

---

# Inhaltsverzeichnis

|          |  |    |
|----------|--|----|
| <b>1</b> | <b>Einleitung</b> .....                      | 1  |
| 1.1      | Zielsetzungen des Wasserbaus .....           | 1  |
| 1.2      | Teilgebiete des Wasserbaus .....             | 3  |
| 1.3      | Inhalte des vorliegenden Buchs .....         | 3  |
|          | Literatur .....                              | 6  |
| <b>2</b> | <b>Hydrologische Grundlagen</b> .....        | 7  |
| 2.1      | Wasservorräte der Erde .....                 | 7  |
| 2.2      | Wasserhaushaltsgleichung .....               | 8  |
| 2.3      | Abflusskoeffizient .....                     | 10 |
| 2.4      | Einzugsgebiet .....                          | 11 |
| 2.5      | Niederschlag .....                           | 12 |
| 2.5.1    | Niederschlagsmessung .....                   | 12 |
| 2.5.2    | Auswertung von Niederschlagsmessungen .....  | 14 |
| 2.6      | Verdunstung .....                            | 18 |
| 2.6.1    | Verdunstungsbecken .....                     | 18 |
| 2.6.2    | Versickerungsmesser – Lysimeter .....        | 19 |
| 2.7      | Rückhalt .....                               | 21 |
| 2.7.1    | Rückhalt in der Schneedecke .....            | 21 |
| 2.7.2    | Rückhalt in Gletschern .....                 | 21 |
| 2.7.3    | Rückhalt auf Böden und Pflanzen .....        | 22 |
| 2.7.4    | Rückhalt in Oberflächengewässern .....       | 22 |
| 2.7.5    | Rückhalt im Grundwasserleiter .....          | 22 |
| 2.8      | Abfluss .....                                | 23 |
| 2.9      | Hydrometrie – Vermessung von Gewässern ..... | 25 |
| 2.9.1    | Fließgewässer .....                          | 25 |
| 2.9.2    | Stehende Gewässer .....                      | 26 |
| 2.9.3    | Grundwasser .....                            | 27 |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 2.10     | Wasserstandsmessungen (Pegelmessungen) . . . . .   | 27        |
| 2.10.1   | Wasserstände in Oberflächengewässern. . . . .  | 27        |
| 2.10.2   | Unterirdisches Wasser – Messung von Grundwasserständen<br>und -spiegeln . . . . .            | 29        |
| 2.11     | Abflussermittlung. . . . .   | 30        |
| 2.11.1   | Wasserstand und Abfluss . . . . .  | 30        |
| 2.11.2   | Fließgeschwindigkeitsmessung und Abfluss . . . . .   | 33        |
| 2.11.3   | Anwendungsbereiche. . . . .  | 39        |
| 2.12     | Durchflussmessung . . . . .  | 40        |
| 2.12.1   | Messung eines Druckunterschieds. . . . .   | 40        |
| 2.12.2   | Messung des Strömungswiderstands eines beweglichen<br>Körpers. . . . .                       | 42        |
| 2.12.3   | Magnetisch-induktive Durchflussmessung . . . . .   | 44        |
| 2.13     | Auswertung von Wasserstands- und Abflussmessungen . . . . .                                  | 45        |
| 2.13.1   | Ganglinie . . . . .  | 45        |
| 2.13.2   | Dauerlinie. . . . .  | 46        |
| 2.13.3   | Summenkurve der Zuflüsse . . . . .   | 47        |
| 2.14     | Abflussmessnetz. . . . .   | 48        |
| 2.15     | Übertragung von Abflussmessungen auf andere Orte . . . . .                                   | 49        |
| 2.15.1   | Übertragung der Messwerte in Funktion der<br>Einzugsgebietsfläche . . . . .                  | 50        |
| 2.15.2   | Übertragung der Messwerte durch Korrelation . . . . .  | 52        |
| 2.16     | Abschätzung der Hochwasserspitzen. . . . .   | 53        |
| 2.16.1   | Abhängigkeit der Hochwasserspitze von der<br>Einzugsgebietsfläche . . . . .                  | 53        |
| 2.16.2   | Empirische Hochwasserformeln . . . . .   | 56        |
| 2.16.3   | Fließzeitformel. . . . .   | 57        |
| 2.16.4   | Zusammenhang zwischen einer empirischen<br>Hochwasserformel und der Fließzeitformel. . . . . | 61        |
| 2.16.5   | Hochwasserjährlichkeiten . . . . .   | 61        |
|          | Literatur. . . . .   | 64        |
| <b>3</b> | <b>Feststofftransport, Gewässerbettdynamik und Fließgewässertypologie . . .</b>              | <b>67</b> |
| 3.1      | Feststofftransport . . . . .   | 67        |
| 3.1.1    | Theorie der Feststoffbewegung . . . . .  | 68        |
| 3.1.2    | Transportformen. . . . .   | 69        |
| 3.1.3    | Schubspannungen. . . . .   | 75        |
| 3.1.4    | Begriffe zum Geschiebetransport. . . . .   | 77        |
| 3.1.5    | Transportbeginn . . . . .  | 77        |
| 3.1.6    | Geschiebemessung . . . . .   | 82        |
| 3.1.7    | Dynamik der Gewässersohle . . . . .  | 84        |
| 3.2      | Fließgewässertypologie . . . . .   | 86        |

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| 3.2.1    | Charakteristische Merkmale .....                        | 87         |
| 3.2.2    | Fließgewässerlandschaften, Fließgewässertypen .....     | 92         |
| 3.2.3    | Gewässerstrukturkartierung .....                        | 95         |
|          | Literatur .....   | 99         |
| <b>4</b> | <b>Ausbaumethoden und Anlagen im Flussbau .....</b>     | <b>105</b> |
| 4.1      | Ausbaumethoden .....                                    | 106        |
| 4.1.1    | Bauweisen .....   | 107        |
| 4.1.2    | Schutz der Gewässersohle .....                          | 107        |
| 4.1.3    | Sohlenbauwerke .....                                    | 108        |
| 4.1.4    | Buhnen, Leitwerke .....                                 | 113        |
| 4.1.5    | Uferböschungen .....                                    | 115        |
| 4.1.6    | Ufermauern und alternative platzsparende Lösungen ..... | 120        |
| 4.1.7    | Wildbachverbauung .....                                 | 120        |
| 4.2      | Wehre .....   | 140        |
| 4.2.1    | Feste Wehre .....                                       | 140        |
| 4.2.2    | Bewegliche Wehre .....                                  | 152        |
| 4.2.3    | Schützentypen .....                                     | 153        |
| 4.2.4    | Dichtungsschirme .....                                  | 166        |
| 4.2.5    | Stabilität des Wehrkörpers .....                        | 169        |
| 4.3      | Fischwanderhilfen – Fischpässe .....                    | 174        |
| 4.3.1    | Beckenpässe .....                                       | 175        |
| 4.3.2    | Rampen, Gleiten .....                                   | 176        |
| 4.3.3    | Aal-Leitern .....                                       | 177        |
| 4.3.4    | Umleitungsbäche .....                                   | 177        |
| 4.3.5    | Der Einstieg zum Fischpass .....                        | 178        |
| 4.3.6    | Funktionsprüfung .....                                  | 178        |
|          | Literatur .....   | 181        |
| <b>5</b> | <b>Technischer Hochwasserschutz .....</b>               | <b>189</b> |
| 5.1      | Leben mit hohen Abflüssen – Hochwasser .....            | 189        |
| 5.2      | LAWA-Leitlinien Hochwasserschutz .....                  | 190        |
| 5.3      | Risikoanalyse, Hochwasserschadenspotenziale .....       | 191        |
| 5.4      | Strategien und Maßnahmen .....                          | 191        |
| 5.4.1    | Übersicht .....   | 193        |
| 5.4.2    | Technischer Hochwasserrückhalt .....                    | 196        |
| 5.4.3    | Gerinneausbau .....                                     | 205        |
| 5.4.4    | Gerinneentlastungen .....                               | 208        |
|          | Literatur .....   | 210        |

|          |   |     |
|----------|---|-----|
| <b>6</b> | <b>Wasserkraftnutzung</b> .....               | 213 |
| 6.1      | Das Prinzip der Wasserkraftnutzung .....      | 213 |
| 6.2      | Anlagentypen .....                            | 217 |
| 6.2.1    | Niederdruckanlagen .....                      | 220 |
| 6.2.2    | Mittel- und Hochdruckanlagen .....            | 222 |
| 6.2.3    | Pumpspeicherwerke .....                       | 227 |
| 6.3      | Wasserfassungen .....                         | 232 |
| 6.3.1    | Fassbare Wasserabflüsse .....                 | 232 |
| 6.3.2    | Fluss- oder Bachwasserfassungen .....         | 236 |
| 6.3.3    | Geschiebeabweisung und -spülung .....         | 242 |
| 6.3.4    | Schwebstoffverminderung durch Entsander ..... | 245 |
| 6.3.5    | Geschwemmselbeseitigung .....                 | 253 |
| 6.3.6    | Eisprobleme .....                             | 258 |
| 6.3.7    | Seewasserfassungen .....                      | 259 |
| 6.4      | Kanäle .....                                  | 264 |
| 6.4.1    | Offene Kanäle .....                           | 264 |
| 6.4.2    | Geschlossene Kanäle und Freilaufstollen ..... | 287 |
| 6.4.3    | Sonderbauwerke .....                          | 296 |
| 6.5      | Speicher .....                                | 301 |
| 6.5.1    | Speicherbemessung .....                       | 301 |
| 6.5.2    | Stauseen .....                                | 308 |
| 6.5.3    | Künstliche Becken .....                       | 320 |
| 6.6      | Druckleitungen .....                          | 321 |
| 6.6.1    | Hydraulische Bemessung .....                  | 321 |
| 6.6.2    | Wirtschaftliche Bemessung .....               | 325 |
| 6.6.3    | Druckstöße .....                              | 330 |
| 6.6.4    | Bemessungsdrücke .....                        | 339 |
| 6.6.5    | Rohre .....                                   | 344 |
| 6.6.6    | Druckstollen und Druckschächte .....          | 354 |
| 6.6.7    | Ausrüstung der Druckleitungen .....           | 359 |
| 6.7      | Turbinen .....                                | 361 |
| 6.7.1    | Konstruktive Merkmale .....                   | 361 |
| 6.7.2    | Allgemeine Anordnung und Regulierung .....    | 365 |
| 6.7.3    | Leistungsabgabe .....                         | 368 |
| 6.8      | Pumpen .....                                  | 369 |
| 6.8.1    | Kreiselpumpen (Turbopumpen) .....             | 369 |
| 6.8.2    | Schneckenpumpen .....                         | 385 |
| 6.8.3    | Kolbenpumpen .....                            | 386 |
|          | Literatur .....                               | 387 |

|          |  |     |
|----------|--|-----|
| <b>7</b> | <b>Landwirtschaftlicher Wasserbau</b> .....  | 391 |
| 7.1      | Bewässerung .....  | 391 |
| 7.1.1    | Stauverfahren .....  | 392 |
| 7.1.2    | Rieselverfahren .....  | 395 |
| 7.1.3    | Leitungsgebundene Bewässerungsverfahren .....  | 395 |
| 7.1.4    | Unterflurbewässerung .....   | 401 |
| 7.2      | Entwässerung .....   | 402 |
| 7.2.1    | Ziel der Entwässerung – Dränung .....  | 402 |
| 7.2.2    | Grabenentwässerung und Dränung .....   | 404 |
| 7.2.3    | Grabenentwässerung .....   | 406 |
| 7.2.4    | Dränung .....  | 409 |
| 7.3      | Wasser Re-Use bei der Bewässerung landwirtschaftlicher<br>Flächen – Aktuelle Entwicklungen ..... | 417 |
|          | Literatur .....  | 417 |
| <b>8</b> | <b>Verkehrswasserbau, Schifffahrt</b> .....  | 419 |
| 8.1      | Entwicklung der Schifffahrt .....  | 419 |
| 8.2      | Das schiffsinduzierte Strömungs- und Wellensystem .....  | 424 |
| 8.3      | Wasserstraßenklassifizierung und Regelschiffe .....  | 429 |
| 8.4      | Das Schiff im Fahrwasser .....   | 432 |
| 8.4.1    | Geradeausfahrt .....   | 433 |
| 8.4.2    | Kurvenfahrt .....  | 435 |
| 8.4.3    | Fahrt am Ufer, Begegnen, Überholen .....   | 437 |
| 8.4.4    | Fahrwasser und Fahrrinne .....   | 438 |
| 8.5      | Wasserstraßen .....  | 440 |
| 8.5.1    | Natürliche Gewässer mit Flussregelung .....  | 440 |
| 8.5.2    | Stauregelung zur Schiffbarmachung .....  | 442 |
| 8.5.3    | Schifffahrtskanäle – Künstliche Wasserstraßen .....  | 444 |
| 8.6      | Hafenanlagen .....   | 448 |
| 8.7      | Schleusen und Hebewerke .....  | 451 |
| 8.7.1    | Typisierung von Schleusen .....  | 451 |
| 8.7.2    | Typisierung von Schiffshebewerken .....  | 453 |
| 8.7.3    | Schleusung .....   | 456 |
| 8.7.4    | Füllung und Entleerung .....   | 456 |
| 8.7.5    | Schleusentore .....  | 460 |
| 8.8      | Kleinschifffahrt – Sportschifffahrt .....  | 462 |
|          | Literatur .....  | 464 |
|          | <b>Stichwortverzeichnis</b> .....  | 465 |