



Heinz Patt

mit Peter Jürging und Werner Kraus

Naturnaher Wasserbau

Entwicklung und Gestaltung
von Fließgewässern

5. Auflage

 Springer Vieweg

Heinz Patt

Naturnaher Wasserbau

Entwicklung und Gestaltung von
Fließgewässern

5. Auflage

 Springer Vieweg

Heinz Patt
Professor Patt & Partner
Bonn, Deutschland

ISBN 978-3-658-22477-6

ISBN 978-3-658-22478-3 (eBook)

<https://doi.org/10.1007/978-3-658-22478-3>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Vieweg

Zuvor erschienen unter Patt/Jürging/Kraus

© Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 1998, 2007, 2008, 2011, 2018

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen. Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Springer Vieweg ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

Vorwort zur 5., aktualisierten Auflage

Die praktische Umsetzung der Vorgaben der EG-Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) in den Nationalstaaten ist seit der 4. Auflage dieses Buches im Jahre 2010 weiter fortgeschritten. In der nun vorliegenden 5. Auflage werden der momentane Stand der Umsetzung, die bisherigen Ergebnisse und Erfahrungen sowie die weitere Vorgehensweise im Umsetzungsprozess dargestellt. – Nicht alles ist wie geplant gelungen, aber zumindest hat man gelernt und ist gewillt, es besser zu machen.

Nach dem Fristenplan der Richtlinie steht im Jahr 2019 die Fortschreibung der Bestandsaufnahme auf der Agenda.

Die EG-Wasserrahmenrichtlinie geht im Jahre 2019 in ihre letzte Dekade. Gemäß Art. 19 EG-WRRL ist vorgesehen, dass die Europäische Kommission bis zum 22. Dezember 2019 die EG-Wasserrahmenrichtlinie überprüft und auf der Grundlage der bisherigen Entwicklungen und Erfahrungen ggf. erforderliche Änderungen vorschlägt. – Wie diese Vorschläge im Detail aussehen und wie es dann in der europäischen Wasserpolitik weitergeht, bleibt abzuwarten.

Die zwischenzeitlich veröffentlichte Richtlinie der Europäischen Gemeinschaft (EG) zur Verbesserung des Hochwasserschutzes (sog. Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie – EG-HWM-RL) hat zahlreiche Synergien freigesetzt. Wie auch in früheren Jahrzehnten, hat der Hochwasserschutz der naturnahen Gestaltung unserer Fließgewässer und Auen „gut getan“ und so manche Projektrealisierung erst ermöglicht bzw. beschleunigt.

Die Ergebnisse der Klimakonferenzen von Paris, und im Jahre 2017 in Bonn, sind in ihren Aussagen hinsichtlich der Erhöhung der Erdtemperatur eindeutig. Die prognostizierten Klimaveränderungen werden unser wasserwirtschaftliches Handeln verändern und auch vor den Lebensräumen an und in unseren Gewässern keinen Halt machen. Es bleibt zu hoffen, dass die „Gegenmaßnahmen“ so frühzeitig eingeleitet werden, dass diese auch noch Zeit haben zu wirken. Auf Starkregenereignisse kann man sich ggf. noch mit technischen Maßnahmen einstellen. Aber jede Lebensform, die durch eine Veränderung der Lebensbedingungen verschwindet, ist unwiederbringlich verloren.

Auch diese 5. Auflage enthält wieder das Vorwort zur 1. Auflage. Trotz vieler neuer Erkenntnisse sind die dort formulierten grundsätzlichen Hinweise zum naturnahen Wasserbau immer noch richtig. Mehr noch: Sie weisen darauf hin, dass Aktionismus nicht solide Facharbeit ersetzen kann.

Meine beiden verstorbenen Mitautoren und Freunde, Dr. Peter Jüring und Dipl.-Ing. Werner Kraus, hatten das schon vor zwei Jahrzehnten als Handlungsprämisse erkannt!

Wieder konnte ich Kollegen gewinnen, um spezielle Kapitel kritisch durchzuschauen bzw. zu aktualisieren.

Assessor Klaus-Dieter Fröhlich, Kanzlei Fröhlich in Berlin & Lehrbeauftragter für Umweltrecht an der Universität Duisburg-Essen, habe ich für die Durchsicht des Kapitels (Kap. 2) über die Rechtsnormen zu danken. Gleiches hat Dr. Hans Stutz, Leiter der Rechtsabteilung im Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft, Zürich, für die gesetzlichen Regelungen in der Schweiz getan (s. Abschn. 2.14).

Ministerialrat Dr. Klaus Arzet, Bayerisches Ministerium für Umwelt und Verbraucherschutz, hat die Ausführungen über das Flussgebietsmanagement (Kap. 9) überarbeitet und Dipl.-Ing. Walter Binder (ehemals Bayerisches Landesamt für Umwelt) das Kapitel über die Lebensräume an Fließgewässern (Kap. 4). – Vielen Dank dafür!!!

Bonn, Deutschland
im September 2018

Univ. Prof. Dr.-Ing. habil. Heinz Patt

Vorwort zur 1. Auflage

„... Auf mühevolem, meist empirischen Wege hat sich die Kunst des Flussbaues entwickelt. Seine Anfänge waren von den Bedürfnissen des Augenblicks geboten. Die Beweglichkeit des zu behandelnden Elements ließ die Übertragung einer einzelnen Erfahrung und allgemeine Schlüsse nur selten zu und, obwohl der Wasserbau schon seit Jahren eine zunehmende wissenschaftliche Behandlung erfahren hat ...“.

„... so sind neben den wenigen ganz allgemeinen Grundgesetzen allgemein anwendbare Regeln und Vorschriften nur in geringem Maße gewonnen worden. Der wichtigste Satz aller Studien ist der, dass jeder Fluss ein Individuum ist, das seine eigene Behandlung verlangt, da die bestimmenden Faktoren, Wassermenge, Gefälle, Geschiebe und Uferbildungen bei allen Flüssen, ja sogar innerhalb einzelner Flussstrecken große Verschiedenheiten aufweisen. Nichts wäre weniger angezeigt, und nichts würde zu größerer Geldverschwendung führen, als wenn alle Flüsse nach einer einzelnen Schablone behandelt würden; denn schon die Ungleichheit einer einzigen wesentlichen Eigenschaft zwingt im Flussbau zur Anwendung anderer Mittel ...“.

Diese fast philosophisch anmutende Sichtweise, in der die Fließgewässer als sehr eigensinnig reagierende Individuen dargestellt werden, die aber bei entsprechender Behandlung sehr dienlich sein können, stammt aus einer Denkschrift der Bayerischen Obersten Baubehörde aus dem Jahre 1909.

Der Mensch hat sich leider in den vergangenen Jahrzehnten die damit verbundene Umgangsweise mit den Fließgewässern nicht zu eigen gemacht. So ist es nicht verwunderlich, wenn z. B. in einer Bürgerpetition aus dem Jahre 1928 an einen Gemeinderat die Einbeziehung eines Baches in das Kanalisationsnetz der Gemeinde beantragt wird. Als Gründe werden angeführt:

„... Die unterzeichnenden Einwohner, die an dem vorstehend genannten Bach wohnen, bitten hiermit den wohlwöblichen Gemeinderat, auch diesen Bach in die zu bauende Kanalisation einzubeziehen, und zwar aus folgendem Gründen: Die zu bauende Kanalisation hat den Zweck, die den Ort durchziehenden Gewässer unterirdisch abzuleiten ...“.

„... Weiter ist der sich an diesem Bach entlangziehende Verkehrsweg nur sehr schmal und es ist darum auch im Verkehrsinteresse von größtem Vorteil, wenn dieser Bach unterirdisch abgeleitet wird ...“.

Der zuständige Kreisbaumeister führt dazu aus:

„... Infolge der geringen Abmessung des Bachprofils und der hohen Lage der Sohle kommt es bei Hochwasserabfluss häufig zu Überschwemmungen der Straßen in der Dorfage. Zudem wird der Grundwasserspiegel hochgehalten und hält so die Fundamente der anliegenden Wohnhäuser feucht, wodurch die Wohnungen ungesund sind. Bei den geringen Wassermengen, die der Bachlauf im Sommer führt, bleiben die eingeleiteten Abwässer stehen. Es ist doch nicht zu vermeiden, dass der Bachlauf als Abladestelle für alle möglichen Abfälle dient, wodurch derselbe zum Schmutzbach wird. Die Beseitigung des Bachlaufes erscheint daher in sanitärer Hinsicht besonders erwünscht ...“.

Bei einem derartigen Umgang mit den Fließgewässern, war das Verschwinden zahlreicher Fließgewässer aus urbanen Bereichen vorprogrammiert. Konnten die Gewässer bleiben, wurden sie meist technisch ausgebaut. Die Probleme mit der Gewässergüte blieben oft ungelöst und wurden an den jeweiligen Unterlieger weitergereicht.

Vor etwa zwei Jahrzehnten wurde jedoch mehr und mehr erkennbar, dass ein derartiger Umgang mit den natürlichen Ressourcen auf die Dauer zu irreversiblen Schäden führen wird. In der Folge trugen zahlreiche Berichte in den Medien über Umweltprobleme und deren gesundheitliche Auswirkungen erheblich dazu bei, das Interesse der Bevölkerung für ökologische Zusammenhänge zu wecken und so das Umweltbewusstsein generell zu fördern. In diesem Zusammenhang wurde der Begriff der nachhaltigen Entwicklung geprägt, der heute ein übergeordnetes Ziel im Umweltschutz ist.

Im Zuge dieser neuen Sichtweise hat sich wohl kein Arbeitsfeld in den letzten Jahren derartig stark verändert wie dasjenige des Wasserbauingenieurs. Über lange Zeit angewandte Strategien und Baumethoden bei Ausbau und Unterhaltung von Fließgewässern mussten völlig neuen, ökologisch ausgerichteten Ansprüchen genügen, die in der klassischen, konstruktiv oder nutzungsorientiert ausgerichteten Ausbildung des Wasserbauers und Kulturbauingenieurs nicht vorgesehen waren.

Die neuen Anforderungen, die nun bei Ausbau und Unterhaltung von Fließgewässern berücksichtigt werden müssen, sind nur noch im Team mit anderen Fachdisziplinen zu lösen. Diese Zusammenarbeit hat deutliche Spuren bei Planung und Ausführung hinterlassen; oftmals wird heute genau umgekehrt verfahren wie vor einigen Jahren. Schon die Begriffe Rückbau, Revitalisierung und Renaturierung deuten auf Korrekturen an den bislang verfolgten Ausbaustrategien hin.

Die plastische Darstellung vieler „Sünden“ des technischen Wasserbaus in diesem Buch soll keine Abrechnung mit der Vergangenheit sein. Die Nutzung der natürlichen Ressourcen dient uns allen und hat daher auch im Rahmen einer nachhaltigen Entwicklung weiterhin ihre Berechtigung. Wie viele andere Auswirkungen der Industrialisierung wurde die anthropogene Beeinflussung der Fließgewässer von der Gesellschaft gewünscht und durch politische Entscheidungsprozesse eingeleitet.

Wesentliche Intention des Buches ist die Darstellung der Auswirkungen von Eingriffen in die natürliche Fließgewässerentwicklung als Entscheidungshilfe für zukünftige Planungen. Das Für und Wider eines Eingriffs muss möglichst frühzeitig in seinen Gesamtauswirkungen bewertet werden. Ist ein Eingriff notwendig, können die Methoden des na-

turnahmen Wasserbaus dazu beitragen, die Beeinträchtigungen von notwendigen baulichen Maßnahmen abzumildern. An ausgebauten Fließgewässern können durch Renaturierungen wieder naturnähere Zustände hergestellt werden. Der „Lebensraum Fließgewässer“ ist dabei ein wichtiges Kriterium. Die Berücksichtigung ökologischer Belange bei Baumaßnahmen an Fließgewässern sind jedoch eine Voraussetzung dafür, dass sich auch spätere Generationen auf die Erneuerungskräfte der Natur verlassen können.

Bei einem derart komplexen Thema ist auch bei einem Buch eine gemeinsame Arbeit zwischen verschiedenen Fachdisziplinen erforderlich. Als Autoren sind deshalb zwei Wasserbauer, ein Hochschullehrer und ein Praktiker sowie ein Landespfleger beteiligt. Diese interdisziplinäre Zusammensetzung hat sich auch in anderen gemeinsamen Projekten bestens bewährt.

Prof. Dr.-Ing. G. Vogel (Hochschule Wismar), Assessor K.-D. Fröhlich (Institut für das Recht der Wasser- und Entsorgungswirtschaft an der Universität Bonn), Dipl.-Ing. (FH) W. Gröbmaier und Dipl.-Ing. W. Kraier (beide Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft) haben jeweils einzelne Kapitel kritisch durchgesehen und wertvolle Hinweise gegeben. Das gilt auch für Dipl.-Ing. E. Städtler (Staatliches Umweltamt Köln), der uns zusätzlich zahlreiche Fotos zur Verfügung gestellt hat. An der Illustration des Buches haben Dipl.-Ing. R. Sonn (technische Grafiken) und H. Geipel (Zeichnungen) mitgewirkt.

Allen Genannten möchten wir ganz herzlich danken.

Bonn, München, Rosenheim,
Deutschland
im Dezember 1997

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Heinz Patt
Dr. Peter Jürging
Dipl.-Ing. Werner Kraus

Inhaltsverzeichnis

1	Zielsetzung	1
	Literatur	3
2	Rechtlicher Rahmen	5
2.1	Europäische Rechtsnormen	5
2.1.1	EG-Wasserrahmenrichtlinie	6
2.1.2	Europäische Hochwasserschutz-Richtlinie	24
2.1.3	Europäische Naturschutzrichtlinien	25
2.2	Rechtliche Grundlagen – Bundesrepublik Deutschland	28
2.3	Rahmengesetzgebung, Föderalismusreform, Gesetze der Bundesländer .	30
2.4	Wasserhaushaltsgesetz – WHG	31
2.4.1	Grundsätzliches	31
2.4.2	Erlaubnis und Bewilligung, Benutzungen	34
2.4.3	Bewirtschaftung oberirdischer Gewässer	37
2.4.4	Gewässerausbau, Planfeststellung, Plangenehmigung	40
2.4.5	Hochwasserschutz, Gefahrenkarten, Risikomanagement	41
2.4.6	Maßnahmenprogramm, Bewirtschaftungspläne	44
2.5	Hochwasserschutzgesetz II	45
2.6	Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG)	47
2.7	Eingriffsregelung	51
2.7.1	Eingriffe	51
2.7.2	Verursacherpflichten	51
2.7.3	Verfahrensinhalte	52
2.8	Bundes-Bodenschutzgesetz – BBodSchG	54
2.9	Gesetz über die Wasser- und Bodenverbände	55
2.10	Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG)	56
2.11	Verwaltungsverfahren, Planfeststellung, Plangenehmigung	57
2.12	Unselbstständige Teile verwaltungsbehördlicher Verfahren und Planungsinstrumente	59
2.12.1	Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP)	59
2.12.2	Oberflächenwasserverordnung	60

2.13	Bundesprogramm Blaues Band Deutschland	61
2.14	Rechtslage in der Schweiz	62
2.14.1	Wahrnehmung von Rechtsetzungsbefugnissen durch den Bund	63
2.14.2	Bundesrechtliche Regelungen zum Hochwasserschutz	65
2.14.3	Bundesgesetzliche Regelungen zum Gewässerraum	67
2.14.4	Bundesgesetzliche Regelungen zur Revitalisierung der Gewässer	68
	Literatur	68
3	Morphologie der Fließgewässer	71
3.1	Klima	72
3.2	Geomorphologie	74
3.3	Natürliche Fließgewässerentwicklung	78
3.3.1	Gewässerbettbildende Prozesse	79
3.3.2	Linienführung (Laufform)	81
3.3.3	Längsprofil, Querprofile, Sohlenstrukturen	90
3.3.4	Zeiträume für eine natürliche Entwicklung	95
3.4	Anthropogen beeinflusste Fließgewässer	97
3.4.1	Landnutzung und Besiedlung	98
3.4.2	Laufkorrekturen und Profilausbau	103
3.4.3	Hochwasserschutzmaßnahmen	105
3.4.4	Wehre und Stauanlagen – Einschränkung der Durchgängigkeit	106
3.4.5	Künstliche Gewässer	107
3.4.6	„Inkubationszeit“ – Reaktion der Fließgewässer auf anthropogene Beeinflussungen	108
3.5	Systematik der Fließgewässer	108
3.5.1	Einteilung der Fließgewässer	109
3.5.2	Charakteristische abiotische Merkmale	112
	Literatur	115
4	Lebensraum Fließgewässer	121
4.1	Natürliche Fließgewässer	121
4.1.1	Fließgewässer- und Auendynamik	122
4.1.2	Physikalische Faktoren	125
4.1.3	Chemische Faktoren	131
4.1.4	Biotische Faktoren	133
4.1.5	Lebensräume und Lebensgemeinschaften	136
4.2	Anthropogen veränderte Fließgewässer	157
4.2.1	Fließgewässer- und Auendynamik	159
4.2.2	Physikalische Faktoren	160
4.2.3	Chemische Faktoren	162
4.2.4	Biotische Faktoren	164

4.2.5	Anthropogen bedingte und beeinflusste Lebensräume und Lebensgemeinschaften	167
	Literatur	179
5	Fließgewässer – Güte, Struktur, Typologie sowie Bewertung und Zustand nach EG-WRRL	183
5.1	Gewässergüte	183
5.1.1	Chemisch-physikalische Verfahren	184
5.1.2	Biologische Verfahren	185
5.1.3	Güteklassen – Gewässergütekarte	188
5.1.4	Leitbildorientierte biologische Bewertung	188
5.2	Gewässerstrukturkartierung	189
5.2.1	Anfänge der Strukturkartierung	190
5.2.2	Verfahren	191
5.3	Fließgewässertypologie	195
5.3.1	Leitbild, Referenzbedingung, Referenzgewässer	196
5.3.2	Fließgewässertypen	196
5.4	Bewertung der Oberflächengewässer nach EG-WRRL	198
5.4.1	Oberflächenwasserkörper	198
5.5	Zustandsbewertungen	200
5.5.1	Abschätzung im Vorfeld der Zustandsbewertung 2005	200
5.5.2	Zustandsbewertung 2005	201
5.5.3	Zustandsbewertungen 2010 und 2015	201
5.6	Habitatindex	202
	Literatur	203
6	Hydrologische Grundlagen	207
6.1	Wasserkreislauf	207
6.2	Wasserhaushaltsgleichung	208
6.2.1	Niederschlag	209
6.2.2	Verdunstung	210
6.2.3	Abflussentstehung	211
6.2.4	Retention (Rückhalt)	213
6.2.5	Verbesserung des Wasserrückhalts	214
6.3	Hydrologische Daten für die Planung	215
6.3.1	Hydrometrie	216
6.3.2	Hydrologische Verfahren	217
6.4	Abflüsse	217
	Literatur	220

7	Hydraulische Nachweise	223
7.1	Geschwindigkeitsverteilung	223
7.2	Strömen – Schießen	225
7.2.1	Froude-Zahl	226
7.2.2	Formen des Fließwechsels	227
7.2.3	Grenzverhältnisse	228
7.3	Abfluss- und Wasserspiegelberechnungen	228
7.3.1	Berechnung nach Manning-Strickler	231
7.3.2	Berechnung nach Darcy-Weisbach	231
7.3.3	Berechnungsverfahren nach Mertens	240
7.3.4	Transportkörper auf der Sohle	243
7.3.5	Verklausungen und lokale Fließwiderstände	245
7.4	Überströmte Strukturen	245
7.4.1	Vollkommener Überfall	247
7.4.2	Unvollkommener Überfall	247
7.4.3	Abflussbeiwert	247
7.4.4	Seitlich angeströmte Überfälle – „Streichwehre“	248
7.5	Sohlenbauwerke	249
7.5.1	Hydraulische Wirksamkeit	250
7.5.2	Bemessung von Sohlenrampen	250
7.6	Physikalische und mathematische Modelle	253
7.6.1	Wasserspiegellagen, Überschwemmungsgrenzen	253
7.6.2	Feststofftransportmodelle	254
7.6.3	Habitatmodellierung – Öko-Hydraulik	254
7.6.4	Physikalische Modelle, wasserbauliches Versuchswesen	255
	Literatur	255
8	Feststofftransport in Fließgewässern	261
8.1	Systematik	261
8.2	Transportbeginn	265
8.3	Kritische Geschwindigkeit	265
8.4	Kritische Schubspannung	267
8.5	Geschiebetransportformeln	273
8.5.1	Formel von Einstein	273
8.5.2	Formel nach Meyer-Peter & Müller	274
8.5.3	Anwendungsbereiche der empirischen Formeln	275
8.5.4	Geschiebejahresfracht	276
8.6	Messmethoden für den Feststofftransport	277
8.6.1	Geschiebemessung	277
8.6.2	Schwebstoffmessung	277
	Literatur	278

9	Flussgebietsmanagement, Fließgewässerentwicklung	281
9.1	Flussgebietsmanagement – Bewirtschaftungsplanung	282
9.1.1	Bewirtschaftung nach Flussgebietseinheiten	283
9.1.2	Umweltziele	283
9.1.3	Zustandsbewertung	285
9.1.4	Bewirtschaftungspläne	290
9.1.5	Maßnahmenprogramme, Maßnahmenplanung	291
9.2	Fließgewässerentwicklungsplanung	292
9.2.1	Planungsebenen	292
9.2.2	Planungsdaten	294
9.2.3	Ausbildung, Fortbildung, Weiterbildung	302
9.3	Staatliche Fördermaßnahmen und Programme	304
	Literatur	305
10	Naturnahe Gestaltung – Methoden des naturnahen Wasserbaus und der Ingenieurbiologie	309
10.1	Eigendynamische Fließgewässerentwicklung	309
10.2	Einleiten dynamischer Prozesse	313
10.2.1	Veränderungen an der Laufentwicklung	314
10.2.2	Gewässeraufweitungen	315
10.2.3	Verbesserung des Geschiebehaushaltes	316
10.2.4	Totholz	318
10.2.5	Altgewässer	319
10.3	Revitalisierung einzelner Ökosystem-Bausteine	320
10.3.1	Durchgängigkeit	320
10.3.2	Anbinden von Seitengewässern	323
10.3.3	Auenvitalisierung, Anlage von Gewässerrandstreifen	324
10.4	Sicherung gegen Seitenerosion, Längsverbau	328
10.4.1	Röhrichte	328
10.4.2	Rauhbaum	330
10.4.3	Faschinenbündel	332
10.4.4	Senkwalzen, Senkfaschinen	333
10.4.5	Flechtzaun	335
10.4.6	Weidenspreitlage	336
10.4.7	Weidenbuschlage	338
10.4.8	Böschungsrasen	339
10.4.9	Gehölze	340
10.4.10	Steinverbau	341

10.5	Sicherung gegen Seitenerosion, Buhnen	346
10.5.1	Buhnen aus Steinen	349
10.5.2	Dreiecksbuhnen aus Steinen (Steinsporne)	350
10.5.3	Buhnen aus Wurzelstöcken	353
10.5.4	Flechtwerksbuhnen	354
10.5.5	Steinkastenbuhnen	355
10.6	Sicherung gegen Tiefenerosion	357
10.6.1	Totholzschwellen	357
10.6.2	Sohlen- und Grundswellen	358
10.6.3	Sohlenrampen	360
10.7	Fischwanderhilfen	367
10.7.1	Planungsgrundlagen	368
10.7.2	Naturnahe Bauweisen	370
10.7.3	Technische Bauweisen	373
10.7.4	Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen	375
10.7.5	Wanderfischprogramme	376
10.8	Deiche	377
10.8.1	Gestaltung und Unterhaltung	377
10.8.2	Gehölze auf Deichen	380
10.8.3	Rückverlegung von Deichen	381
10.9	Freizeit und Erholung	383
	Literatur	383
11	Baumaterialien im naturnahen Wasserbau und in der Ingenieurbiologie	393
11.1	Pflanzen	393
11.1.1	Rasen	393
11.1.2	Röhrichte	398
11.1.3	Gehölze	399
11.2	Steine	407
11.2.1	Chemismus	407
11.2.2	Grundsätze des Arbeitens mit Steinen	408
11.3	Weitere Baustoffe	411
11.3.1	Holz	411
11.3.2	Metalle	411
11.3.3	Geotextilien	412
	Literatur	412
12	Gewässerunterhaltung	415
12.1	Unterhaltungslast, Eigentumsverhältnisse und Duldungspflichten	415
12.2	Aufgaben der Gewässerunterhaltung	416
12.3	Unterhaltungsmaßnahmen	417
12.3.1	Regelmäßig wiederkehrende Unterhaltungsmaßnahmen	417

12.3.2	Unregelmäßig wiederkehrende Unterhaltungsmaßnahmen	427
12.3.3	Sonstige Unterhaltungsmaßnahmen	432
12.3.4	Zeitrahmen für Unterhaltungsarbeiten im Jahresgang	434
12.3.5	Gewässerunterhaltungsplan	435
	Literatur	436
DIN Normen		441
Symbolverzeichnis		445
Abkürzungsverzeichnis		449
Glossar		451
Sachverzeichnis		463

Zielsetzung

1

Für den Naturhaushalt bedeutet jeder menschliche Eingriff eine Veränderung der natürlichen Lebensbedingungen und birgt deshalb die Gefahr der Störung des ökologischen Gleichgewichts in sich. In der Vergangenheit hat die Natur die aufgetretenen Instabilitäten durch ihr Regenerationsvermögen ausgleichen und überdecken können.

Die zunehmende Industrialisierung in den letzten Jahrzehnten hat jedoch zu einer derart deutlichen Steigerung der Belastung geführt, dass die bisher versteckten Umweltschäden mehr und mehr erkennbar wurden. Die Gesamtauswirkungen sind derzeit wohl noch nicht in vollem Umfang abzuschätzen.

Von Bedeutung für den Wasserhaushalt und die Entwicklung der Fließgewässer sind der zunehmende Flächenbedarf für Wohn-, Gewerbe- und Industriegebiete sowie die zugehörigen Infrastrukturen, die Sicherstellung der Wasserversorgung in Form von Trinkwasser für die Bevölkerung sowie Brauchwasser für Gewerbe und Industrie, der Ausbau der Gewässer zur Elektrizitätsgewinnung aus der regenerativen Wasserkraft und Hochwasserschutzmaßnahmen.

Alle genannten Nutzungen führen zu einer Inanspruchnahme von Flächen in den natürlichen Überschwemmungsgebieten und engen damit die Entwicklungs- und Kompensationsmöglichkeiten der Fließgewässer mehr oder weniger stark ein. Um die optimalen Voraussetzungen für die Nutzungen zu schaffen, wurden die Fließgewässer oft in sterile, klar gegliederte, von Bewuchs und sonstigen Fließhindernissen befreite Querschnitte gezwängt, die keinerlei Anbindung an die restliche Flusslandschaft mehr haben. Die Gewässerqualität lässt auch heute, hauptsächlich wegen der diffusen Einleitungen, in vielen Bereichen immer noch zu wünschen übrig.

Als erster wies Prof. Alwin Seifert im Jahre 1938 auf diese Missstände hin und forderte einen „naturnäheren Gewässerbau“ (Seifert 1938). Das Gedankengut lag wegen der Nachkriegszeit und den gesellschaftlichen Anforderungen dieser Zeit lange brach. In der Zeit des Wiederaufbaus hatten der Wohnungsbau, die Schaffung von Infrastruktureinrichtungen sowie Bodenmelioration und Intensivierung der Landwirtschaft Vorrang. Nach