

---

Heinz Patt

# Naturnaher Wasserbau

Entwicklung und Gestaltung von  
Fließgewässern

5. Auflage



Springer Vieweg

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Zielsetzung</b> .....	1
	Literatur .....	3
<b>2</b>	<b>Rechtlicher Rahmen</b> .....	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 (UVP) .....	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	Rechtsslage 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
<b>3</b>	<b>Morphologie der Fließgewässer . . . . .</b>	<b>71</b>
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
<b>4</b>	<b>Lebensraum Fließgewässer . . . . .</b>	<b>121</b>
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
<b>5</b>	<b>Fließgewässer – Güte, Struktur, Typologie sowie Bewertung und Zustand nach EG-WRRL . . . . .</b>	<b>183</b>
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
<b>6</b>	<b>Hydrologische Grundlagen . . . . .</b>	<b>207</b>
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

<b>7</b>	<b>Hydraulische Nachweise</b> . . . . .	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
<b>8</b>	<b>Feststofftransport in Fließgewässern</b> . . . . .	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

---

<b>9</b>	<b>Flussgebietsmanagement, Fließgewässerentwicklung</b> . . . . .	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
<b>10</b>	<b>Naturnahe Gestaltung – Methoden des naturnahen Wasserbaus und der Ingenieurbiologie</b> . . . . .	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
<b>11</b>	<b>Baumaterialien im naturnahen Wasserbau und in der Ingenieurbiologie</b>	<b>393</b>
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
<b>12</b>	<b>Gewässerunterhaltung</b>	<b>415</b>
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	Zeitraumen für Unterhaltungsarbeiten im Jahresgang . . . . .	434
12.3.5	Gewässerunterhaltungsplan . . . . .	435
Literatur	. . . . .	436
<b>DIN Normen</b>	. . . . .	441
<b>Symbolverzeichnis</b>	. . . . .	445
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	. . . . .	449
<b>Glossar</b>	. . . . .	451
<b>Sachverzeichnis</b>	. . . . .	463