

---

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	1
1.1	Die Transdisziplin Ethohydraulik	3
1.2	Zum Aufbau des Buches	4
	Literatur	5
<b>2</b>	<b>Fische im Wasserbau</b>	7
	Literatur	12
<b>3</b>	<b>Der Weg zur Ethohydraulik</b>	13
3.1	Begriffsdefinition	13
3.2	Anwendungsbereiche der Ethohydraulik	15
3.3	Chronologie der Verhaltensbeobachtung von Fischen im Labor	17
3.4	Die Tücken der Ethohydraulik	21
	Literatur	25
<b>4</b>	<b>Die drei Phasen der Ethohydraulik</b>	29
4.1	Präprozess mit Voranalyse	30
4.2	Ethohydraulische Tests	31
4.3	Transferprozess	32
<b>5</b>	<b>Grundlagen der Ethohydraulik</b>	33
5.1	Rechtliche Voraussetzungen	33
5.1.1	Genehmigung eines Tierversuches	33
5.1.2	Genehmigung zur Haltung von Wirbeltieren zu Versuchszwecken	34
5.1.3	Umgang mit Fischen	35
5.2	Wasserbauliches Versuchswesen	35
5.2.1	Historie	36
5.2.2	Ähnlichkeitsmechanik	39
5.2.3	Herstellung der situativen Ähnlichkeit	42
5.2.4	Maßstäblichkeiten und Skalierungseffekte	52
5.2.5	Grenzen der Parameterübertragbarkeit	54
5.2.5.1	Turbulenz	54
5.2.5.2	Fließwechsel	55
5.2.5.3	Rauheit	56
5.2.5.4	Lufteintrag	57

5.3	Verhaltensbiologie mit Fischen .....	57
5.3.1	Historie .....	57
5.3.2	Wahrnehmung als Voraussetzung für Verhalten .....	60
5.3.2.1	Optischer Sinn .....	63
5.3.2.2	Geruchssinn .....	65
5.3.2.3	Geschmackssinn .....	67
5.3.2.4	Lage- und Drehsinn .....	68
5.3.2.5	Akustischer Sinn .....	69
5.3.2.6	Strömungssinn .....	70
5.3.2.7	Wahrnehmung von Druck und Temperatur .....	73
5.3.3	Verarbeitung von Reizen .....	73
5.4	Ethohydraulisch relevante Verhaltensweisen .....	75
5.4.1	Normalverhalten im Gegensatz zu Verhalten unter Stress .....	75
5.4.2	Positive Rheotaxis .....	76
5.4.3	Schwimmen gegen die Strömung und Leistungsfähigkeit .....	79
5.4.4	Schwimmen mit der Strömung .....	84
5.4.5	Schwimmen in Wellen, Turbulenzen und Wirbeln .....	85
5.4.6	Verhalten in Rückströmungen .....	88
5.4.7	Schwimmposition in der Wassersäule .....	89
5.4.8	Verharren .....	90
5.4.9	Deckungsbedürfnis .....	90
5.4.10	Suchen, meiden und fliehen .....	91
5.4.11	Schwarmverhalten .....	92
5.4.12	Lernverhalten .....	93
5.4.13	Motivation .....	94
5.5	Die ethohydraulische Signatur .....	95
5.5.1	Vorgehen bei der Ermittlung der ethohydraulischen Signatur .....	96
5.5.2	Parameter der ethohydraulischen Signatur .....	96
5.5.2.1	Geometrische Parameter .....	97
5.5.2.2	Kinematische Parameter .....	98
5.5.2.3	Dynamische Parameter .....	99
	Literatur .....	102
<b>6</b>	<b>Vorbereitung ethohydraulischer Untersuchungen .....</b>	<b>107</b>
6.1	Probanden .....	107
6.1.1	Beschaffung .....	107
6.1.2	Umgang mit Fischen .....	111
6.1.2.1	Angleichung der Wasserverhältnisse .....	111
6.1.2.2	Hältereinrichtungen .....	112
6.1.2.3	Handhabung der Probanden .....	114
6.1.3	Gewährleistung der Wasserqualität .....	115
6.1.4	Artenspektrum .....	116
6.1.4.1	Tests mit einer Art .....	119
6.1.4.2	Tests mit mehreren Arten .....	120

6.1.5	Größenspektrum . . . . .	121
6.1.6	Anzahl der Probanden . . . . .	121
6.1.7	Zeitfenster für die Durchführung ethohydraulischer Tests . . . . .	123
6.2	Aufbau und Betrieb eines ethohydraulischen Versuchsstandes . . . . .	124
6.2.1	Anforderungen an die Infrastruktur . . . . .	124
6.2.2	Die Laborrinne als Basisausstattung . . . . .	126
6.2.3	Wasserkreislauf . . . . .	133
6.2.4	Steuer- und Regeltechnik . . . . .	134
6.2.5	Einbauten . . . . .	135
6.2.5.1	Fluchtsperre . . . . .	137
6.2.5.2	Startkäfig . . . . .	139
6.2.5.3	Staubrett . . . . .	140
6.2.6	Messtechnik . . . . .	141
6.2.6.1	Erfassung geometrischer Parameter . . . . .	141
6.2.6.2	Erfassung kinematischer Parameter . . . . .	141
6.2.6.3	Erfassung dynamischer Parameter . . . . .	144
	Literatur . . . . .	144
<b>7</b>	<b>Methodische Instrumente der Ethohydraulik . . . . .</b>	<b>147</b>
7.1	Verhaltensbeobachtung . . . . .	148
7.1.1	Dokumentation . . . . .	149
7.1.1.1	Schriftprotokoll . . . . .	149
7.1.1.2	Graphische Darstellung . . . . .	151
7.1.1.3	Foto- und Filmdokumentation . . . . .	151
7.1.2	Beobachtungsdauer . . . . .	156
7.1.3	Durchführung eines ethohydraulischen Tests . . . . .	157
7.2	Auswertungsmethoden . . . . .	159
7.2.1	Deskriptive Auswertung . . . . .	159
7.2.2	Quantitative Auswertung . . . . .	163
7.2.3	Fehlerquellen . . . . .	166
7.3	Erfassung, Darstellung und Beurteilung der ethohydraulischen Signatur . . . . .	167
7.3.1	Schritt 1: Dokumentation der Interaktion von Struktur/Strömung und Fischverhalten . . . . .	168
7.3.2	Schritt 2: Aufmessen der ethohydraulischen Signatur . . . . .	172
7.3.3	Schritt 3: Möglichkeiten zur Beurteilung der ethohydraulischen Signatur . . . . .	173
7.3.3.1	Berücksichtigung der Morphologie . . . . .	173
7.3.3.2	Berücksichtigung von Reizschwellen . . . . .	174
7.3.3.3	Berücksichtigung des Leistungsvermögens . . . . .	175
	Literatur . . . . .	181
<b>8</b>	<b>Transferprozess . . . . .</b>	<b>183</b>
8.1	Konstruktion einer wasserbaulichen Anlage . . . . .	183
8.2	Definition von Grenzwerten . . . . .	184
8.3	Festlegung allgemeingültiger Regeln . . . . .	185

<b>9</b>	<b>Beispiel einer ethohydraulischen Untersuchung</b>	187
9.1	Veranlassung und Aufgabe	187
9.2	Versuchsplanung	190
9.2.1	Testserie 1 mit einem zweidimensionalen Einstiegstrichter	192
9.2.1.1	Präprozess	192
9.2.1.2	Befunde der ethohydraulischen Tests aus Serie 1	193
9.2.1.3	Ethohydraulische Signatur von Testserie 1	198
9.2.1.4	Transferprozess	201
9.2.2	Testserie 2 mit einem dreidimensionalen Einstiegstrichter	202
9.2.2.1	Präprozess	202
9.2.2.2	Befunde der ethohydraulischen Tests von Serie 2	204
9.2.2.3	Ethohydraulische Signatur aus Testserie 2	204
9.2.2.4	Transferprozess	206
9.2.3	Testserie 3 mit einem dreidimensionalen Einstiegstrichter mit einer Decke aus Spaltrechen	206
9.2.3.1	Präprozess	206
9.2.3.2	Befunde der ethohydraulischen Tests von Serie 3	206
9.2.3.3	Ethohydraulische Signatur aus Testserie 3	208
9.2.3.4	Transferprozess	209
9.3	Erkenntnisgewinn für die Ethohydraulik	210
	Literatur	212
<b>10</b>	<b>Erkenntnisse aus ethohydraulischen Projekten</b>	213
10.1	Fischaufstiegsanlagen	213
10.1.1	Abstand des Einstiegs vom Wanderhindernis	215
10.1.2	Stärke der Leitströmung	218
10.1.3	Winkel des Einstiegs	221
10.1.4	Passierbarkeit von Engstellen	224
10.1.4.1	Breite von Engstellen	224
10.1.4.2	Fließgeschwindigkeiten in Engstellen	226
10.1.5	Anforderungen an die Sohlenrauheit	231
10.2	Schutzanlagen für abwandernde Fische	239
10.2.1	Schutzwirkung von 20 mm-Rechen	240
10.2.2	Verletzungsrisiken an mechanischen Barrieren	244
10.2.3	Schutzwirkung eines Chan-Bar Rechens	251
10.2.4	Wirksamkeit von Verhaltensbarrieren	256
10.2.4.1	Mangelnde Wahrnehmbarkeit des Reizes	257
10.2.4.2	Gewöhnung an den Reiz	257
10.2.4.3	Unbeabsichtigte Reaktion	257
10.2.4.4	Ungerichtete Reaktion	258

---

10.2.4.5	Verspätete Reaktion auf den Reiz	258
10.2.4.6	Fehlen alternativer Abwanderkorridore	259
10.2.5	Schutzwirkung eines Louvers	259
10.3	Bypässe für den Fischabstieg	262
10.3.1	Seitliche Anordnung von Bypässen	263
10.3.2	Flachrechen mit oberflächennaher Bypassrinne	265
10.3.3	Die Bodengalerie als Bypassvariante für Aale	271
10.4	Verhalten abwandernder Fische gegenüber Wasserrädern	273
10.4.1	Verhalten gegenüber Wellen und Geräuschen	273
10.4.2	Verletzungsrisiken	276
10.5	Verwendung numerischer Strömungssimulationen zur ethohydraulischen Planung wasserbaulicher Anlagen	276
	Literatur	283
<b>11</b>	<b>Ausblick</b>	287
	Literatur	289
	<b>Anhang</b>	291
	<b>Glossar</b>	339
	<b>Sachverzeichnis</b>	347

Ethohydraulik

Grundlagen, Methoden und Erkenntnisse

Adam, B.; Lehmann, B.

2011, XIII, 351 S. 290 Abb., 80 Abb. in Farbe.,

Hardcover

ISBN: 978-3-642-17209-0