

---

# **Literaturstudie**

-

## **Anforderungen der Leitfischarten hessischer Fließgewässer an Laichhabitats**

**Studie im Auftrag des  
Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie  
(HLUG)**

**Erläuternder Bericht zur Literaturrecherche**



**2013**

---

**Literaturstudie -**

**Anforderungen der Leitfischarten hessischer Fließgewässer an Laichhabitats  
Erläuternder Bericht zur Literaturrecherche**

**Auftraggeber:**

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG)  
Rheingaustraße 186  
65203 Wiesbaden

**Ansprechpartner:**

Frau Elisabeth Schlag  
Frau Dr. Mechtild Banning

**Bearbeitung:**

Dr. Stefan Staas, Dr. Lisa Heermann und Armin Zoschke

**Anschrift der Verfasser:**



Dr. Stefan Staas  
Römerhofweg 12 ● 50374 Erftstadt  
Tel. 02235 / 688 995 ● Fax: 02235 / 688 991  
www.limnoplan.org ● info@limnoplan.org

**Zitiervorschlag:**

LimnoPlan (2013): Anforderungen der Leitfischarten hessischer Fließgewässer an Laichhabitats – Erläuternder Bericht zur Literaturrecherche. - Studie im Auftrag des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie, Limnoplan – Fisch- und Gewässerökologie, Erftstadt, unveröffentlicht, 18 S.

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1	Veranlassung und Zielstellung.....	1
1.2	Projektbeschreibung .....	2
1.3	Umsetzung des Projekts.....	3
<b>2</b>	<b>Ergebnisse der Literaturrecherche</b> .....	<b>4</b>
2.1	Recherche – Vorgehensweise und Aufwand.....	4
2.2	Ergebnisdarstellung.....	4
2.2.1	Beschreibung der Ergebnistabelle – Spaltenblock A (Fließgewässertyp und Fischregion).....	6
2.2.1	Beschreibung der Ergebnistabelle – Spaltenblock A (strukturelle/physikalische Eigenschaften des Laichhabitats).....	7
2.2.2	Beschreibung der Ergebnistabelle – Spaltenblock B (Wassertemperaturen im Laichhabitat).....	9
2.2.3	Beschreibung der Ergebnistabelle – Spaltenblock C (sonstige chemisch-physikalische Parameter & Saprobie/Trophie).....	13
2.2.4	Gruppierung der Fischarten nach ökologischen Gilden.....	
2.3	Umfang der Rechercheergebnisse .....	8

## 1. Einleitung

### 1.1 Veranlassung und Zielstellung

Grundvoraussetzung für eine intakte Fischfauna ist insbesondere die Gewährleistung von sich selbst reproduzierenden Populationen. Aus diesem Grund wurden Zuflüsse von Rhein, Weser und anderen größeren Flüssen mit weitgehend intakter Gewässerstruktur bei der Aufstellung des 1ten Bewirtschaftungsplanes sowohl innerhalb der Flussgebietseinheit Rhein als auch der Flussgebietseinheit Weser als Vorranggewässer ausgewiesen.

Die Auswahl geeigneter Laichhabitate orientierte sich damals im Wesentlichen an der Gewässerstruktur. Darüber hinaus sind für die Auswahl geeigneter Laichhabitate aber auch mögliche thermische (z.B. Wassertemperaturen während der Laichzeit) und stoffliche Belastungen (z.B. Saprobie, Trophie) weitgehend auszuschließen.

Im Rahmen einer Literaturstudie sollen für die Laichhabitate der Leitfischarten in hessischen Fließgewässern deshalb die entscheidenden Auswahlkriterien zusammengestellt werden.

### 1.2 Projektbeschreibung

Das vorgesehene Projekt soll anhand einer Literaturstudie bearbeitet werden, eigene Datenauswertungen (des Auftragnehmers) sind nicht erforderlich.

Die Mindestanforderungen an die Laichhabitate sind ggf. getrennt nach einzelnen Fischregionen – für die in nachstehender Tabelle (Tab. 1) aufgeführten Leitfischarten darzustellen:

Fischart	Leitart in Fischregion				
	Epi-rhithral	Meta-rhithral	Hypo-rhithral	Epi-potamal	Meta-potamal
Bachforelle	X	X	(X)		
Koppe	X	X	(X)		
Bachneunauge		X	(X)		
Äsche		(X)	X	X	
Elritze		(X)	X	X	
Gründling		(X)	X	X	
Hasel		(X)	X	X	
Schneider		(X)	X	X	
Schmerle		(X)	X	(X)	
Barbe			X	X	
Döbel			X	X	
Nase			X	X	
Rotauge			(X)	X	X
Barsch				(X)	X
Steinbeißer				(X)	X
Ukelei				(X)	X
Brassen					X

Bei der Beschreibung der Mindestausstattung der jeweiligen Laichhabitate sind folgende Parameter zu berücksichtigen:

1. Fließgewässertypen
2. Gewässerbreiten/Gefälle bzw. Fischregionen
3. Einzelparameter der Gewässerstrukturgüte: insbesondere die Einzelparameter, welche für die Ableitung der morphologischen Umweltziele in Hessen herangezogen werden
4. ggf. weitere Habitatmerkmale, welche als Mindestausstattung vorhanden sein müssen
5. Art, Beschaffenheit und Zusammensetzung des Laichsubstrats
6. chemisch-physikalische Parameter
  - a) Wassertiefen
  - b) Strömungsgeschwindigkeiten
  - c) Wassertemperatur
  - d) Sauerstoffgehalt/-sättigung
  - e) Ammonium/Ammoniak
  - f) pH
7. Saprobienindex
8. Trophieindex

Nach Möglichkeit sind für die einzelnen Parameter jeweils die optimalen und die suboptimalen Wertebereiche zu ermitteln.

(1.1 und 1.2 zitiert aus Leistungsbeschreibung des Auftraggebers)

### **1.3 Umsetzung des Projektes**

Es ist ein Bericht zu erstellen (ohne Bilder, Grafiken, Ergebnistabelle und Literaturverzeichnis maximal 20 Seiten), der in erster Linie einer zusammenfassenden Beschreibung der Gesamtleistung (durchgeführte Literaturrecherche) einschließlich der fachlich nachvollziehbaren Begründungen für die Bewertung der einzelnen Parameter dient.

Als Haupt-Ergebnis der durchgeführten Literaturrecherche ist eine zusammenfassende, tabellarische Darstellung der Ergebnisse für die einzelnen zu betrachtenden Fischarten und für die zu betrachtenden Parameter zu liefern („Kernstück der durchzuführenden Arbeiten“).

## **2 Ergebnisse der Literaturrecherche**

### **2.1 Recherche – Vorgehensweise und Aufwand**

Für die Literaturrecherche wurden diverse Suchmaschinen im Internet genutzt (z.B. ISI Web of Knowledge, Scirus, Google Scholar, Google), sowie die Kataloge der Universitäts- und Stadtbibliothek Köln (und kooperierender Hochschulen und Forschungseinrichtungen). Suchbegriffe wurden in Deutsch und Englisch verwendet. Bei der Beschaffung identifizierter Quellen wurde den Primärquellen (reguläre Veröffentlichungen in wissenschaftlichen Journalen) Priorität eingeräumt. Daneben wurden private Datenbanken und Literatursammlungen ausgewertet und bestehende Fachkontakte genutzt, um sog. „graue Literatur“ (unveröffentlichte Untersuchungsberichte oder Gutachten) zu recherchieren und auszuwerten.

Der Zeitaufwand für die Recherchearbeiten betrug rund 149 Stunden, wobei über 587 Quellen identifiziert, gesichtet und ausgewertet wurden. Im Ergebnis wurden über 751 verwertbare und relevante Angaben (textliche oder quantitative Angaben) zu den zu bearbeitenden Fischarten und Parametern aufgelistet.

Es wurden viele *reviews* und Übersichtsarbeiten gefunden, von denen ausgehend die Primärquellen recherchiert wurden. Es zeigte sich, dass offensichtlich bestimmte Angaben in zahlreichen Werken immer wieder abziert werden (in Broschüren, Berichten etc.), oft ohne dass eine Primärquelle identifiziert werden konnte.

Je nach Fischart, aber auch je nach Parameter variierte die Menge publizierter Daten erheblich. In Aquakultur oder Fischerei bedeutsame und wirtschaftlich interessante Fischarten, wie z.B. die Forelle oder Fischarten, die als Modelorganismen der ökologischen Forschung dienen (z.B. Barsch, Nase), sind wesentlich besser untersucht als andere Arten (z.B. Ukelei), zu denen teilweise gar keine Publikationen (Primärquellen) gefunden werden konnten.

### **2.2 Ergebnisdarstellung**

Gemäß Leistungsbeschreibung des Auftraggebers ist als Haupt-Ergebnis der durchgeführten Literaturrecherche eine zusammenfassende, tabellarische Darstellung der Ergebnisse für die einzelnen zu betrachtenden Fischarten und für die zu betrachtenden Parameter zu liefern („Kernstück der durchzuführenden Arbeiten“).

Die Gesamtheit der recherchierten Angaben ist so umfangreich, dass es nicht möglich ist, das Rechercheergebnis vollständig in einer einzigen, übersichtlichen Tabelle zusammenfassend darzustellen, wie es das Leistungsverzeichnis des Auftrages vorsieht. Um dennoch als Hauptergebnis eine einheitliche übersichtliche Tabelle präsentieren zu können, wurden 1) die zu bearbeitenden Parameter in anderer Abfolge bearbeitet und umgruppiert sowie 2) die zu behandelnden Fischarten primär nach der

Zugehörigkeit zu ökologischen Gilden angeordnet. Hierdurch ergibt sich eine übersichtlichere Struktur der Ergebnistabelle und die Möglichkeit, Rechercheergebnisse zusammenzufassen und zu reduzieren.

Die übergebene Tabelle bietet hierfür für eine Reihe von Parametern (Substrat, Strömung, Tiefe) alternativ die Verwendung generalisierter textlicher Charakterisierungen (z.B. Beschreibung der Substratbedingungen als „Fein- bis Grobkies“) oder die Verwendung einer Listung der konkret in den Quellen genannten Werte (im Bsp. also mittlere Korngrößen in [mm] oder [cm]) an. In Fällen, in denen zu zahlreiche und zu stark streuende Werte gefunden wurden, wurde hier bereits nur eine Auswahl von Werten, die nach Beurteilung der Bearbeiter als besonders relevant einzuschätzen waren, berücksichtigt).

Es ist zu bedenken, dass bei den genannten Parametern die Angabe konkreter Zahlenwerte meistens nur scheinbar eine Präzisierung der Angaben bedeutet, tatsächlich sind diese aber nicht wirklich relevant in dem Sinne, als dass sie die ökologische Valenz einer Fischart im Hinblick auf den betrachteten Parameter beschreiben. Es handelt sich vielmehr meist um in einer Felduntersuchung dokumentierte Werte, die einen zufälligen Ausschnitt der ökologischen Valenz der Art beschreiben; die Tatsache, dass eine Fischart beim Abbläuen über einem Substrat mit einer bestimmten mittleren Körnung, bei einer bestimmten Strömungsgeschwindigkeit oder in einer bestimmten Wassertiefe beobachtet wurde, bedeutet nicht, dass sie nicht auch über einem Substrat mit anderer Körnung, bei anderen Strömungsgeschwindigkeiten oder anderen Tiefen abbläuen kann. Wissenschaftliche Arbeiten, in denen tatsächlich Präferenzen und Toleranzbereiche von Fischarten hinsichtlich bestimmter Parameter experimentell ermittelt wurden, sind dagegen sehr selten. Somit können allgemeine textliche Beschreibungen wie z.B. „grobes Kiessubstrat“ oder „mittlere Strömungsgeschwindigkeiten“ als zutreffendere Beschreibung von Habitatansprüchen betrachtet werden als die Nennung konkreter Werte. Gleichzeitig werden damit auch grundsätzliche Ähnlichkeiten in den Habitatansprüchen verschiedener Fischarten einer ökologischen Gilde deutlich.

Zusätzlich zu der zusammenfassenden Gesamttabelle werden die primären Ergebnisse der Literaturrecherche für jede einzelne zu bearbeitende Fischart in separaten EXCEL-Dateien übergeben; in diesen Datenblättern sind alle zu den einzelnen Parametern recherchierten Angaben und die entsprechenden Quellenangaben vollständig enthalten.

Nachfolgend werden die geänderte Abfolge und Umgruppierung der Parameter in der zusammenfassenden Ergebnistabelle begründet sowie die Rechercheergebnisse hinsichtlich Umfang, Qualität und Besonderheiten der Quellen erläutert. Sofern aufgrund der Quellenlage oder aus anderen fachlichen Gründen erforderlich, wird auch eine Bewertung der Parameter hinsichtlich ihrer Relevanz für die Charakterisierung von Laichhabitats vorgenommen.

### **2.2.1 Beschreibung der Ergebnistabelle – Spaltenblock A (Fließgewässertyp und Fischregion)**

#### **Parameter (1) Fließgewässertyp**

Nach dem auf der WRRL beruhenden Typisierungsschema werden die Fließgewässer Deutschlands in 25 biozönotisch bedeutsame Typen eingeteilt, 4 Typen für die Ökoregion der Alpen und des Alpenvorlandes, 8 Typen für das Mittelgebirge, 9 Typen für das Norddeutsche Tiefland und 4 Typen, die als „Ökoregion unabhängige“ Typen in verschiedenen Ökoregionen verbreitet sind (POTTGIESSER UND SOMMERHÄUSER 2008). In Hessen kommen 9 der 25 Typen vor (KOENZEN 2011), die in Tab. 2 näher erläutert sind. Betrachtet man die den Fließgewässertypen zugeordneten Fischarten (nach FIBS, DUBLING 2010) ist zu erkennen, dass nicht alle Arten in jedem Gewässertyp vorkommen. So beschränkt sich das Vorkommen der Äsche beispielsweise auf Bäche, während die Brasse nur in Flüssen oder Strömen zu finden ist. Dies liefert erste Hinweise auf eine Korrelation der Habitatansprüche mit verschiedenen Parametern, wie Tiefe, Strömung oder Laichsubstrat.

#### **Parameter (2) Gewässerbreiten / Gefälle und Fischregionen**

Konkrete Angaben zu Gefälle und Breite des Gewässers am Laichplatz der Fischarten sind in der Fachliteratur praktisch nicht zu finden. Einzige Ausnahme stellt hier das Bachneunauge dar, zu dessen Gefällepräferenz am Laichplatz eine Quelle identifiziert werden konnte. Für die übrigen Arten konnten entweder keine Angaben gemacht werden, oder es wurden nur allgemeine Angaben zu Gefälle und Gewässerbreite im allgemeinen Lebensraum der adulten Fische gefunden.

Ein vollständigeres Bild über Gefälle und Breitenansprüche der verschiedenen Fischarten ergibt sich aus dem Zusammenhang von Gefälle und Gewässerbreite mit der jeweiligen Fischregion (z.B. Forellenregion, Äschenregion, etc.), der von HUET (1949) beschrieben wurde (siehe Tabelle 1). Indirekt durch die Zuordnung der Fischarten zu den Fischregionen lassen sich so Gefälle- und Breitenpräferenzen der jeweiligen Fischart ablesen. Allerdings beziehen sich auch hier alle Angaben nicht explizit auf die Ansprüche an das Laichhabitat, sondern beschreiben vielmehr das Wohngewässer der Fischarten. Zwar legen die meisten der in Hessen vorkommenden Leitfischarten nur kurze Laichwanderungen zurück (siehe FIBS, DUBLING 2010), so dass davon ausgegangen werden kann, dass sich Adulthabitat und Laichhabitat nicht wesentlich voneinander unterscheiden. Für Barbe, Nase und Neunauge sind jedoch mittlere Migrationsdistanzen angegeben (siehe FIBS, DUBLING 2010), was darauf hinweist, dass Angaben zu Gefälle und Breite des Wohngewässers dieser Arten nicht zwangsläufig auf den Laichplatz übertragbar sind.

Grundsätzlich dürften die Faktoren Gewässerdimension (Breite) und Gefälle natürlich eine Rolle bei der Charakterisierung von typischen Laichhabitats spielen, aber nicht die primär ausschlaggebenden Faktoren bei der Habitatwahl der Fische sein. Vielmehr dürften Faktoren, die mit Gewässerdimension



und Gefälle korreliert sind wie z.B. Wassertiefe, Korngrößenverteilung des Substrates und Strömungsgeschwindigkeit primär ausschlaggebend sein.

Die zu bearbeitenden Parameter Fließgewässertyp, Gewässerbreite und Gefälle können jedoch geeignete Hilfsmittel sein, Gebiete, Gewässer oder Gewässerabschnitte zu identifizieren, in denen Laichhabitats bestimmter Fischarten potenziell lokalisiert sein könnten, wobei die genaue Identifikation konkreter Laichhabitats über die weiteren, nachfolgend behandelten Parameter erfolgen muss.

**Tab. 2** Verschneidung der Angaben zu den Verbreitungsschwerpunkten der Leitfischarten in den Fließgewässertypen nach POTTGIESSER & SOMMERHÄUSER (2008) (gelistet sind nur die für Hessen relevanten Typen) (oben) und der klassischen Fließgewässerzonierung nach HUET (1949) und ILLIES (1961) (unten), Breite- und Gefälleangaben nach DWK 1996

		Bachforelle	Koppe	Bachneunauge	Äsche	Elritze	Gründling	Hasel	Schneider	Schmerle	Barbe	Döbel	Nase	Rotaugen	Barsch	Steinbeißer	Ukelei	Brassen
<b>FG-Typ</b>	<b>Beschreibung</b>																	
Typ 5	grobmaterialreiche silikatische Mittelgebirgsbäche	x	x	x	x	x				x								
Typ 5.1	feinmaterialreiche silikatische Mittelgebirgsbäche	x	x	x														
Typ 6	feinmaterialreiche karbonatische Mittelgebirgsbäche	x	x	x		x		x		x		x		x	x		x	
Typ 7	grobmaterialreiche karbonatische Mittelgebirgsbäche	x	x		x	x		x		x		x						
Typ 9	silikat. fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse	x	x				x	x			x	x	x					
Typ 9.1	karbonat. fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse				(x)		x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x
Typ 9.2	große Flüsse des Mittelgebirges						x	x	x		x	x	x	x				
Typ 10	kiesgeprägte Ströme		x						x		x	x	x	x			x	x
Typ 19	kleine Niederungs-FG in Fluss- und Stromtälern													x	x		x	x
<b>FR</b>	<b>FG-Zone</b>	<b>Breite (m)</b>	<b>Gefälle (%)</b>															
Forellen-region	Epirithral (obere Forellenregion)	< 1	100 - 16,5															
	Metarhithral (untere Forellenregion)	1 - 5	50 - 15															
		5 - 25	15 - 7,5															
Äschen-region	Hyporhithral	5 - 25	6 - 2															
		25 - 100	4,5 - 1,25	(x)	(x)	(x)	x	x	x	x	x	x	x	(x)				
Barben-region	Epipotamal	25 - 100	1,25 - 0,33															
		> 100	0,75 - 0,25				x	x	x	x	x	(x)	x	x	x	(x)	(x)	(x)
Brachsen-region	Metapotamal	> 100	0,25 - 0											x	x	x	x	x

In der zusammenfassenden Ergebnistabelle wird im Spaltenblock A die Zuordnung der Schwerpunkt-Vorkommen der zu betrachtenden Fischarten (bzw. der potenziellen Vorkommen von Laichhabitats) zu den für das Bundesland Hessen relevanten Fließgewässertypen und die klassischen Fischregionen (und korrespondierenden Gewässerbreiten und Gefälle-Lagen), wie in Tab. 2 dargestellt, wiedergegeben.

### **2.2.2 Beschreibung der Ergebnistabelle – Spaltenblock B (strukturelle/physikalische Eigenschaften des Laichhabitats)**

In Spaltenblock B erfolgt eine Beschreibung des Laichhabitats mit seinen wesentlichen strukturellen (physikalischen) Eigenschaften, nämlich Laichsubstrat (Art des Substrats, Korngrößen), Strömungsverhältnisse (Strömungsgeschwindigkeiten), Tiefenverhältnisse sowie ggf. der Benennung von Zusammenhängen mit Strukturgütekartierungs-relevanten Flusstrukturen und sonstigen wichtigen Strukturaspekten. Abgearbeitet werden hier also die zu bearbeitenden Parameter 5. Art, Beschaffenheit und Zusammensetzung des Laichsubstrates, 6.(a) Wassertiefe, 6.(b) Strömungsgeschwindigkeit sowie 4. Ggf. weitere Habitatmerkmale, welche als Mindestausstattung vorhanden sein müssen und 3. Einzelparameter der Gewässerstrukturgüte.

Charakterisiert werden die Habitatansprüche der Adulten beim Ablichten. Bei vielen Fischarten handelt es sich dabei um sehr spezifische Ansprüche, die von den allgemeinen Habitatansprüchen in den übrigen Lebensphasen abweichen. Das Reproduktionsgeschehen ist daher oft mit mehr oder weniger kurzen Laichwanderungen und der Bildung von Laichschwärmen in den Laichhabitats verbunden. Abweichend davon können bei einigen Fischarten (insbesondere bei bodenlebenden Kleinfischen wie Schmerle oder Koppe) keine distinkten Laichhabitats unterschieden werden, diese Arten laichen ohne Bildung von Laichschwärmen (in Paaren oder kleinen Gruppen) im allgemeinen Lebensraum ab. Hier können an dieser Stelle somit nur Angaben zu den allgemeinen Habitatansprüchen der Art gemacht werden.

Die Gewässerstrukturgüte als ein Maß für die ökologische Qualität von Gewässern wird anhand der Erhebung von Strukturelementen des Gewässers und seines Umfeldes durch ein vorgegebenes Parametersystem bewertet. Die Strukturelemente werden als Einzelparameter (EP) bezeichnet, die sechs Hauptparametern (HP) zugeordnet werden können (LANUV 2012). Zur Bewertung der Gewässerentwicklungsfähigkeit werden in Hessen folgende Haupt- beziehungsweise Einzelparameter herangezogen (HUGO 2012): HP Laufentwicklung mit EP Laufkrümmung, Krümmungserosion, Längsbänke und besondere Laufstrukturen; HP Querprofil mit EP Breitenerosion, Profiltiefe, Profiltyp und Breitenvarianz; HP Sohlstruktur mit EP Sohlsubstrat und Sohlverbau; HP Uferstruktur mit EP Uferverbau, Uferbewuchs, Beschattung und HP Gewässerumfeld mit EP Gewässerrandstreifen. In den recherchierten Quellen ließen sich keine expliziten Angaben zu den Zusammenhängen zwischen Laichhabitats und Einzelparametern der Gewässerstrukturgütekartierung finden. Die Kombination bestimmter Faktoren, z.B. lockeres Kiessubstrat mit geringer Wassertiefe und moderater bis starker Strömung, wie sie die typischen Laichhabitats rheophiler Kieslaicher charakterisiert, erlaubt es jedoch, Flusstrukturen (z.B. Riffle, laterale Kiesbänke etc.) und damit assoziierte Strukturgüteparameter zu benennen.

Die Habitatansprüche der Frühentwicklungsstadien (Fischlarven) unterscheiden sich i.d.R. deutlich von den Bedingungen in den Laichhabitats. Für alle in lotischen Habitats laichenden Fischarten (rheopare Arten) ist es charakteristisch, dass die aufschwimmenden Larven mit der Strömung flussabwärts verdriftet werden, bis sie in strömungsberuhigte Bereiche (entlang der Ufersäume oder in

Seitenbuchten oder in der Aue) gelangen. Auch wenn es hierbei artspezifische Unterschiede gibt, lässt sich generell feststellen, dass in der Larvalphase nahezu aller Fischarten strömungsberuhigte Bereiche, oft in sehr flachen und sich schnell erwärmenden Uferpartien, benötigt werden. In der Literatur lassen sich für einige Arten hierzu konkrete Angaben finden, die Artunterschiede (innerhalb der ökologischen Gilden) sind jedoch so gering, dass sie für die Unterscheidung von Habitats im Freiland nicht relevant sind. Auf die gesonderte tabellarische Darstellung der Ansprüche an Larvalhabitats wird daher verzichtet (zumal dies im Leistungsverzeichnis nicht gefordert ist).

Im Zusammenhang mit dem Parameter Laichsubstrat ist auf eine potenzielle Gefährdung von Laichhabitats bestimmter Fischarten aus der Gilde rheophiler Kieslaicher hinzuweisen: den übermäßigen Eintrag von Feinsedimenten und Sanden, die abgelegten Fischlaich überdecken und das Lückensystem der größeren Kiessubstrate verfüllen, eine Kolmatierung der Gewässersohle bewirken können und damit die Permeabilität im hyporheischen Interstitial (Kieslückensystem im Flussgrund) herabsetzen, was wiederum den Stoffaustausch und insbesondere die Sauerstoffzufuhr reduziert. Diese Beeinträchtigungen können das Absterben von Laich und jungen Larven bewirken und wirken umso kritischer, je tiefer sich die Eier im Substrat befinden. Besonders gefährdet sind daher Salmoniden (neben Lachs und Meerforelle z.B. auch die hier zu betrachtende Bachforelle), die ihre Eier durch das Schlagen von Laichgruben besonders tief in das Substrat einbringen.

### **2.2.3 Beschreibung der Ergebnistabelle – Spaltenblock C (Wassertemperaturen im Laichhabitats)**

In Spaltenblock C werden Angaben zu den Ansprüchen an die Wassertemperaturen im Laichhabitats und während der Laich- und/oder Larvalentwicklung gemacht.

Der Parameter Wassertemperatur ist von zentraler Bedeutung bei der Reproduktion von Fischen. Der Jahresgang der Temperatur steuert oder beeinflusst den Zyklus der Gonadenreife und das Erreichen von Temperaturschwellenwerten ist oft auslösender Stimulus für das Einsetzen der Laichaktivitäten, die zudem meist nur innerhalb bestimmter Temperaturbereiche erfolgen. Die Wassertemperatur, im jeweiligen Zeitfenster der arttypischen Laichzeit, ist ein wichtiger Faktor in den Laichhabitats, weshalb die Angaben hierzu in der Ergebnistabelle abgesetzt von den übrigen chemisch-physikalischen Parametern direkt neben den Strukturparametern des Laichhabitats aufgelistet werden.

Für den Parameter Temperatur konnte in der Literatur die höchste Anzahl von Quellen recherchiert werden, dabei auch die höchste Anzahl von Primärquellen aus dem wissenschaftlichen Bereich. Da die artspezifischen Temperaturansprüche von großer Bedeutung im Zusammenhang mit der thermischen Belastung von Fließgewässern sind (z.B. durch Kühlwassereinleitungen), wurden in jüngerer Zeit bereits Literaturstudien zu den Temperaturansprüchen von Fischarten erstellt (KÜTTEL et al. 2002, REINARTZ

2004), so dass für den Parameter Temperatur insgesamt eine sehr umfangreiche und bereits gut aufgearbeitete Datengrundlage verfügbar war. In der Folge sind für etliche der hier zu betrachtenden Fischarten so zahlreiche und verschiedenartige oder weit streuende Angaben verfügbar, dass sie unmöglich in einer zusammenfassenden Ergebnistabelle präsentiert werden können. Es gibt verschiedene Ursachen für die große Variabilität der Temperaturangaben. Zum einen haben viele heimische Fischarten ausgedehnte Verbreitungsgebiete, die sich über viele Breitengrade (vom Norden Skandinaviens bis in den Alpenraum) erstrecken; zu berücksichtigen ist deshalb immer, in welcher geografischen Region die Daten erhoben wurden. Zum anderen sind zur Beschreibung von Temperaturansprüchen bei experimentell ermittelten Daten verschiedenste Begrifflichkeiten gebräuchlich (z.B. finales Präferendum, Vorzugstemperaturen, Toleranzbereiche, letale Grenztemperatur etc.), die oft nicht exakt gemäß Definition verwendet werden. Zudem werden experimentell ermittelte Daten stark von Versuchsbedingungen und Versuchsdesign beeinflusst, was Vergleichbarkeit und Übertragbarkeit von Versuchsergebnissen stark beeinträchtigt. Bei den Temperaturangaben, die sich auf Beobachtungen im Freiland begründen, ist zu berücksichtigen, es sich naturgemäß immer um Einzelbeobachtungen unter gegebenen hydrologischen und klimatischen Bedingungen handelt, die in einem anderen Jahr und einem in einem anderen Gewässer ganz anders ausfallen können und dann auch andere Laichtemperaturen zur Folge haben können. Eine Feldbeobachtung kann deshalb nie die ökologische Valenz einer Fischart im Hinblick auf die Laichtemperaturen beschreiben.

Daher wurde um die Übersichtlichkeit der Tabelle zu wahren die recherchierte Datenlage mit Expertenwissen gefiltert und gewertet, so dass in der Ergebnistabelle jeweils ein zentraler Kernbereich und/oder einige wenige (für besonders relevant erachtete) Einzelangaben angegeben werden.

Im Zusammenhang mit den Laichtemperaturen relevant ist die Unterscheidung der Reproduktionstypen „Saisonlaicher“ und „Portionslaicher“ bei den Fischarten. Saisonlaicher zeichnen sich dadurch aus, dass sie eine synchrone Gonadenreife aufweisen und deshalb pro Reproduktionsperiode nur einmalig und meist innerhalb einer kurzen Laichzeit ablaichen (typische Beispiele sind die Frühjahrslaicher Äsche, Hasel, Nase, Rotaugen und die winterlaichende Bachforelle). Portionslaicher dagegen zeichnen sich dadurch aus, dass sie eine asynchrone Gonadenreife aufweisen, die Geschlechtsprodukte werden in mehreren Laichschüben verteilt portionsweise über eine langgezogene Laichzeit abgegeben (typische Beispiele Elritze, Döbel, Barbe, Ukelei). Im Hinblick auf die Laichtemperaturen bedeutet dies, dass zwar alle Fischarten einen artspezifischen Schwellenwert besitzen, ab dem Laichaktivitäten einsetzen, dass die Temperaturspanne, innerhalb der ein Ablaichen erfolgen die anschließende Laich- und Larvalentwicklung erfolgreich durchlaufen werden kann, bei Portionslaichern (deren Laichzeiten sich oft vom Frühjahr bis in den Spätsommer erstrecken) wesentlich breiter ist als bei Saisonlaichern, deren Laichzeiten sich über kurze Zeitspannen (wenige Tage oder Wochen) im Frühjahr (Cypriniden) oder im Spätherbst/Winter (Bachforelle) erstrecken. Phasenweise ungünstige Temperaturbedingungen haben

daher bei Portionslaichern weniger gravierende Auswirkungen auf den Reproduktionserfolg, da diese Ausfälle durch wiederholtes Abbläichen (bei günstigeren Bedingungen) kompensieren können.

Beim Parameter Temperatur ist es aufgrund der Datenlage auch möglich, wie im Leistungsverzeichnis gefordert, zwischen den Anforderungen unmittelbar in der Laichzeit (Ansprüche der adulten Laichfische) und den Anforderungen in der anschließenden Phase der Ei- (=Embryonal-) und Larvalentwicklung (nach dem Schlupf) zu unterscheiden. Bei rheoparen Arten können zwar auch die abgelaichten Eier aus dem Laichhabitat heraus verdriftet werden, da die meisten Arten aber am Substrat klebende Eier besitzen oder die Eier in das Lückensystem des Substrates einsinken, kann vereinfachend angenommen werden, dass die Ei- (Embryonal-) Entwicklung im Laichhabitat erfolgt. Die Entwicklung der Larven, die nach dem Aufschwimmen zwangsläufig verdriftet werden, erfolgt dagegen immer in anderen, flussabwärts liegenden lenitischen Habitaten. Bedingt durch die üblicherweise erfolgende Frühjahrserwärmung in der Zeitspanne zwischen Abbläichen und Aufschwimmen der Larven und die schnellere Erwärmung der lenitischen Uferzonen erfolgt die Larvalentwicklung üblicherweise bei höheren Temperaturen als das Abbläichen.

#### **2.2.4 Beschreibung der Ergebnistabelle – Spaltenblock D (sonstige chemisch-physikalische Parameter & Saprobie/Trophie)**

Die Gruppe der verbleibenden chemisch-physikalischen Parameter sowie die Parameter Saprobie- bzw. Trophieindex werden in der Tabelle von den bisher behandelten Parametern abgesetzt, da die recherchierte Datenlage es kaum ermöglicht, hier einen unmittelbaren Bezug zu den Laichhabitaten oder allgemeiner zur Reproduktionsphase herzustellen, sondern allenfalls zu den allgemeinen Ansprüchen der Fischarten. Darüber hinaus können diese Parameter allesamt als stark abhängig von oder bestimmt durch die organische Belastung bzw. die Nährstoffsituation des Gewässers und den damit verbundenen stofflichen Umsetzungen betrachtet werden.

Vielfach werden insbesondere in der sog. „grauen“ Literatur häufiger Werte für die physiko-chemischen Parameter genannt, die anscheinend immer wieder abziitiert werden, aber ohne das eine Quellenangabe erfolgt oder ein Datenhintergrund ersichtlich wird. Die hier wiedergegebenen Werte beschreiben nicht im engeren Sinne die Ansprüche der Leitfischarten an das Laichhabitat, sondern die allgemeinen, für alle Lebensphasen geltenden Habitatansprüche.

#### **Parameter Sauerstoff**

Für den Parameter Sauerstoff konnten einige Primärquellen, überwiegend experimentelle Arbeiten, recherchiert werden, die den Einfluss des Sauerstoffgehaltes auf bestimmte Verhaltensweisen oder physiologische Leistungen aufzeigen, ein unmittelbarer Bezug zum Laichhabitat lässt sich jedoch kaum

herstellen. Es konnten keine Primärquellen gefunden werden, in denen Grenzwerte oder Präferenzbereiche experimentell getestet oder in Freilandsituationen ermittelt worden sind. Es muss daher vereinfachend davon ausgegangen werden, dass der Sauerstoffbedarf der Fischarten in der Reproduktionsperiode, speziell beim Ablaichen, nicht grundsätzlich anders als in den übrigen Lebensphasen ist (auch wenn das Ablaichen bei einigen Arten so stressvoll ist, dass üblicherweise ein Teil des Laicherbestandes nach dem Laichen stirbt, z.B. Brasseln, Nasen). Einige Arbeiten befassen sich mit dem Sauerstoffbedarf von Fischarten während der Ei- oder Embryonalentwicklung, so dass sich hierüber ein Bezug zur Reproduktionsphase ergibt.

Beim Parameter Sauerstoff ist zu beachten, dass sich die meisten Quellenangaben auf den Sauerstoffgehalt des „Oberflächenwasserkörpers“ oder der „fließenden Welle“ beziehen, in dem die Fische leben und wo sich meist auch der Laich und die Larven entwickeln. Einige Fischarten der lithophilen Reproduktionsgilde wie die Salmoniden (Lachs, Forellen) schlagen jedoch Laichgruben und bringen ihre Eier damit tief in das Flusssediment ein (bei Großsalmoniden bis zu 30 cm), so dass für die Entwicklung primär der Sauerstoffgehalt im Interstitial ausschlaggebend ist. Der Sauerstoffgehalt des Interstitialwassers hängt natürlich stark vom Sauerstoffgehalt in der fließenden Welle ab, wird aber auch von zusätzlichen Faktoren wie z.B. dem Feinsedimentanteil, hydraulischen und morphologischen Gegebenheiten, der Permeabilität des Interstitials und stofflichen Umsetzungen im Interstitial bestimmt. Somit kann in Gewässern durchaus die Situation auftreten, dass die Sauerstoffbedingungen im Interstitial trotz guter Sauerstoffwerte in der fließenden Welle kritisch und unzureichend für die Entwicklung von Salmoniden-Eiern sind. Ursächlich sind hierfür meist Feinsediment- und Stoffeinträge aus dem Einzugsgebiet der Gewässer. Hiervon betroffen sind in erster Linie die Großsalmoniden Lachs und Meerforelle, die ihre Eier bis zu 30 cm tief in das Kieslückensystem einbringen. Aber auch bei der kleineren Bachforelle, die naturgemäß weniger tiefe Laichgruben schlägt und ihre Eier weniger tief in das Sediment einbringt, wird der Reproduktionserfolg von den Sauerstoffbedingungen im Interstitial beeinflusst. Diese Interstitial-Problematik scheint in vielen Fließgewässern der Hauptursache für erhebliche Beeinträchtigungen des Reproduktionserfolgs von Salmoniden zu sein (MUNLV 2006). Die Literatur zu diesem Themenkomplex befasst sich im Wesentlichen mit Salmoniden (in erster Linie Lachs), es ist jedoch sehr wahrscheinlich, dass der Reproduktionserfolg auch anderer lithophiler Arten, die keine Laichgruben wie die Salmoniden schlagen sondern ihre Eier nur oberflächlich über dem Kiessubstrat abgeben (z.B. Äsche, Elritze, Schneider, Nase, Barbe, Hasel), so dass sie lediglich in das oberflächennahe Kieslückensystem einsinken können, vom Sauerstoffgehalt und anderen Qualitätsparametern des Interstitialwassers beeinflusst wird. Dies gilt besonders für die Elritze, die ihre Eier relativ tief (bis zu 5 cm) in das vorzugsweise grobe Laichsubstrat platziert und deren Larven nach dem Schlupf bis zur Aufzehrung des Dottervorrates aktiv sehr tief (bis zu 30 cm) in das Lückensystem des Substrates eindringen. Für sonstige lithophile Arten finden sich in der Literatur jedoch anders als für die Salmoniden keine konkreten Angaben oder Untersuchungsergebnisse zum Themenkomplex

„Beeinflussung des Reproduktionserfolges durch die Interstitial-Qualität“ oder Mindestanforderungen für den Sauerstoffgehalt im Interstitialwasser.

Es ist generell zu bedenken, dass der Sauerstoffgehalt im Gewässer natürlicherweise starke Schwankungen infolge von Tages- und Jahresgängen aufweisen kann (umso mehr je nährstoffreicher und produktiver das Gewässer ist), die Angabe eines einzelnen Wertes im Sinne eines starren Grenzwertes ist schon von daher kaum sinnvoll. Ferner sind sowohl der Sauerstoffgehalt im Wasser als auch der physiologische Sauerstoffbedarf der Fische auch abhängig von anderen Faktoren wie z.B. der Wassertemperatur oder sonstigen Schadstoffbelastungen. Es wird daher vorgeschlagen, die Darstellung des Sauerstoffbedarfs der Fischarten im Laichhabitat nicht an einzelnen, u.U. wenig aussagekräftigen Quellenangaben festzumachen, sondern eine grobe Einteilung in drei Gruppen, nämlich Fischarten mit hohem, mittlerem und niedrigem Sauerstoffbedarf vorzunehmen. Dies ist auch insofern sinnvoll und praktikabel, als dass heutzutage in den Fließgewässern der Sauerstoffgehalt in der fließenden Welle in aller Regel kein limitierender Faktor für die Fischfauna mehr ist.

### **Parameter pH-Wert**

Für den Parameter pH-Wert konnten überwiegend in „grauer Literatur“ oder z.B. der fishbase-Datenbank im Internet nur allgemeine Angaben zu Toleranzbereichen von Juvenilen und/oder Adulten recherchiert werden, ohne dass dabei Angaben zu den Datengrundlagen oder Primärquellen gemacht wurden. Ein unmittelbarer Bezug zu den Laichhabitats oder allgemeiner zur Reproduktionsphase ließ sich nicht herstellen.

Extreme pH-Werte ( $\text{pH} < 5$  und  $\text{pH} > 9$ ) bewirken Verätzungen an Kiemen und Haut der Fische. Niedrige (stark saure pH-Werte) haben den Sekundäreffekt, dass Aluminium-Ionen ( $\text{Al}^{3+}$ ) in Lösung gehen, die bereits bei Konzentrationen  $< 0,1 \text{ mg/l}$  stark fischtoxisch wirken. Bei den „normalerweise“ in Fließgewässern auftretenden pH-Werten ist jedoch nicht mit Auswirkungen auf die Fischfauna und Beeinträchtigungen des Reproduktionserfolges der Fischarten zu rechnen, so dass der pH-Wert i.d.R. kein maßgebliches Kriterium zur Charakterisierung von Laichhabitats ist.

Bei der relativ sensiblen Bachforelle sind im sauren Bereich beispielsweise bis  $\text{pH} 6,0$  keine Beeinträchtigungen feststellbar, ab  $\text{pH} 5,5$  treten jedoch hohe Mortalitäten auf (BLOHM et al. 1994). Derart geringe pH-Werte wurden in früheren Jahrzehnten in natürlichen Gewässern bei der Gewässerversauerung infolge des „sauren Regens“ erreicht, treten heute aber kaum noch auf. In jüngerer Zeit ist jedoch das Problem zu hoher (alkalischer) pH-Werte in den Fokus gerückt: in rhithralen Gewässern, die eine Nährstoffbelastung erfahren (sei es aus Punkt- oder diffusen Quellen) kann dies im zeitigen Frühjahr, wenn die Gewässer wegen der noch nicht vorhandenen Belaubung umstehender Gehölze noch keine Beschattung erfahren und voller Sonnenbestrahlung ausgesetzt sind, zur Ausbildung mächtiger Diatomeenfilme auf dem Sohlsubstrat führen. Die massive Algenentwicklung kann infolge der photosynthetischen Aktivität im Tagesgang zu erheblichen pH-Wert-Verschiebungen in den stark

alkalischen Bereich führen. Hiervon betroffen sind häufig Laichhabitate der Äsche, die im zeitigen Frühjahr im genannten Zeitfenster in rhithralen Gewässerabschnitten ablaicht. Die stark alkalischen pH-Werte im Frühjahr können zu Schädigung und Absterben von Eiern und Embryonen führen und den Reproduktionserfolg der Äsche massiv beeinträchtigen. Unmittelbar ursächlich für die Schäden an Äschen-Eiern und Brut ist der pH-Wert, es besteht jedoch eine enge Wechselwirkung mit der Nährstoffsituation im Gewässer, da erst eine Nährstoffbelastung die Ausbildung der Diatomeenfilme und deren starke photosynthetische Aktivität ermöglichen. Die durch die Photosyntheseaktivität erzeugten alkalischen pH-Werte beeinflussen darüber hinaus auch das Ammonium-Ammoniak-Gleichgewicht im Wasser und verschieben es zum stark fischtoxischen Ammoniak, so dass Fischeier- und Larven auch über diesen Wirkpfad geschädigt werden (HÜBNER 2003).

### **Parameter Saprobie / Trophie**

Gemäß Leistungsverzeichnis waren konkret die Parameter Saprobie-Index und Trophie-Index zu bearbeiten. Der Trophie-Index kann hier jedoch nicht relevant sein, da er ein Parameter zur Charakterisierung von Stillgewässern ist. Allgemein beschreibt die Trophie die Intensität der photoautotrophen Produktion, die wesentlich vom Gehalt der Pflanzennährstoffe Phosphat und Nitrat bestimmt wird.

Der Saprobien-Index beschreibt die Belastung von Fließgewässern durch organisch abbaubare (sauerstoffzehrende) Substanzen und wird mit Hilfe von Indikatororganismen, entweder Organismen des Makrozoobenthos (Makrosaprobien) oder Mikroorganismen wie Ciliaten und Flagellaten (Mikrosaprobien), bestimmt. Für den Saprobien-Index sind 7 Wertebereiche festgelegt, die entsprechend 4 Güteklassen mit 3 Zwischenklassen von Gewässergüteklasse I (unbelastet bis sehr gering belastet) bis Gewässergüteklasse IV (übermäßig verschmutzt) definieren. Organismen der Freiwasserzone im Gewässer, so auch die Fische, werden nicht zur Definition von Saprobie-Klassen herangezogen. Es konnten keine Quellen recherchiert werden, die einen unmittelbaren Zusammenhang zwischen Saprobien-Index und Habitatansprüchen von Fischarten beschreiben.

Da die Saprobie eine organische Belastung beschreibt und deshalb im Zusammenhang mit sauerstoffzehrenden Prozessen steht, ist sie mit anderen Parametern, die die Sauerstoffverhältnisse im Gewässer oder andere Aspekte der Belastung mit organischen Substanzen beschreiben, korreliert. Dies gilt z.B. für die limnologischen Parameter CSB (Chemischer Sauerstoffbedarf), BSB (Biologischer Sauerstoffbedarf) und TOC (organisch gebundener Kohlenstoff).

Sowohl Saprobien- als auch Trophieindex sind Parameter für organische Verschmutzung, Nährstoffbelastung und Produktivität und stehen daher in starkem Zusammenhang mit anderen Parametern wie dem Gehalt an Stickstoffverbindungen (Nitrat, Ammonium, Nitrit). Bei den Umsetzungsprozessen der Stickstoffverbindungen (Ammonifikation, Nitrifikation, Denitrifikation), die



wiederum von den Sauerstoffverhältnissen und den pH-Wert-Bedingungen beeinflusst sind bzw. diese beeinflussen, entstehen mit Nitrit und Ammoniak Zwischen- oder Abbauprodukte, die unmittelbare physiologische Effekte auf aquatische Organismen haben und fischtoxisch wirken. Ammoniak (das im Gewässer beim Abbau organischer Stoffe freigesetzt wird) wird in Wasser über eine Gleichgewichtsreaktion als Ammonium-Ion gelöst, wobei diese Reaktion stark von der Temperatur und dem pH-Wert beeinflusst wird. Je höher die Temperatur und je alkalischer der pH-Wert, desto höher ist der Anteil des fischgiftigen freien Ammoniaks.

Aufgrund dieser Zusammenhänge wurde die Literaturrecherche zu den Parametern Saprobie / Trophie weiter gefasst und unter Berücksichtigung von Suchbegriffen wie „(Gewässer-) Güteklasse“, „organische Belastung / Verschmutzung“, Stickstoffparameter („Nitrat“, „Nitrit“, „Ammonium“, etc.) und Ähnliches durchgeführt. Durch Hinzunahme dieser Suchbegriffe konnten einige Quellen zu experimentellen Arbeiten über physiologische Effekte von z.B. Ammonium/Ammoniak auf Fische (jedoch nur bei einzelnen Arten) recherchiert werden, in denen u.a. z.B. unterschiedliche Sensibilitäten der Altersstadien (Adulte – Jungfische/Brut) aufgezeigt werden. Insgesamt ist die Datenlage aber zu gering, um hiervon ausgehend artspezifisch Mindestansprüche an die Bedingungen in Laichhabitats zu definieren.

Trotz Ausweitung der Suchbegriffe konnten insgesamt nur wenige Quellen zum Parameter-Komplex gefunden werden. Für einige Fischarten wurde Literatur im Zusammenhang mit der Gewässergüteklasse und Fischvorkommen identifiziert, allerdings handelt es sich hierbei lediglich um Empfehlungen beziehungsweise Richtwerte, die im Zusammenhang mit Wiederbesiedelungs-Programmen mit einzelnen Fischarten gegeben wurden (ohne Quellenangaben zur Begründung oder Verweise auf entsprechende wissenschaftlichen Studien). Daneben konnte eine Quelle recherchiert werden, in der für ein breites Fischartenspektrum ein Index zur Beschreibung der Verschmutzungstoleranz definiert wird (Wasserqualitätskoeffizient nach VERNEAUX 1981). Dieser Koeffizient fasst den komplexen Sachverhalt der Verschmutzungstoleranz einer Fischart in eine einfache, anschauliche Zahl zusammen und ist deshalb anschaulich und praktisch und wird deshalb in der Ergebnistabelle separat wiedergegeben (die Wertezuordnung deckt sich zudem weitestgehend mit einem *ranking* der Fischarten nach Verschmutzungstoleranz, wie es auch die Bearbeiter und andere Autoren vornehmen würden). Es ist jedoch anzumerken, dass sich der Wasserqualitätskoeffizient nach VERNEAUX in der Praxis offensichtlich nicht durchgesetzt hat, er wird nur selten zitiert.

Abschließend ist für den Parameter-Komplex Trophie/Saprobie festzustellen, dass die recherchierte Datenlage vergleichsweise dürftig ist und nicht ausreicht, durchgängig diesbezüglich artspezifische Mindestanforderungen an die Laichhabitats zu definieren. Zu berücksichtigen ist ferner, dass die Wasserqualität im Sinne der saprobiellen Gewässergüte heute im überwiegenden Teil des hessischen Fließgewässernetzes als mindestens „Gewässergüteklasse II – mäßig verschmutzt“ klassifiziert ist und demnach kein limitierender Faktor mehr für die Fischfauna ist. Es scheint daher sinnvoll, in der Ergebnistabelle eine grobe Einteilung der Fischarten nach hohen, mittleren und niedrigen Ansprüchen

an die Gewässergüte bzw. umgekehrt mit hoher, mittlerer und niedriger Verschmutzungstoleranz zu unterscheiden.

### 2.2.5 Gruppierung der Fischarten nach ökologischen Gilden

In der Fischökologie sind verschiedene Klassifizierungssysteme der Fischarten nach wesentlichen Aspekten ihrer Biologie/Ökologie (allgemeine Habitatbindung, Strömungspräferenzen, Laichverhalten etc.) gebräuchlich, wodurch ökologische Gilden definiert werden.

Für die Reproduktionsbiologie ist eine auf BALON (1975, 1985, 1991) zurückgehende Klassifizierung von *reproductive guilds* gebräuchlich, die Merkmale wie die Nutzung bestimmter Laichsubstrate, die Form der Eiablage und Eigenschaften der Larven (Pigmentierung, Dottersackgröße, Haftdrüsen, Respirationstrukturen) berücksichtigt; meistens wird diese Gilden-Einteilung dazu verwendet, die Bindung an bestimmte Laichsubstrats zu kennzeichnen. Unterschieden werden:

- lithophile Arten = Arten, die auf kiesigem Substrat ablaichen (Kieslaicher)
- phyto-lithophile Arten = Arten, die bei der Wahl der Laichsubstrate recht indifferent sind und sowohl auf kiesig-steinigem als auch auf pflanzlichem Substrat oder auf Holz ablaichen. Etliche der hierzu gehörenden Arten sind bei der Wahl der Laichsubstrate zwar anpassungsfähig, präferieren aber deutlich pflanzliche Laichsubstrate
- psammophile Arten = Arten, die über sandigem Substrat ablaichen
- phytophile Arten = Arten, die ausschließlich auf pflanzlichem Substrat (submerse und emerse Vegetation, überflutete terrestrische Vegetation) ablaichen und speziell daran angepasst sind (obligate Krautlaicher)

Eine Einteilung der Arten nach ihrer Habitatbindung und Strömungspräferenz bietet das auf SCHIEMER et al. (1991) bzw. SCHIEMER & WAIDACHER (1992) zurückgehende System. Darin werden unterschieden:

- rheophile Arten (A), strömungsliebende Arten, deren gesamter Lebenszyklus im Fluss stattfindet
- rheophile Arten (B), strömungsliebende Arten, die phasenweise auf strömungsberuhigte Nebengewässer angewiesen sind
- eurytope Arten, die als strömungsindifferent und generell sehr anpassungsfähig anzusehen sind und die ein weites Spektrum von Gewässertypen und Habitats (in Still- und Fließgewässern) besiedeln können
- stagnophile Arten, deren gesamter Lebenszyklus in stehenden und vegetationsreichen Gewässern stattfindet (Arten, die in Flusssystemen an Auengewässern gebunden sind)

(Anmerkung: die Unterscheidung von rheophil (A) und rheophil (B) Arten wird nicht von allen Autoren einheitlich gehandhabt, manchmal (z.B. im FIBS) wird diese Differenzierung nicht vorgenommen)

Die bisher genannten Klassifizierungen werden z.B. auch zur Charakterisierung der Fischarten im FIBS herangezogen (siehe Datenblatt „Fischartencharakterisierung“ im FIBS).

Eine weitere Klassifikation der Fischarten nach ZAUNER & EBERSTALLER (1999) unterscheidet nach den Anforderungen an die Strömungsverhältnisse am Laichplatz:

- rheopare Arten, deren Laichplätze/Reproduktionsareale sich in Fließgewässern befinden
- euryopare Arten, deren Laichplätze/Reproduktionsareale sich sowohl in Fließgewässern als auch in Stillgewässern befinden können
- limnopare Arten, deren Laichplätze/Reproduktionsareale sich in Stillgewässern befinden

Die zu behandelnden Fischarten wurden nach größter Ähnlichkeit der Gildenzugehörigkeiten angeordnet, wobei diese Anordnung sehr weitgehend auch der Anordnung nach den Schwerpunktorkommen in den verschiedenen Fischregionen (wie vom Auftraggeber vorgenommen, siehe Tab. 1) entspricht.

Durch die Anordnung der Arten nach größtmöglicher Ähnlichkeit in ihren ökologischen Ansprüchen ergibt sich automatisch die Möglichkeit, in der zusammenfassenden Tabelle generalisierende Aussagen für Gruppen von Arten zu treffen und dadurch die Tabelle wesentlich übersichtlicher zu gestalten. Beispielsweise gilt für eine Gruppe der rheophilen Arten mit lithophiler Reproduktionsstrategie (strömungsliebende Kieslaicher), dass ihre bevorzugten Laichhabitats in Gewässerabschnitten mit mittlerer Strömung, größerem Kiessubstrat und geringer bis mittlerer Wassertiefe liegen, so dass die Laichplätze meist im Bereich von Riffle-Strecken oder an Kies- und Schotterbänken liegen. Diese allgemeine Laichplatzcharakterisierung trifft für eine Reihe von Arten zu (Äsche, Elritze, Schneider, Nase, Barbe, Hasel, Döbel) und tatsächlich werden in einem Gewässer häufig entsprechende Stellen von mehreren dieser Arten als Laichhabitats genutzt. Es bestehen in diesem Fall somit keine signifikanten Unterschiede oder nur sehr geringe, graduelle Unterschiede in den Habitatansprüchen von Fischarten aus einer ökologischen Gilde, auch wenn die Ergebnisse von Einzeluntersuchungen in Form der zitierten konkreten Werte durchaus gewisse Unterschiede aufweisen können.

### **2.3 Umfang der Rechercheergebnisse**

Der Umfang der Rechercheergebnisse wird als Anzahl recherchierter Quellen (gesichtete und ausgewertete Quellen) und als Anzahl der sich daraus ergebenden verwertbaren Angaben (berücksichtigt wurden nur verschiedenartige Angaben; häufig fanden sich in verschiedenen Quellen gleichlautende Angaben, nicht selten auch offensichtlich ohne Quellenangabe abziert, diese wurden hier nicht mitgezählt) jeweils separat für die hier zu betrachtenden Fischarten in Tab. 3 angegeben.

**Tab. 3** Umfang der Recherche-Ergebnisse: Anzahl recherchierter Quellen und Anzahl recherchierter Angaben (nur verschieden lautende Angaben) pro Fischart und Parameter

Parameter		Fischart																
		Bachforelle	Koppe	Bachneunauge	Äsche	Elritze	Gründling	Hasel	Schneider	Schmerle	Barbe	Döbel	Nase	Rotaugen	Barsch	Steinbeißer	Ukelei	Brassen
<b>Laichsubstrat</b>	Anzahl Quellen:	8	3	11	7	7	11	7	8	8	8	6	7	5	6	14	8	4
	Anzahl Angaben:	9	5	13	8	7	12	6	8	11	6	9	8	8	8	12	8	5
<b>Strömung</b>	Anzahl Quellen:	6	7	9	9	5	7	8	6	3	6	8	6	2	2	7	4	4
	Anzahl Angaben:	7	8	10	13	5	8	8	7	11	8	9	6	4	4	7	5	5
<b>Tiefe</b>	Anzahl Quellen:	4	4	11	12	5	8	5	3	6	6	7	9	4	7	3	4	4
	Anzahl Angaben:	6	5	13	15	5	10	5	3	8	9	8	8	8	7	3	4	8
<b>Temperatur</b>	Anzahl Quellen:	13	2	9	10	6	13	10	8	3	11	8	11	13	14	6	7	15
	Anzahl Angaben:	25	5	10	21	8	10	15	8	5	17	11	22	17	23	10	9	23
Saprobie / Trophie																		
<b>Saprobie / Trophie</b>	Anzahl Quellen:	1	1	1	1	1	2	0	1	2	1	0	0	0	0	1	0	0
	Anzahl Angaben:	3	4	2	1	2	2	0	1	4	2	0	0	0	0	1	0	0
<b>Ammonium / Ammoniak</b>	Anzahl Quellen:	3	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1
	Anzahl Angaben:	4	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	2	1
<b>Wasserqualitäts-Koeffizient</b>	Anzahl Quellen:	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
	Anzahl Angaben:	4	2	1	4	3	1	1	2	1	3	2	2	4	2	3	0	4
<b>Sauerstoff</b>	Anzahl Quellen:	5	1	1	4	3	1	1	2	1	3	2	4	3	4	5	0	4
	Anzahl Angaben:	3	1	2	2	1	1	1	2	1	0	1	0	1	4	1	1	1
<b>pH-Wert</b>	Anzahl Quellen:	5	1	2	2	1	1	1	2	1	1	1	0	1	4	1	1	1
	Anzahl Angaben:	1	1	1	1	1	2	0	1	2	1	0	0	0	0	1	0	0
<b>Summe:</b>	Anzahl Quellen:	<b>43</b>	<b>21</b>	<b>44</b>	<b>47</b>	<b>29</b>	<b>44</b>	<b>33</b>	<b>31</b>	<b>25</b>	<b>37</b>	<b>34</b>	<b>36</b>	<b>31</b>	<b>37</b>	<b>35</b>	<b>26</b>	<b>34</b>
	Anzahl Angaben:	<b>65</b>	<b>30</b>	<b>51</b>	<b>66</b>	<b>32</b>	<b>45</b>	<b>37</b>	<b>32</b>	<b>42</b>	<b>48</b>	<b>42</b>	<b>49</b>	<b>43</b>	<b>52</b>	<b>39</b>	<b>30</b>	<b>48</b>

**Hinweis zu den Quellenangaben:**

Die Quellenangaben zu den im vorliegenden Bericht zitierten Quellen sind in dem separat übergebenen, vollständigen Quellverzeichnis zur Literaturstudie enthalten!