
Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur 3. Auflage	9
Vorwort zur 2. Auflage	9
Vorwort zur 1. Auflage	10
Danksagung	12
Einleitung	23
<hr/>	
1 Biologie der Fischabwanderung	27
<hr/>	
1.1 Typologie von Wanderungen	27
1.1.1 Grundlagen	27
1.1.2 Migrationsgilden	30
1.1.2.1 Diadrome Arten	32
1.1.2.1.1 Anadrome Arten.....	33
1.1.2.1.2 Katadrome Arten	40
1.1.2.1.3 Amphidrome Arten.....	42
1.1.2.2 Potamodrome Arten.....	42
1.1.2.3 Ozeanodrome Arten	44
1.2 Abwandernde und abdriftende Entwicklungsstadien	45
1.2.1 Embryonen / Eier	45
1.2.2 Eleutheroembryonen / Dottersackbrütlinge	46
1.2.3 Larven	46
1.2.4 Juvenile	48
1.2.5 Adulte	49
1.3 Zeitgeber und Rhythmik der Abwanderung	52
1.3.1 Geophysikalische Zeitgeber und resultierende Rhythmen	53
1.3.1.1 Jahreszeitliche Rhythmik	53
1.3.1.2 Tageszeitliche Rhythmik.....	57
1.3.1.3 Lunare Rhythmik	60
1.3.2 Sonstige Zeitgeber	61
1.3.2.1 Abfluss	61
1.3.2.2 Wassertemperatur.....	63
1.3.2.3 Weitere Faktoren	64
1.4 Intensität der Abwanderung	64
1.4.1 Untersuchungen mit Plankton- und Driftnetzen	66
1.4.2 Untersuchungen mit Hamen und Reusen	67
1.5 Wanderkorridore	70
1.5.1 Horizontale Differenzierung	70
1.5.2 Vertikale Differenzierung	71

2	Schädigung abwandernder Fische	75
2.1	Schädigung in Turbinen	75
2.1.1	Technische Grundlagen	75
2.1.1.1	Kaplan-Turbinen	76
2.1.1.2	Francis-Turbinen	80
2.1.2	Schädigungsraten	84
2.1.2.1	Salmoniden	85
2.1.2.2	Aale	87
2.1.2.3	Neunaugen	87
2.1.2.4	Sonstige Arten	87
2.1.3	Prognosemodelle	89
2.1.3.1	Physikalische Modelle	90
2.1.3.1.1	Modell VON RABEN, 1. Fassung (1957a)	92
2.1.3.1.2	Modell VON RABEN, 2. Fassung (1957a)	93
2.1.3.1.3	Modell VON RABEN, 3. Fassung (1957b)	94
2.1.3.1.4	Modell MONTEN, 1. Fassung (1985)	95
2.1.3.1.5	Modell MONTEN, 2. Fassung (1985)	96
2.1.3.1.6	Modell BELL (1990)	97
2.1.3.1.7	Modell TURNPENNY et al. (2000)	98
2.1.3.2	Empirische Modelle	99
2.1.3.2.1	Modelle LARINIER & DARTIGUELONGUE (1989)	99
2.1.3.2.2	Modelle EBEL (2008a)	101
2.1.3.2.3	Modelle GOMES & LARINIER (2008)	102
2.1.3.3	Vergleich von beobachteten und berechneten Mortalitätsraten	103
2.1.3.3.1	Physikalische Modelle	103
2.1.3.3.2	Empirische Modelle	104
2.1.3.4	Schlussfolgerungen	105
2.1.4	Sekundäreffekte der Turbinenpassage	111
2.2	Schädigung in sonstigen Triebwerken	111
2.2.1	Wasserräder	111
2.2.2	Wasserkraftschnecken	111
2.3	Schädigung an mechanischen Barrieren	116
2.4	Schädigung an Stauanlagen	119
2.4.1	Aufprall auf den Unterwasserspiegel	121
2.4.2	Abrasionen, Kollisionen, Scherkräfte und Turbulenzen	122
2.4.3	Veränderung der Gassättigung	123
2.4.4	Druckunterschiede	124
2.4.5	Prädation	126
3	Prinzipien des Fischschutzes an Wasserkraftanlagen	131
3.1	Fischschutz- und Bypasssysteme	131
3.2	Fischschonende Turbinen	133

3.3	Fischschonender Anlagenbetrieb	135
3.4	Fang und Transport.....	136
<hr/>		
4	Typologie und Hydraulik mechanischer Barrieren und Bypässe	139
<hr/>		
4.1	Mechanische Barrieren	139
4.1.1	Barrieretypen	141
4.1.1.1	Konventioneller Rechen	141
4.1.1.2	Flachrechen / geneigter Rechen	143
4.1.1.3	Leitrechen / Schrägrechen	143
4.1.1.4	Louver	145
4.1.1.5	Eicher Screen	147
4.1.1.6	Modular Inclined Screen	147
4.1.1.7	Tauchwand	147
4.1.1.8	Sohlleitwand.....	149
4.1.1.9	Vertikal umlaufende Barrieren	149
4.1.1.10	Horizontal umlaufende Barrieren.....	151
4.1.2	Strömungsvektoren.....	152
4.1.2.1	Anströmgeschwindigkeit.....	152
4.1.2.2	Normalgeschwindigkeit.....	152
4.1.2.3	Tangentialgeschwindigkeit	155
4.1.3	Hydraulische Verluste.....	155
4.2	Bypässe	160
4.2.1	Bypasstypen.....	161
4.2.2	Bypasshydraulik.....	164
<hr/>		
5	Physische und verhaltensbiologische Grundlagen für den Einsatz von mechanischen Barrieren und Bypässen.....	165
<hr/>		
5.1	Physische Grundlagen.....	165
5.1.1	Schwimmgeschwindigkeit.....	165
5.1.1.1	Grundlagen.....	165
5.1.1.2	Schwimmlevel	169
5.1.1.2.1	Sprintgeschwindigkeit	169
5.1.1.2.2	Gesteigerte und kritische Schwimmgeschwindigkeit.....	169
5.1.1.2.3	Dauerschwimmgeschwindigkeit.....	170
5.1.1.3	Modelle zur Charakterisierung der Schwimmgeschwindigkeit	170
5.1.1.3.1	Univariate Modelle	172
	Allgemeine Modelle	172
	Artspezifische Modelle	173
5.1.1.3.2	Multivariate Modelle	173
	Allgemeine und gildenspezifische Modelle.....	173
	Artspezifische Modelle	183
5.1.1.3.3	Schlussfolgerungen	194
5.1.2	Körperproportionen.....	195
5.1.2.1	Relative Körperbreite.....	195
5.1.2.2	Relative Körperhöhe.....	195

5.1.2.3	Proportionsindex.....	197
5.1.3	Physische Durchlässigkeit mechanischer Barrieren.....	197
5.1.3.1	Durchlässigkeitsindex	197
5.1.3.2	Kritische Körperlänge für die Passierbarkeit.....	200
5.1.4	Toleranzen gegenüber Druckänderungen und Scherkräften	202
5.1.4.1	Druckänderungen.....	202
5.1.4.2	Scherkräfte.....	205
5.2	Verhaltensbiologische Grundlagen	208
5.2.1	Verhalten an Barrieren.....	208
5.2.1.1	Wahrnehmen von Barrieren und resultierende Reaktionen.....	208
5.2.1.2	Einfluss der lichten Weite	210
5.2.1.3	Einfluss der Anströmgeschwindigkeit	213
5.2.1.4	Einfluss der Exposition.....	214
5.2.1.4.1	Barrieren ohne horizontale Schräganströmung.....	215
	Grundlagen.....	215
	Spezielle Verhaltensweisen	217
	Barrieren mit abweichendem Funktionsprinzip	218
	Schlussfolgerungen	219
5.2.1.4.2	Barrieren mit horizontaler Schräganströmung.....	220
	Grundlagen.....	220
	Modelle.....	222
	Spezielle Verhaltensweisen	234
	Schlussfolgerungen	237
5.2.2	Verhalten an Bypässen.....	238
5.2.2.1	Einfluss der Exposition.....	238
5.2.2.1.1	Longitudinale Anordnung	238
5.2.2.1.2	Vertikale Anordnung	239
5.2.2.1.3	Horizontale Anordnung.....	241
5.2.2.1.4	Schlussfolgerungen	242
5.2.2.2	Einfluss hydraulischer Faktoren	243
5.2.2.2.1	Geschwindigkeitsgradienten, Beschleunigung und Turbulenz... ..	244
5.2.2.2.2	Eintrittsgeschwindigkeit.....	245
5.2.2.2.3	Schlussfolgerungen	247
5.2.2.3	Einfluss geometrischer Faktoren.....	248
5.2.2.3.1	Profilbreite.....	249
5.2.2.3.2	Profilhöhe / Wassertiefe.....	253
5.2.2.3.3	Profilform	254
5.2.2.3.4	Schlussfolgerungen	254
5.2.2.4	Einfluss der Beaufschlagung.....	256
5.3	Biologische Effizienz mechanischer Barrieren und Bypässe	259
5.3.1	Konventionelle Rechen	260
5.3.1.1	Ergebnisse von Freilandstudien	260
5.3.1.2	Ergebnisse von Laborstudien.....	263
5.3.2	Leitrechen und Louver	264
5.3.2.1	Ergebnisse von Freilandstudien	264
5.3.2.2	Ergebnisse von Laborstudien.....	268
5.3.3	Sohlleitwände und Tauchwände.....	270
5.3.4	Sonstige Barrieren.....	273
5.3.5	Schlussfolgerungen.....	273

6	Ingenieurbiologische Anforderungen an Rechen- und Bypasssysteme	275
6.1	Allgemeine Anforderungen	275
6.1.1	Generelle Aspekte	275
6.1.2	Effizienz von Fischabstiegsanlagen und resultierende Überlebensraten	276
6.1.3	Zielarten und -stadien für die Bemessung von Fischabstiegsanlagen	280
6.1.4	Betriebszeit von Fischabstiegsanlagen	281
6.2	Anforderungen an Rechensysteme	282
6.2.1	Lichte Weite	282
6.2.1.1	Grundlagen	282
6.2.1.2	Bemessungsempfehlungen	285
6.2.2	Anströmgeschwindigkeit und Anströmwinkel	285
6.2.2.1	Grundlagen	285
6.2.2.2	Bemessungsempfehlungen	287
6.2.3	Positionierung und Gestaltung	292
6.2.3.1	Exposition zum Anströmvektor	292
6.2.3.2	Stabausrichtung und Stabgeometrie	293
6.2.3.3	Sohlleitwände und Tauchwände	293
6.3	Anforderungen an Bypasssysteme	298
6.3.1	Geometrische Parameter	298
6.3.1.1	Grundlagen	298
6.3.1.2	Bemessungsempfehlungen	298
	Profildimensionen	298
	Krümmungsradien	301
	Tosbeckentiefe und -volumen	302
6.3.2	Hydraulische Parameter	302
6.3.2.1	Grundlagen	302
6.3.2.2	Bemessungsempfehlungen	302
	Eintrittsprofil	302
	Gerinne	303
	Austrittsprofil	303
6.3.3	Positionierung und Gestaltung	304
6.3.4	Beaufschlagung	305
6.3.5	Unterhaltung	305
6.4	Zusammenfassung der Bemessungs- und Gestaltungsempfehlungen	306
7	Ingenieurbiologische Planung von Rechen- und Bypasssystemen	309
7.1	Grundlagenermittlung	310
7.2	Planung von Rechensystemen	311
7.2.1	Lichte Weite	311
7.2.2	Anströmgeschwindigkeit und Anströmwinkel	312

7.2.2.1	Rechensysteme ohne horizontale Schräganströmung	313
7.2.2.2	Rechensysteme mit horizontaler Schräganströmung	313
7.2.3	Prüfung des Risikos von Fischschäden durch Anpressung an den Rechen	317
7.2.4	Typenwahl, Positionierung und Gestaltung.....	317
7.3	Planung von Bypasssystemen.....	318
7.3.1	Geometrische Parameter.....	318
7.3.1.1	Profildimensionen.....	318
7.3.1.2	Krümmungsradien.....	319
7.3.1.3	Tosbeckentiefe und -volumen.....	319
7.3.2	Hydraulische Parameter	320
7.3.2.1	Eintrittsprofil	320
7.3.2.2	Gerinne.....	321
	Überströmte Kontrollbauwerke	321
	Unterströmte Kontrollbauwerke	323
	Seitlich umströmte Kontrollbauwerke	323
	Kombination unterschiedlicher Kontrollbauwerke	326
7.3.2.3	Austrittsprofil.....	327
7.3.4	Beaufschlagung	327
7.3.5	Betriebszeit	328
7.3.6	Typenwahl, Positionierung und Gestaltung.....	328
7.4	Anforderungen an die Planunterlagen	329
<hr/>		
8	Praktische Hinweise für den Einsatz von Leitrechen-Bypass-Systemen.....	331
<hr/>		
8.1	Bisherige Entwicklungsarbeiten und künftige Forschungsschwerpunkte.....	331
8.2	Leitrechen-Bypass-System nach EBEL, GLUCH & KEHL (2001).....	332
8.2.1	Kurzbeschreibung	332
	Rechen	332
	Bypass.....	332
8.2.2	Beispiele für ausgeführte Anlagen.....	335
	Halle-Planena (Saale, Deutschland)	336
	Rothenburg (Saale, Deutschland).....	338
	Raguhn (Mulde, Deutschland)	340
	Oderwitz (Weiße Elster, Deutschland).....	342
	Hadmersleben (Bode, Deutschland).....	344
8.2.3	Betriebserfahrungen	346
<hr/>		
9	Ausblick	349
<hr/>		
10	Literaturverzeichnis.....	353
<hr/>		
11	Verzeichnis der Arten	394
<hr/>		

12 Verzeichnis der Kraftwerke und Stauanlagen	396
13 Verzeichnis der Gewässer	398
14 Verzeichnis der Institutionen	400
15 Verzeichnis der Symbole.....	401
16 Verzeichnis der Abkürzungen.....	406
17 Verzeichnis der Tabellen	407
18 Verzeichnis der Abbildungen.....	409
19 Verzeichnis der Tafeln	420
20 Verzeichnis der Bildautoren.....	421
Anlagen.....	425
Anlage A: Daten zu Schwimmgeschwindigkeiten.....	427
Anlage B: Daten zu Körperproportionen	439
Anlage C: Daten zur Effizienz von Schutz- und Abstiegssystemen.....	445
Anlage D: Datengrundlage für Regressionsanalysen.....	465
Sach- und Artenregister.....	475
In der Schriftenreihe bislang erschienene Titel.....	484