.2.4.1	Einheitsganglinienverfahren	312
6.2.4.2	Translationsmodelle und charakteristische Fließzeiten	319
6.2.4.3	Kombinierte Translations- und Speichermodelle	325
6.3	Ablauf von Hochwasserwellen in Gewässern	331
6.3.1	Grundlagen der hydraulischen Verfahren	331
6.3.2	Überblick über hydrologische Verfahren	339
6.3.3	Hochwasserwellen in Speichern	340
6.3.3.1	Iterationslösung	340
6.3.3.2	Verfahren nach Puls	343
6.3.4	Hochwasserwellen in Flußabschnitten	347

6.3.4.1	Muskingum-Verfahren	347
6.3.4.2	Kalinin-Miljukov-Verfahren	354
6.4	Flußgebietsmodelle	361
7	Bemessungsverfahren und Betriebspläne von Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken	
7.1	Begriffe der Speicherwirtschaft	365
7.1.1	Aufgaben und Speicherarten	365
7.1.2	Einteilung des Speicherraums und Speicherkenngrößen	367
7.2	Nutzräume von Talsperren	371
7.2.1	Wasserwirtschaftsplan auf der Grundlage der Summenlinie	371
7.2.2	Summendifferenzlinien und Speicherwirkungslinie	378
7.2.3	Bemessungsverfahren auf der Grundlage von Simulationen	386
7.2.4	Bemessungsverfahren auf wahrscheinlichkeitstheoretischer Grundlage von Zuflüssen und Speicherfüllungen	389
7.2.5	Grundzüge des Betriebsplans für den Nutzraum	395
7.3	Bemessung und Betrieb von Hochwasserrückhalteräumen	409
7.3.1	Bemessungsgrundlagen für den Hochwasserrückhalteraum	409
7.3.2	Betriebspläne für Hochwasserrückhaltebecken	413
7.4	Auslegung von Hochwasserentlastungsanlagen	419
7.5	Freibord und Freiraum	423
8	Wärmebelastung von Gewässern	
8.1	Wärmehaushalt von Gewässern	427
8.2	Wärmequellen und -senken	433
8.3	Nutzung der Gewässer für Kühlzwecke	440
8.3.1	Wärmeableitung in Kraftwerken und zulässige Gewässerbeanspruchung	440
8.3.2	Berechnung des Temperaturverlaufs in einem Gewässer	447
8.3.3	Wärmelastplan	454
8.4	Weitere Angaben zur Gewässergüte	458
8.4.1	Ökologische Bewertung von Fließgewässern	458
8.4.2	Gewässergüte von natürlichen Seen und Speichern	466
8.4.3	Nutzungsbezogene Gewässerbewertung	475
9	Schnee und Eis	
9.1	Schneebeziehungen und Schneebeobachtungen	477
9.2	Physikalische Grundlagen des Schneeschmelzprozesses	482
9.3	Ermittlung des Abflusses aus Schneeschmelze	488
9.4	Eisbildung in Gewässern	497
9.5	Beispiele für die Eisbeziehungen und ihre Auswirkungen	503
10	Feststoffe	
10.1	Begriffe und Abgrenzung von Schwebstoff und Geschiebe	507
10.2	Schwebstofffrachten von Flüssen	510
10.3	Geschiebefracht in Flüssen	516
10.4	Feststofftransport aus Einzugsgebieten	523

10.5	Feststoffe in Speichern	533
10.5.1	Rückhaltewirkung von Speichern.	533
10.5.2	Abschätzung der Abnahme des Speicherinhalts	538
	Literaturverzeichnis	547
	Sachverzeichnis	563