

Durchgängigkeit und Habitatmodellierung von Fließgewässern

Wiederherstellen der Durchgängigkeit, Funktionskontrolle von Wanderhilfen, Habitate und ihre Beschreibung

Impressum:

Durchgängigkeit und Habitatmodellierung von Fließgewässern

Herausgeber
Weiterbildendes Studium Wasser und Umwelt
Bauhaus-Universität Weimar
Coudraystraße 7
99421 Weimar

in fachlicher Kooperation mit der
DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
Theodor-Heuss-Allee 17
53773 Hennef

1. Auflage
April 2010

Druck: docupoint GmbH Magdeburg

Bezugsmöglichkeiten:

Verlag der Bauhaus-Universität Weimar
Fax: 03643/581156
E-Mail: verlag@uni-weimar.de

DWA
Tel: 02242/872333
Fax: 02242/872100
E-Mail: kundenzentrum@dwa.de
Internet: www.dwa.de

Redaktion: Weiterbildendes Studium Wasser und Umwelt
Satz und Layout: Dipl.-Ing. Roy Holzhey
Bildnachweis – Buchdeckel: Umgehungsgerinne mit Steinriegeln (Bad Salzungen an der Werra/Thüringen,
Foto: Hydrolabor Schleusingen)

ISBN: 978-3-86068-413-9

Vorwort

Die Arbeitsgruppe Weiterbildendes Studium „Wasser und Umwelt“ bietet ein Fernstudium mit den Schwerpunkten Wasserbau und Hydraulik, Siedlungswasserwirtschaft und Abfallwirtschaft an. Das vorliegende Buch enthält in Schriftform den Lehrinhalt eines Kurses aus diesem Studium, es ist als erste Auflage somit ein weiterer neuer Band aus der aktuellen Reihe der Fernstudienkurse. Nun gibt es wirklich genug veröffentlichte Studienskripte. Was war unser Beweggrund, hier noch eine weitere Neuerscheinung vorzustellen?

Dazu möchten wir unser Studium „Wasser und Umwelt“ in Weimar vorstellen, welches aus einer engen Zusammenarbeit mit der Leibniz-Universität Hannover und den Verbänden DVGW und DWA entstand. Es bot zunächst Fernstudiengänge im Zertifikatstudium an, wurde aber dann im Jahre 2000 mit einem Masterstudienangang weiterentwickelt, der inzwischen auch akkreditiert wurde. Die Studieninhalte werden in Kursform angeboten, wobei insgesamt mehr als 25 Kurse zur Auswahl stehen. Einer dieser Kurse umfasst das nachfolgend behandelte Thema „Durchgängigkeit und Habitatmodellierung von Fließgewässern“.

Dieses Buch wie auch das Studium richten sich an Hochschulabsolventen/innen, die im Bereich Wasser und Umwelt als Fachkräfte bei Behörden, Unternehmen, Verbänden, Ingenieurbüros, Instituten und anderen Einrichtungen tätig sind oder zukünftig tätig werden. Die Teilnehmer am Fernstudium erhalten über die Schriftform hinaus eine fortlaufende Betreuung. Studienbegleitend sind auch Aufgaben durch die Studierenden zu lösen, eine Präsenzphase zum Semesterende ist der abschließende Teil eines jeden Kurses.

Die heutigen und zukünftig absehbaren Herausforderungen beim Schutz der Umwelt und bei der nachhaltigen Nutzung der Ressource Wasser sind so groß, dass die Lehrinhalte ständig angepasst werden müssen. Hier sehen wir die Chance, mit einer solchen Veröffentlichung diese neuen Inhalte auch als Diskussionspunkte in die Öffentlichkeit zu stellen und einem erweiterten Kreis zugänglich zu machen.

Das vorliegende Buch basiert auf einer aktualisierten Fassung des ursprünglichen Lehrskriptes „Durchgängigkeit und Habitatmodellierung von Fließgewässern – WW46“, das ab 2002 von den Autoren:

- Univ.-Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Hack
- Dipl.-Biol. Maria Schmalz
- Dipl.-Ing. Marco Friedrich

für den Bereich der Durchgängigkeit von Fließgewässern und von

- Prof. Dr.-Ing. Klaus Jorde
- Dr.-Ing. Matthias Schneider

in dem Fachgebiet der Habitatmodellierung zusammengestellt und auch in den Folgejahren laufend aktuell gehalten wurde. So wie bereits in der Ursprungsfassung

des Skriptes eine Reihe fachlicher Informationen einen Bezug zum DVWK-Merkblatt 232 „Fischaufstiegsanlagen“ hatte, kann nun auf die neueren Erkenntnisse, insbesondere die Arbeitsergebnisse des entsprechenden DWA-Fachausschusses, speziell auf das Merkblatt DWA-M 509 „Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke“ Bezug genommen werden.

Natürlich kann ein solches Skript nicht alle Problem- und Arbeitsfelder, die bei der komplexen Betrachtung von Fließgewässern zu berücksichtigen sind, behandeln, so dass in diesem Buch auf einige fachliche Aspekte bewusst verzichtet werden musste. In diesem Zusammenhang ist neben dem entsprechenden Regelwerk (DWA) auf die weiteren Studienangebote und mithin auf den Kurs und das Fachbuch „Flussbau“ sowie auf andere Kurse zu verweisen, die u.a. auf die Probleme der Ressourcenbewirtschaftung, der Gewässerentwicklungsplanung bzw. des Hochwasserschutzes im Detail eingehen.

Mit diesem Buch werden darüber hinaus sowohl die Qualität als auch der Umfang der Zusammenarbeit mit der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) vertieft. So wie seit Jahren bereits mit dem DVGW realisiert, ist nunmehr auch mit der DWA eine gemeinsam entwickelte Reihe von Druckerzeugnissen erhältlich. Dieses Buch ist hierbei der dritte Teil im Fachgebiet Wasserbau innerhalb dieser Buchreihe.

Wir danken recht herzlich allen, die an der Bearbeitung und Herausgabe mitgewirkt haben, insbesondere hierbei Herrn Dr.-Ing. H.-W. Frenzel und Herrn Dipl.-Ing. R. Holzhey. Dieser Dank gilt auch den anderen Mitarbeitern der Arbeitsgruppe „Wasser und Umwelt“ der Bauhaus-Universität Weimar, der Professur Wasserbau sowie den Mitarbeitern des Hydrolabors Schleusingen. Ein Dankeschön gilt auch unseren Kursteilnehmern für ihr Interesse und ihre vielfältigen Rückmeldungen.

Einen speziellen Dank richten wir an das Thüringer Kultusministerium, das im Rahmen einer mehrjährigen Projektförderung die Bearbeitung und Herausgabe dieser zweiten, redaktionell bearbeiteten Auflage erst ermöglichte.

Möge die Fortsetzung dieser Reihe im Wissensgebiet „Wasser und Umwelt“ in der Fachwelt eine freundliche Aufnahme finden und der Aufgabe dienen, unsere Umwelt und die Ressource Wasser einer fachgerechten und nachhaltigen Nutzung zuzuführen.

Weimar, im April 2010

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Hack
Leiter der Professur Wasserbau
Bauhaus-Universität Weimar

BAUHAUS
UNIVERSITÄTSVERLAG

Autorenverzeichnis

Kapitel 1 – Grundsätzliches zur Durchgängigkeit

Univ.-Prof. Dr.-Ing. H.-P. Hack, Dipl.-Biol. M. Schmalz

Kapitel 2 – Wiederherstellen der Durchgängigkeit

Univ.-Prof. Dr.-Ing. H.-P. Hack, Dipl.-Biol. M. Schmalz, Dipl.-Ing. M. Friedrich

Kapitel 3 – Kontrolle der Funktionsfähigkeit von Wanderhilfen für Fische und Makrozoobenthos

Univ.-Prof. Dr.-Ing. H.-P. Hack, Dipl.-Biol. M. Schmalz

Kapitel 4 – Konzepte der Flusssystembetrachtung und Habitatmodellierung

Prof. Dr.-Ing. K. Jorde, Dr.-Ing. M. Schneider

Kapitel 5 – Habitate und ihre Beschreibung

Prof. Dr.-Ing. K. Jorde, Dr.-Ing. M. Schneider

Kapitel 6 – Schnittstellen Physik - Biologie

Prof. Dr.-Ing. K. Jorde, Dr.-Ing. M. Schneider

Kapitel 7 – Habitatsimulationsmodelle und Funktionsweisen

Prof. Dr.-Ing. K. Jorde, Dr.-Ing. M. Schneider

Kapitel 8 – Praktischer Einsatz von Habitatmodellen

Prof. Dr.-Ing. K. Jorde, Dr.-Ing. M. Schneider

entwickelt im Zuge des
Weiterbildenden Studiums Wasser und Umwelt der
Bauhaus-Universität Weimar

in fachlicher Kooperation mit der
DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.



BAUHAUS
UNIVERSITÄTSVERLAG

Inhaltsverzeichnis

	Vorwort	I
	Autorenverzeichnis	III
1	Grundsätzliches zur Durchgängigkeit	1
1.1	Einführung in die Problematik	1
1.2	Was ist Durchgängigkeit?	2
1.2.1	Das Fließgewässerkontinuum	2
1.2.2	Bedeutung der Durchgängigkeit	6
1.3	Wanderungsbewegungen	8
1.3.1	Wanderungen der Fische	8
1.3.1.1	Warum wandern Fische?	8
1.3.1.2	Wann wandern Fische?	11
1.3.2	Wanderungen des Makrozoobenthos	17
1.3.2.1	Warum wandern Invertebraten?	19
1.3.2.2	Wohin wandern Invertebraten?	19
1.3.2.3	Wann wandern Invertebraten?	20
1.4	Beeinträchtigungen der Durchgängigkeit	20
1.4.1	Natürliche Barrieren	20
1.4.2	Querbauwerke	22
1.4.3	Technischer Gewässerausbau	27
1.4.4	Stauraum	29
1.5	Geschichte der Querbauwerke	35
1.5.1	Historische Nutzungen	35
1.5.2	Derzeitige Situation	36
1.5.3	Bedrohung von Wanderfischpopulationen	37
1.A	Anlage	41
2	Wiederherstellen der Durchgängigkeit	43
2.1	Einleitung	43
2.2	Geschichte	43
2.3	Rechtliche Grundlagen	45
2.3.1	EG-Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL)	46
2.3.2	Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG)	48
2.3.3	Wasserhaushaltsgesetz (WHG)	48
2.3.4	Gesetz über Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG)	49
2.3.5	Landesfischereigesetze	49
2.3.6	Erneuerbare Energien Gesetz (EEG)	49
2.4	Konstruktive Grundlagen	50
2.4.1	Vorüberlegungen	50
2.4.2	Anforderungen an die Wanderhilfe	50
2.4.2.1	Lage im Flussquerschnitt	51
2.4.2.2	Lage des Ein- und Ausstieges	51
2.4.2.3	Leitströmung	55
2.4.2.4	Länge und Neigung	57
2.4.2.5	Sohlsubstrat	57
2.4.2.6	Hydraulische Verhältnisse	58
2.4.2.7	Abmessungen	59
2.4.2.8	Gewässertyp	61
2.4.2.9	Sonstiges	61
2.5	Bauweise von Wanderhilfen	61
2.5.1	Übersicht und allgemeine Anforderungen	61
2.5.2	Sohlgleiten und fischpassierbare Raugerinne	62
2.5.2.1	Sohlgleiten	62
2.5.2.2	Teilgleiten bzw. -rampen	66
2.5.2.3	Raugerinne-Beckenpass	67
2.5.2.4	Umgehungsgerinne	68
2.5.2.5	Bemessung von fischpassierbaren Raugerinnen	69

2.5.2.6	Konstruktionsempfehlungen	76
2.5.3	Technische Fischaufstiegshilfen	76
2.5.3.1	Beckenpass	77
2.5.3.2	Schlitzpass (Vertical-slot-pass)	78
2.5.3.3	Rundbecken-Vertical-slot-Pass (Mäander Fischpass®)	79
2.5.3.4	Borstenfischpass (Fisch-Kanu-Pass)	80
2.5.3.5	Denil-Pass	82
2.5.3.6	Hydraulische Berechnung technischer Wanderhilfen	83
2.5.3.7	Konstruktive Ausführung – weiterführende Hinweise	88
2.5.4	Sonderfälle	90
2.5.4.1	Aalleitern	90
2.5.4.2	Fischschleuse	91
2.5.4.3	Fischaufzug	92
2.5.5	Probleme bei Bau und Betrieb von fischpassierbaren Bauwerken	93
2.5.5.1	Probleme bei der Konzeption und Planung von fischpassierbaren Bauwerken	93
2.5.5.2	Probleme beim Bau von fischpassierbaren Bauwerken	94
2.5.5.3	Probleme beim Betrieb von fischpassierbaren Bauwerken	95
2.5.5.4	Probleme bei der Qualitätssicherung von fischpassierbaren Bauwerken	96
2.5.6	Durchgängigkeit von Hochwasserrückhaltebecken	96
2.5.6.1	Durchgängigkeit bei Becken mit Dauerstau	98
2.6	Fischabstieg	99
2.6.1	Fischschäden	100
2.6.2	Lösungsansätze zum Schutz der abwandernden Fische	102
2.6.2.1	Barrieren zum Schutz der Fische	102
2.6.2.2	Bypässe zur Abwanderung von Fischen	108
2.7	Ganzheitliche Betrachtung von Fließgewässern mit Wanderhindernissen	111
2.7.1	Gewässersanierung in freien Fließstrecken	111
2.7.1.1	Flusssohle	112
2.7.1.2	Flussufer	113
2.7.1.3	Anpassungen im Längsgefälle	114
2.7.1.4	Renaturierung in Stadtgebieten	115
2.7.1.5	Renaturierung bei Binnenschifffahrt	115
2.7.2	Gewässersanierung im gestauten Gewässer	116
2.7.2.1	Gewässersanierung am Querbauwerk	116
2.7.2.2	Gewässersanierung am Stauraum	116
2.7.2.3	Gewässersanierung an Talsperren	120
2.7.3	Das Konzept der Strahlwirkung	121
3	Kontrolle der Funktionsfähigkeit von Wanderhilfen für Fische und Makrozoobenthos	123
3.1	Einleitung	123
3.2	Rechtliche Vorschriften	124
3.3	Kontrolle des Fischaufstieges	124
3.3.1	Kontrolle hydraulischer und baulicher Parameter	124
3.3.1.1	Allgemeine Grundsätze	124
3.3.1.2	Auswahl der zu erfassenden Parameter	124
3.3.2	Biotische Faktoren	125
3.3.2.1	Allgemeine Grundsätze	125
3.3.2.2	Ermittlung der Besiedlung	125
3.3.2.3	Ermittlung des Fischaufstieges	126
3.3.2.4	Auswahl der zu erfassenden Parameter	131
3.3.2.5	Zeitraum der Kontrollen	132
3.3.3	Auswertung und Interpretation der Daten	133
3.3.3.1	Ermittlung des Funktionszustandes	133
3.3.3.2	Dynamik	136
3.3.4	Problembehandlung und Interpretationshinweise	137
3.4	Kontrolle des Fischabstieges	137
3.4.1	Kontrolle hydraulischer und baulicher Parameter	137
3.4.2	Kontrolle Biologischer Parameter	138
3.4.2.1	Allgemeine Grundsätze	138
3.4.2.2	Methoden der Funktionskontrolle	138
3.4.2.3	Zeitpunkt der Kontrollen	139
3.4.3	Auswertung und Interpretation der Daten	140

3.5	Kontrolle des Makrozoobenthos	141
3.5.1	Allgemeine Grundsätze	141
3.5.2	Ermittlung der Besiedlung	141
3.5.3	Methoden der Funktionskontrolle	142
3.5.4	Zeitraum der Kontrollen	145
3.5.5	Auswertung und Interpretation der Daten	145
3.5.5.1	Statistik	145
3.5.5.2	Problembehandlung und Interpretationshinweise	147
4	Konzepte der Flusssystembetrachtung und Habitatmodellierung	149
4.1	Einführung	149
4.1.1	Zum Begriff „Ökohydraulik“	149
4.1.2	Situation der Fließgewässer heute	149
4.2	Gewässersystemkonzepte	150
4.2.1	Das River-Continuum-Concept (RCC)	151
4.2.2	Die Intermediate Disturbance Theorie	151
4.2.3	Das Serial Discontinuity Concept	151
4.2.4	Hierarchical Framework for Stream Habitat Classification	152
4.2.5	Hydraulic Stream Ecology	153
4.2.6	Das Patch Dynamics Concept	153
4.2.7	Die 4-dimensionale Funktionsweise lotischer Ökosysteme	154
4.2.8	Das Flood-Pulse Concept	154
4.2.9	Das Natural Flow Regime	156
4.2.10	Das Shifting Habitat Mosaic	157
4.3	Auswirkungen anthropogener Eingriffe	157
5	Habitate und ihre Beschreibung	159
5.1	Abflussregime	159
5.2	Physikalische Habitatestruktur	160
5.2.1	Fließgeschwindigkeiten	160
5.2.2	Wassertiefe	161
5.2.3	Substrate und Choriotope	162
5.2.4	Unterstände	164
5.3	Weitere morphologisch-hydraulische Parameter	164
5.4	Wasserqualität und Temperatur	164
5.5	Dynamische Aspekte	166
5.6	Salmoniden	167
5.6.1	Atlantischer Lachs und Lebenszyklus	167
5.6.2	Laichablage und Laichhabitat	168
6	Schnittstellen Physik – Biologie	171
6.1	Kriterien der Habitateignung	171
6.1.1	Univariate Kriterien/Präferenzfunktionen	171
6.1.2	Multivariate Kriterien	172
6.1.2.1	Kombinierte Präferenzen	172
6.1.2.2	Multivariate Präferenzfunktionen	172
6.1.2.3	Einführung von Zusatzkriterien	173
6.1.2.4	Logistische Regression	173
6.1.2.5	Neuronale Netze	174
6.1.3	Habitateignung in der Mesoskala	174
6.1.3.1	Präferenzen	174
6.1.3.2	Multivariate Verteilungsmodelle	175
6.1.4	Fuzzy-logische Kriterien	175
6.2	Biologische Eingangsdaten	176
6.2.1	Fische	176
6.2.1.1	Vor- und Nachteile als Zielorganismen	176
6.2.1.2	Methoden der Vor-Ort-Datenerfassung	177
6.2.1.3	Definition der Ansprüche	177
6.2.1.4	Zeitliche Aspekte	178
6.2.2	Makrozoobenthos	179
6.2.2.1	Vor- und Nachteile als Zielorganismen	179
6.2.2.2	Methoden der Vor-Ort-Datenerfassung	180
6.2.2.3	Definition der Ansprüche	181
6.2.2.4	Numerischer Ansatz zur Berechnung der FST-Halbkuugeln	181

6.3	Wasserpflanzen	182
6.4	Habitatignung in verschiedenen Skalen	184
7	Habitatsimulationsmodelle und Funktionsweisen	187
7.1	Arten von Simulationsmodellen	187
7.1.1	Spektrum der Modelltypen	187
7.1.2	Modelle mit Schnittstellen Abiotik-Biotik	187
7.1.3	Modelle mit Berücksichtigung biologischer Prozesse	188
7.1.4	Versuch einer Modelleinteilung	189
7.2	Benthohabitat-Modellierung	190
7.2.1	Messtechnische Erfassung der sohnnahe Strömung	191
7.2.2	Datenerhebung	191
7.2.2.1	Präferenzdaten	191
7.2.2.2	Sohnnahe Hydraulik	193
7.2.2.3	Auswertung der Messergebnisse	195
7.2.3	Habitatqualität und Darstellung	197
7.3	Fischhabitatmodellierung	200
7.3.1	Datenerhebung	200
7.3.2	Morphologie	201
7.3.2.1	Substrat	202
7.3.2.2	Unterstände	202
7.3.2.3	Zusatzparameter	203
7.3.3	Hydraulik (Freiwasser)	203
7.3.3.1	Zero-models	203
7.3.3.2	Eindimensionale Modelle	204
7.3.3.3	2D- und 3D-Modelle	209
7.3.3.4	Statistische Modelle	209
7.3.3.5	Strömungsmessungen als Alternative	209
7.3.4	Berechnung der Habitatqualität	209
7.3.4.1	Zelleneignung aus Präferenzfunktionen	210
7.3.4.2	Zelleneignung aus Fuzzy-Regeln	210
7.3.5	Darstellung der Habitatqualität	214
7.3.5.1	Räumliche Verteilung	214
7.3.5.2	Integrales Habitatangebot	214
7.3.5.3	Statistische Habitatverteilung	215
7.3.5.4	Zeitliche Habitatverteilung	215
7.3.5.5	Räumliche Habitatvernetzung	216
7.4	Bioenergetische Modellierung	216
7.4.1	Eientwicklung	217
7.4.2	Brutentwicklung	217
7.4.3	Bioenergetische Modellierung von Salmoniden	217
7.5	Bewertung der Modellierungsergebnisse	219
7.5.1	Allgemeines	219
7.5.2	Kriterien für eine ökologische Bewertung der Modellierungsergebnisse bei einer Mindestwasseruntersuchung	219
7.5.2.1	Schritt 1: Zuordnung einer Qualitätsklasse	219
7.5.2.2	Schritt 2: Zuordnung einer Durchgängigkeitskategorie	220
7.5.2.3	Schritt 3: Modellierung	220
7.5.2.4	Schritt 4: Festlegung eines Referenzabflusses	220
7.5.2.5	Schritt 5: Bedingungen für die Mindestwasserregelung (MWR)	221
7.5.2.6	Schritt 6: Integrierte Betrachtung	222
7.5.2.7	Schritt 7: Zusätzliche Kriterien	222
7.6	Großräumige Habitatmodellierung	222
7.6.1	Lokaler Ansatz und Extrapolation	222
7.6.1.1	Lange Flussabschnitte oder große Flüsse	222
7.6.1.2	Flüsse mit mehrfacher Beeinflussung	223
7.6.1.3	Gewässersysteme	224
7.6.1.4	Rapid Habitat Mapping: PHABSIM	225
7.6.2	Regionaler Ansatz/Mesohabitatmodellierung	226
7.6.2.1	Meso-Scale Habitat Classification Method – Norway (MSC-Norway)	226
7.6.2.2	MesoHABSIM	227
7.6.2.3	MesoCASiMiR	229
7.6.3	Einzugsgebietsbezogene Modellierung	231

8	Praktischer Einsatz von Habitatmodellen	233
8.1	Verifizierung	233
8.2	Kalibrierung	233
8.3	Sensitivitätsanalyse	233
8.4	Validierung	234
8.5	Good modeling practice	235
8.6	Übersicht derzeit verfügbarer Modelle	236
8.7	Einführung in das Simulationsmodell CASIMIR	237
8.7.1	Fallbeispiel: Umweltverträglichkeitsstudie für eine Wasserkraftanlage an der Lenne, NRW	238
8.7.2	Fallbeispiel: Ökostrom – Einsatz für die Zertifizierung von WKA	239
	Literaturverzeichnis	241
	Glossar	255
	Stichwortverzeichnis	269

BAUHAUS
UNIVERSITÄTSVERLAG