

## Vorwort

Die „Wasserbau-Praxis“ ist als Einführung in Gebiete und Probleme des Wasserbaus gedacht, ohne die Theorie zu strapazieren. Vor allem Studenten verschiedener Fachrichtungen, die einen Überblick über dieses interessante Fachgebiet erhalten (müssen), werden die „Wasserbau-Praxis“ gern als Lehrmittel verwenden. Das haben die ersten Auflagen bereits gezeigt, die schnell vergriffen waren. Der zu vermittelnde große Umfang, den der Wasserbau nun einmal hat, und das Ziel des Buches, eine Einführung zu sein, führen nur gelegentlich in die Tiefe eines Problems oder in Randgebiete, die wasserbauliche Projekte natürlich auch beeinflussen.

Die „Wasserbau-Praxis“ spiegelt die Vorlesungen und Übungen wider, die ich für Studenten des Bauingenieurwesens, der Wasserwirtschaft, der Landschaftsarchitektur, des Verkehrswesens und des Wirtschaftsingenieurwesens im Direkt- und im Fernstudium gehalten habe. Aber auch Planungsbüros, Behörden und andere Dienststellen können zahlreiche Anregungen für ihre tägliche Arbeit finden. Sowohl die großen Wasserbauwerke als auch die kleinen Probleme anderer Fachgebiete, bei denen der Wasserbau eine Rolle spielt, werden dargestellt. Rekonstruktionen, Modernisierungen und Unterhaltungsarbeiten nehmen ebenso einen Raum ein wie Neubauten.

Gegenüber den ersten beiden Auflagen sind einige Veränderungen vorgenommen worden, die dem Werk sicher gut tun werden. Insgesamt 40 Beispiele wurden unterschiedlich gestaltet. Sie können als Übungsaufgaben genutzt werden (sind dann kursiv gedruckt, z. B. *Beispiel 5: Eisbelastung eines Deckwerkes*) oder einer vertiefenden und anschaulichen Wissensvermittlung dienen.

Sowohl das größer gewordene Europa, die europäische Wasserrahmenrichtlinie als auch große Fluten wie 2002 berühren natürlich ein Buch, das sich mit dem Wasserbau beschäftigt. Gerade Ereignisse wie 2002 zeigen immer wieder deutlich, welche großen Aufgaben im Wasserbau noch bewältigt werden müssen. Auch der Klimawandel, das Streben nach weniger Ausstoß von CO<sub>2</sub>, die Renaturierung geschundener oder veränderter Landschaften (Braunkohle) und ihre Umwandlung in Kulturlandschaften oder Renaturierung beeinflussen immer mehr das Schaffen des Wasserbauers.

Auch den Gegnern wasserbaulicher Projekte wird mehr als nur ein kurzer Blick in dieses Buch empfohlen, um nicht im Übereifer durch falsche Behauptungen Gutes zu behindern, ohne Besseres schaffen zu können.

Die dritte Auflage erscheint in einem Band. Dieser ist umfangreicher als der bisherige erste Band, da der gesamte Binnenverkehrswasserbau aufgenommen wurde. Dafür entfällt der Bereich des Wasserbaus an der See (Seewasserstraßen, Seehäfen, Küstenschutz u. a.).

Ich wünsche Ihnen viel Freude, gute Erkenntnisse und ein sicheres Grundlagenwissen, wenn Sie mit diesem Band arbeiten.

Dresden, im Januar 2010

Eberhard Lattermann

# Inhaltsverzeichnis

<b>Einführung</b> .....	1
<b>1 Gewässerkunde</b> .....	2
1.1 Die Wasservorräte der Erde .....	2
1.2 Der Wasserkreislauf .....	2
1.2.1 Einführung .....	2
1.2.2 Der Niederschlag .....	4
1.2.3 Die Verdunstung .....	5
1.2.4 Versickerung, Grundwasser und unterirdischer Abfluss .....	5
1.2.5 Der oberirdische Abfluss .....	7
Beispiel 1: Niederschlag und Abfluss in einem kleinen Einzugsgebiet .....	8
1.3 Gewässerkundliche Ausgangsdaten .....	14
1.3.1 Daten für Fließgewässer .....	14
1.3.1.1 Wasserstände .....	14
1.3.1.2 Abflüsse .....	15
1.3.1.3 Geschiebe .....	16
1.3.2 Daten für Standgewässer .....	18
1.3.2.1 Wasserstände .....	18
1.3.2.2 Wellen .....	18
<i>Beispiel 2: Wellenbestimmung</i> .....	19
1.3.2.3 Windstau .....	21
1.3.3 Eis .....	21
1.3.3.1 Entstehung und Eigenschaften des Eises .....	21
1.3.3.2 Belastung von Ufern und Bauwerken durch Eis .....	22
<i>Beispiel 3: Statische Eisdruckkraft an einem Wehr</i> .....	24
<i>Beispiel 4: Thermische Eisdruckkraft</i> .....	25
Beispiel 5: Eisbelastung bei Wasserspiegelschwankung .....	26
1.4 Zusammenfassung .....	28
<b>2 Flussbau</b> .....	29
2.1 Hydromechanische Grundlagen, Fließformeln .....	29
2.1.1 Fließformeln für Gerinne .....	29
Beispiel 6: Trapezprofil .....	30
Beispiel 7: Doppeltrapezprofil .....	31
2.1.2 Fließformeln für bewachsene Fließgewässer .....	32
<i>Beispiel 8: Mittlerer <math>k_{SF}</math>-Beiwert</i> .....	32
Beispiel 9: Fließgewässer mit bewachsenen Vorländern .....	34
2.1.3 Schleppspannungen an Sohle und Böschung .....	35
2.2 Natürliche Fließvorgänge und Geschiebe .....	36
2.2.1 Fließvorgänge in der Geraden .....	36
2.2.2 Fließvorgänge in Krümmungen .....	37
2.2.3 Schwebstoffe und Geschiebe .....	38
Beispiel 10: Geschiebefracht .....	40
2.3 Bauen im und am Fließgewässer .....	41
2.3.1 Baustoffe und Bauelemente für den Flussbau .....	41
2.3.2 Sohlensicherungen .....	43
<i>Beispiel 11: Blockrampe</i> .....	46
2.3.3 Sicherung von Böschungen und Böschungsfüßen .....	48

2.3.4	Trassierung im Flussbau .....	51
2.3.5	Bauwerke im und am Fließgewässer .....	54
2.3.5.1	Geröllsperrn, Wildbachverbau .....	54
2.3.5.2	Wasserentnahmen .....	55
2.3.5.3	Durchlässe .....	56
	<i>Beispiel 12: Durchlassbemessung</i> .....	56
2.3.5.4	Düker .....	58
2.3.5.5	Pfeiler, Widerlager, Baugruben .....	59
	<i>Beispiel 13: Pfeilerstau an einer Brücke</i> .....	61
2.4	Hochwasserregelung .....	63
2.4.1	Entstehung und Ablauf einer Hochwasserwelle .....	63
2.4.2	Örtlicher Hochwasserschutz .....	64
	<i>Beispiel 14: Homogener Deich</i> .....	66
2.4.3	Hochwasserschutzsysteme .....	68
2.5	Niedrigwasserregelung .....	72
2.5.1	Ziele und Möglichkeiten einer Niedrigwasserregelung .....	72
2.5.2	Bauwerke zur Niedrigwasserregelung .....	73
2.5.3	Auswirkungen und Grenzen der Niedrigwasserregelung .....	77
2.6	Stauregelung .....	78
2.6.1	Ziele und Auswirkungen einer Stauregelung .....	78
2.6.2	Bauwerke einer Staustufe, ihre Anordnung und Herstellung .....	79
2.6.3	Fischaufstiegsanlagen .....	84
2.6.3.1	Einleitung .....	84
2.6.3.2	Raue Rampen mit Störsteinen .....	85
2.6.3.3	Verbindungsgewässer .....	86
2.6.3.4	Hydromechanische Bemessung naturnaher Fischaufstiegsanlagen .....	87
	<i>Beispiel 15: Verbindungsgewässer</i> .....	88
2.6.3.5	Technische Fischwege .....	89
2.7	Naturnaher Fließgewässerausbau, Renaturierung .....	90
2.8	Zusammenfassung .....	92
<b>3</b>	<b>Stauanlagen</b> .....	<b>93</b>
3.1	Einführung .....	93
3.2	Wehre .....	93
3.2.1	Hydromechanische Grundlagen .....	93
3.2.2	Standsicherheit .....	96
3.2.2.1	Wirkende Kräfte .....	96
3.2.2.2	Gleitsicherheit .....	97
3.2.2.3	Spannungsnachweise .....	98
3.2.2.4	Auftriebssicherheit .....	99
3.2.2.5	Nachweis der Sicherheit gegen hydraulischen Grundbruch .....	99
3.2.3	Verschlussorgane beweglicher Wehre .....	101
3.2.4	Modernisierung von Wehren .....	102
3.2.4.1	Veranlassung .....	102
3.2.4.2	Vergrößerung des Abflussvermögens .....	103
3.2.4.3	Verbesserung der Tosbeckenwirksamkeit .....	103
3.2.4.4	Verbesserung der Standsicherheit .....	103
	<i>Beispiel 16: Modernisierung eines Wehres</i> .....	104
3.2.5	Sonderformen von Wehrkörpern .....	112
3.3	Talsperren .....	114

3.3.1	Aufgaben von Talsperren .....	114
3.3.2	Bauarten von Staumauern .....	115
3.3.3	Bemessung einer Gewichtsstaumauer .....	115
3.3.3.1	Wirkende Kräfte und Lastfälle .....	115
3.3.3.2	Bemessen auf Kippen und Gleiten .....	116
	<i>Beispiel 17: Standsicherheit einer Staumauer</i> .....	117
3.3.4	Konstruktives und Technologisches zum Bau einer Gewichtsstaumauer .....	119
3.3.4.1	Blockeinteilung und Blockfugen .....	119
3.3.4.2	Staumauerbeton .....	120
3.3.4.3	Entwässerung des Betons und der Sohle .....	121
3.3.4.4	Dichtungsschleier .....	121
3.3.4.5	Staumauern aus Walzbeton .....	122
3.3.5	Rekonstruktion alter Staumauern .....	123
3.3.6	Aufgaben und Bauarten von Staudämmen .....	125
3.3.7	Durchsickerung und Standsicherheit eines homogenen Dammes .....	127
	<i>Beispiel 18: Durchsickerung eines homogenen Dammes und seines Unter-</i> <i>grundes</i> .....	129
3.3.8	Konstruktives und Technologisches zum Bau von Staudämmen .....	133
3.3.8.1	Übersicht .....	133
3.3.8.2	Stützkörper .....	133
3.3.8.3	Der Stützfuß .....	136
3.3.8.4	Dichtungen des Staudammes .....	136
3.3.8.5	Untergrundabdichtung .....	139
3.3.8.6	Filter .....	139
	<i>Beispiel 19: Suffosionsbeständigkeit eines Erdstoffes</i> .....	141
	<i>Beispiel 20: Kontakterosion/Filterbemessung</i> .....	143
	<i>Beispiel 21: Stauspiegelsenkung</i> .....	150
3.3.8.7	Schutzschichten .....	152
	<i>Beispiel 22: Absenkgeschwindigkeit des Wasserspiegels bei einem</i> <i>dichten Deckwerk</i> .....	154
3.3.9	Sanierung von Staumauern .....	156
3.3.10	Betriebseinrichtungen von Talsperren .....	156
3.3.10.1	Hochwasserentlastungsanlagen .....	156
	<i>Beispiel 23: Bemessung einer Hochwasserentlastungsanlage</i> .....	158
3.3.10.2	Entnahmeanlagen .....	159
3.3.10.3	Grundablässe .....	159
3.3.10.4	Mess- und Kontrolleinrichtungen .....	161
3.4	Sedimentationsbecken .....	162
3.4.1	Aufgaben und Besonderheiten von Sedimentationsbecken .....	162
3.4.2	Spül- und Absetzvorgänge .....	162
3.4.3	Dämme zur Spülfeldbegrenzung .....	165
3.4.4	Bauwerke für Sedimentationsbecken .....	166
3.5	Zusammenfassung .....	168
<b>4</b>	<b>Binnenverkehrswasserbau</b> .....	<b>169</b>
4.1	Binnenschifffahrt und Umwelt .....	169
4.2	Binnenschiffe und Schiffsverbände .....	170
4.3	Schiffahrtskanäle .....	172
4.3.1	Kanaltrassierung im Grundriss, Längsschnitt und Querschnitt .....	172
4.3.1.1	Allgemeine Gesichtspunkte .....	172

4.3.1.2	Die gerade Kanalstrecke .....	174
4.3.1.3	Krümmungen mit $R \leq 2000$ m .....	178
4.3.1.4	Übergangsbögen .....	179
	Beispiel 24: Trassierung eines Schifffahrtskanalabschnittes .....	181
4.3.2	Die Fahrdynamik im Schifffahrtskanal .....	182
4.3.2.1	Einzel fahrendes Schiff .....	182
	<i>Beispiel 25: Schifffahrt und Kanalquerschnitt</i> .....	184
4.3.2.2	Schiffsbegegnungen .....	187
	Beispiel 26: Exzentrische Fahrt .....	188
4.3.2.3	Der Propellerstrahl .....	189
	Beispiel 27: Propellerstrahl .....	190
4.3.3	Dichtungen und Deckwerke .....	190
4.3.3.1	Anforderungen an Dichtungen .....	190
4.3.3.2	Ausbildung von Kanaldichtungen .....	191
4.3.3.3	Aufgaben und Beanspruchung einer Schutzschicht .....	193
	Beispiel 28: Belastung und Bemessung von Kanalsohlen .....	196
4.3.3.4	Aufgaben, Beanspruchung und Bemessung eines Deckwerkes .....	197
	<i>Beispiel 29: Schüttsteindeckwerk auf einer Kanalböschung</i> .....	200
4.3.4	Kanalbauwerke .....	201
4.3.5	Wasserbilanz im Schifffahrtskanal .....	203
4.3.6	Sanierung, Modernisierung und Rekonstruktion im Kanalbau .....	203
4.4	Schiffbare Flüsse .....	207
4.4.1	Flussschifffahrt in Vergangenheit und Zukunft .....	207
4.4.2	Flussschifffahrt und Fahrdynamik .....	208
4.5	Nutzen, Kosten, Perspektiven .....	210
4.5.1	Der Bundesverkehrswegeplan .....	210
4.5.2	Das Nutzen-Kosten-Verhältnis .....	210
	<i>Beispiel 30: Nutzen-Kosten-Verhältnis für ein Großprojekt</i> .....	211
4.5.3	Perspektiven .....	212
4.6	Schleusen .....	213
4.6.1	Arten und Abmessungen von Binnenschiffsschleusen .....	213
4.6.2	Bau und Funktion einer Kammerschleuse .....	214
4.6.2.1	Teile einer Kammerschleuse .....	214
4.6.2.2	Ausbildung des Kammerquerschnittes .....	214
4.6.2.3	Schleusenhäupter .....	217
	<i>Beispiel 31: Standsicherheit eines Schleusenhauptes</i> .....	219
4.6.2.4	Schleusentore .....	223
	Beispiel 32: Bemessung eines Stemmtores .....	227
4.6.2.5	Umläufe und Umlaufverschlüsse .....	231
4.6.2.6	Revisionsverschlüsse .....	234
4.6.2.7	Stoßschutzeinrichtungen .....	234
	<i>Beispiel 33: Seilfanganlage</i> .....	235
4.6.3	Bau und Funktion einer Sparschleuse .....	236
4.6.4	Hydromechanik der Schleusen .....	238
4.6.4.1	Das Füllen einer Kammerschleuse .....	238
	<i>Beispiel 34: Füllung einer Schleusenkammer</i> .....	241
4.6.4.2	Das Füllen einer Sparschleuse .....	244
	<i>Beispiel 35: Entleerung einer Sparschleuse</i> .....	246
4.6.5	Leistungsfähigkeit von Schleusen .....	249
	<i>Beispiel 36: Leistung einer Schleuse</i> .....	249

4.6.6	Schleusentreppen und Koppelschleusen .....	249
4.7	Schiffshebewerke .....	250
4.7.1	Gegengewichtshebewerke .....	250
4.7.2	Schwimmerhebewerke .....	252
4.7.3	Die längsgeneigte Ebene .....	252
4.7.4	Die quergeneigte Ebene .....	253
4.7.5	Der Wasserkeil .....	255
4.8	Vorhäfen .....	255
	Beispiel 37: Bemessung eines Dalbens .....	258
4.9	Binnenhäfen und Umschlagstellen .....	261
4.9.1	Einleitung .....	261
4.9.2	Umschlagstellen und Häfen an Kanälen .....	262
4.9.3	Umschlagstellen und Häfen an Flüssen .....	262
4.9.4	Querschnittsgestaltung von Binnenhäfen .....	264
4.10	Zusammenfassung .....	268
<b>5</b>	<b>Wasserkraftwerke</b> .....	<b>270</b>
5.1	Wasserkraft und Umwelt .....	270
5.1.1	Der Bedarf an elektrischer Energie und seine Deckung .....	270
5.1.2	Wasserkraft als Quelle regenerativer Energie .....	272
5.1.3	Ökologische Fragen bei der Wasserkraftnutzung .....	273
5.1.4	Wirtschaftliche Fragen der Wasserkraftnutzung .....	273
5.1.5	Potentiale der Wasserkraft .....	275
5.2	Leistung und Arbeit eines Wasserkraftwerkes .....	276
	Beispiel 38: Flusskraftwerk .....	277
5.3	Turbinen .....	280
5.4	Kraftwerkskanäle .....	283
	Beispiel 39: Absperrschwall in einem Zulaufkanal .....	283
	Beispiel 40: Wabenplatten als Böschungsbefestigung .....	288
5.5	Arten von Wasserkraftwerken .....	291
5.5.1	Laufwasserkraftwerke .....	291
5.5.2	Spitzenwasserkraftwerke .....	291
5.5.3	Pumpspeicherwerke .....	292
5.5.4	Gezeitenkraftwerke .....	293
5.5.5	Wellenkraftwerke .....	295
5.5.6	Kleinwasserkraftwerke .....	295
5.6	Zusammenfassung .....	296
	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>297</b>
	<b>Symbolverzeichnis</b> .....	<b>304</b>
	<b>Sachwortverzeichnis</b> .....	<b>308</b>