



Biologische Untersuchung des Begginger Bachs sowie seiner Zuflüsse Hobilibach und Chälengraben - Wirbellosen – Lebensgemeinschaft - Gewässeruntersuchung vom 14. März 2014



**Der Hobilibach im März 2014.
Im Hintergrund erkennbar eine Messeinrichtung des IKL.**

beauftragt durch

 **INTERKANTONALES LABOR**

LEBENSMITTELKONTROLLE APPENZEL AUSSERRHODEN APPENZEL INNERRHODEN GLARUS SCHAFFHAUSEN
UMWELTSCHUTZ SCHAFFHAUSEN



Inhalt:

1	Veranlassung und Auftrag	1
2	Beschreibung der Gewässer und Probenahmestellen	1
3	Ergebnisse der biologischen Untersuchungen.....	5
4	Taxaliste der Wirbellosenfauna.....	9
5	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	11
6	Glossar	13
7	Literatur.....	14
7.1	Allgemeine Literatur	14
7.2	Bestimmungsliteratur	14
8	Anhang Methoden und Bewertungsgrundlagen	16
8.1	Schweizer Modul-Stufen-Konzept Makrozoobenthos	16
8.2	Deutsches Bewertungsmodul Perloides	17
8.3	Fotodokumentation der Probestellen	18

Gutachter: Dipl. Biol. Ursula Riedmüller
Dipl. Biol. Roland Höfer
Erlenweg 13
D-79822 Titisee-Neustadt
Tel. 0049 7651 93 66 64
Fax 0049 7651 93 66 65
bnoe@gewaesserfragen.de

1 Veranlassung und Auftrag

Im Auftrag des Kantons Schaffhausen (Interkantones Labor Schaffhausen - IKL) wurden der Begginger Bach ober- und unterhalb der Einleitung der Abwasserreinigungsanlage (ARA) Beggingen sowie die zwei flussaufwärts gelegenen Zuflüsse Hobilibach und Chälengraben (s. Abb. 1) hinsichtlich ihrer Wirbellosenbesiedlung (Makrozoobenthos) untersucht. Im Jahr 2013 hatte bereits eine gleichartig aufgebaute Untersuchung stattgefunden, deren Ergebnisse in einem eigenen Bericht dargestellt sind (Riedmüller & Höfer 2013). Zum damaligen Untersuchungszeitpunkt, dem 19. Juni 2013, waren die Bedingungen durch ein vorangegangenes starkes Hochwasser Anfang Mai des gleichen Jahres und die damals noch defekte ARA für die wirbellosen Bachtierarten deutlich ungünstiger. Es ist zu vermuten, dass einige Arten und Individuen durch das Hochwasser ausgespült wurden und die Artenzahl und Individuendichte dadurch beeinträchtigt waren. Die vorliegend berichteten Untersuchungen vom 14. März 2014 sollen die Verhältnisse nach Instandsetzen der ARA und ohne ausgeprägten hydraulischen Stress durch Hochwasser erfassen. Schwerpunkt der Fragestellung war und ist die Ursachenfindung für weitere Belastungen, die u. a. ein Verschwinden des Bachflohkrebses in oder unterhalb von Beggingen verursachen.

Zur Auswertung der Artenlisten werden u. a. das mit der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) konforme deutsche PERLODES-Verfahren sowie das Schweizer Modul-Stufen-Konzept Makrozoobenthos mit dem Schweizer Index auf Basis der Wirbellosenfauna der Bachsohle (IBCH) angewendet. Die Methoden sind im Anhang (Kap. 0) genauer beschrieben. Begleitend zu den biologischen Untersuchungen am 14. März 2014 fanden Sondenmessungen der physikalisch-chemischen Parameter (Temperatur, elektr. Leitfähigkeit, Sauerstoffsättigung und pH-Wert) statt. Zur weiteren Einschätzung der chemischen Situation wurden vom IKL (Hr. Frank Lang) langjährige Datenreihen chemischer Parameter zur Verfügung gestellt.

2 Beschreibung der Gewässer und Probenahmestellen

Die beiden Zuflüsse Hobilibach und Chälengraben, welche ihr Einzugsgebiet im Hoher Randen-Gebiet haben, fließen im Ort Beggingen zusammen und bilden dort den Begginger Bach. Dieser durchquert flussabwärts den Ort Schleithelm und mündet nach insgesamt 7,5 km bei Stühlingen in die Wutach. Eine Kurzbeschreibung der Bäche und Probestellen enthält die Tab. 1. Die Lage der untersuchten Gewässerstrecken zeigt die Abb. 1.

Tab. 1: Kurzbeschreibung und typologische Ansprache der beprobten Gewässer im untersuchten Abschnitt.

Merkmal	Beschreibung		
Untersuchtes Gewässer/Vorfluter	Hobilibach	Chälengraben	Begginger Bach
Hydrologisches Regime	pluvial	pluvial	pluvial
Höhenlage des untersuchten Abschnitts (ca. m ü. NN)	550	610	520
Gewässerstruktur (Kurzansprache)	weitgehend naturnaher Längsverlauf, standorttypische Gehölzgalerie, nahezu vollständige Beschattung im Tagesverlauf, an den Probestellen weitgehend naturnahe Ufer, Begginger Bach bei ARA mit steilen Uferabbrüchen		
Strömung	vorwiegend turbulent fließend	vorwiegend turbulent fließend	turbulent bis stellenweise ruhig fließend
Fließgewässertyp gemäß deutscher Typologie von Pottgiesser & Sommerhäuser (2008) für die Anwendung des WRRL-Verfahrens PERLODES	Typ 7: Grobmaterialreiche, karbonatische Mittelgebirgsbäche (angelehnt an Typisierung von LUBW 2012)		

Die Probestellen am 14. März 2014 waren (s. Abb. 1):

- **Hobilibach:** auf Höhe des östlichen Ortsrandes von Beggingen, 560 m oberhalb Zusammenfluss
- **Chälengraben:** südöstlich von Beggingen ca. 1.400 m oberhalb Zusammenfluss
- **Begginger Bach 1:** direkt oberhalb ARA, ca. 1.100 unterhalb Zusammenfluss
- **Begginger Bach 2:** ca. 75 m unterhalb der Einleitung aus der ARA

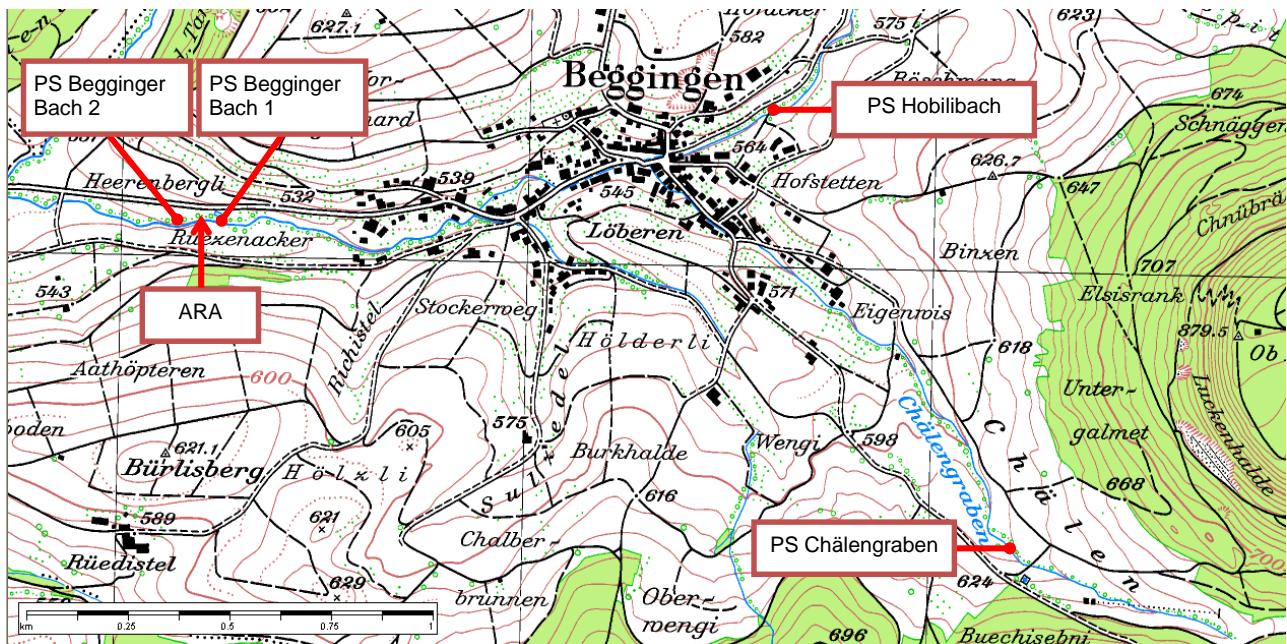


Abb. 1: Lage der ARA Beggingen sowie der Probenahmestellen (PS) im Hobilibach, Chälengraben und Begginger Bach. Kartenausschnitt aus der amtlichen topografischen Karte 1:25.000 (LGL BW 2009).

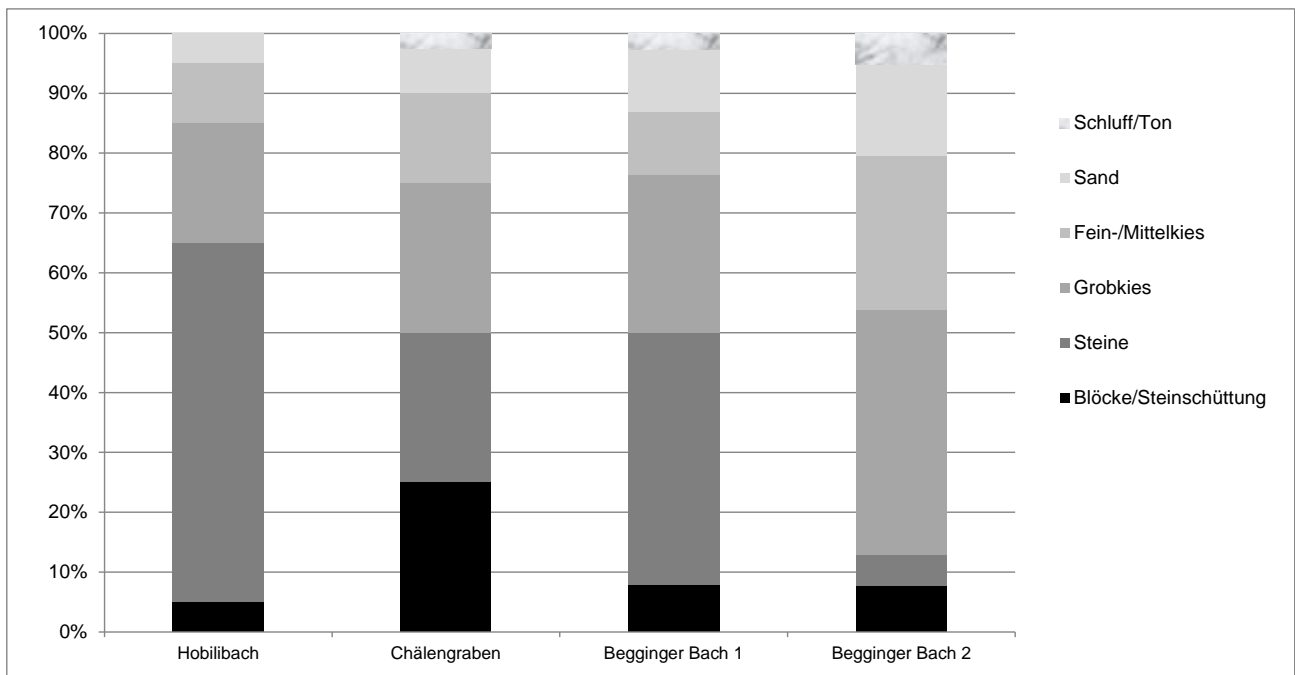


Abb. 2: Zusammensetzung des mineralischen Sohlsubstrats an den Probestellen im Hobilibach, Chälengraben und Begginger Bach im März 2014.

Die **Zusammensetzung des Sohlsubstrats** an den vier Probestellen zeigt Abb. 2: Der Anteil an grösseren Steinen und Blöcken ist im Hobilibach, Chälengraben und im Begginger Bach oberhalb der ARA mit rund 50-60% relativ hoch, wobei im Chälengraben der Anteil an grösseren Blöcken mit 25% am höchsten ist. Im Begginger Bach unterhalb der ARA machen die groben Sedimentfraktionen nur gut 10% aus, dafür sind dort die Kiesfraktionen (Grob-, Mittel- und Feinkies) mit 65% stärker vertreten als an den anderen Probestellen (30-40%). Sande bedecken zu 5-15% die Gewässersohle der Probestellen. Die feinsten Fraktionen – Schluff und Ton – sind mit maximal 5% vertreten, im Hobilibach gar nicht.

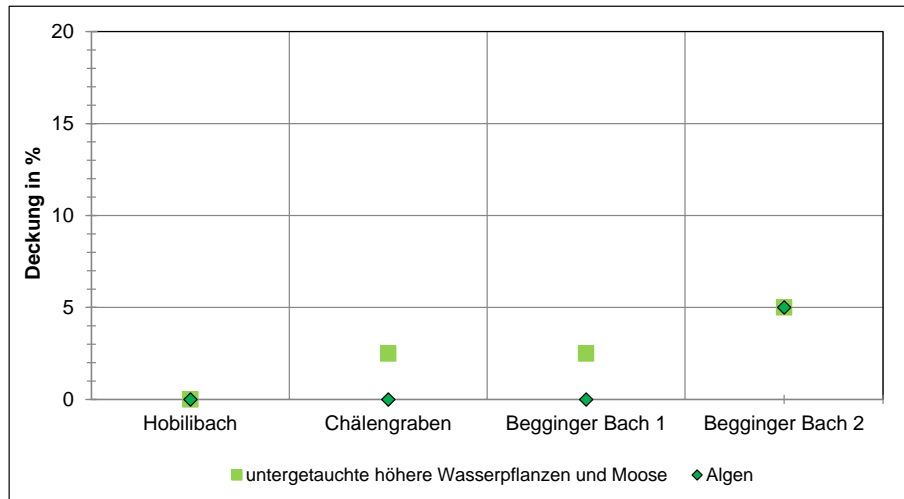


Abb. 3: Bedeckung der Gewässersohle durch Pflanzen (%) an den Probestellen im Hobilibach, Chälengraben und Begginger Bach im März 2014.

Die **Bedeckung durch Wasserpflanzen** (Algen und höhere Pflanzen; Abb. 3) liegt insgesamt bei max. 5%. Im Begginger Bach waren unterhalb der Einleitung der ARA etwas vermehrt Aufwuchsalgen erkennbar, deren Vorhandensein auf den Nährstoffeintrag durch das geklärte Abwasser hinweist.

Der bereits im Jahr zuvor vorgefundene "**Abwasserpilz**" (*Sphaerotilus natans*) war auch im Untersuchungsjahr 2014 unterhalb der Einleitestelle der ARA im Begginger Bach vorhanden. Jedoch war gegenüber dem Vorjahr ein deutlicher Rückgang festzustellen; der Abwasserpilz nahm nur noch eine vergleichsweise kleine Fläche unmittelbar am Austritt des Ablaufs der ARA ein, die in der Abb. 4 als grauer Belag zu erkennen ist.



Abb. 4: Austritt des Ablaufs der ARA am Begginger Bach (März 2014).

Tab. 2: Ergebnisse der physikalisch-chemischen Messungen am Tag der Makrozoobenthos-Untersuchungen (14. März 2014) an den Probestellen im Hobilibach, Chälengraben und Begginger Bach.

Wetter: sonnig, dunstig, trocken, windruhig, Lufttemperatur ca. 6°C am Vormittag bis 18°C am Nachmittag.

Wasserführung: unter normal, jedoch nicht ausgeprägt niedrig, ungetrübt.

Kenngröße	Hobilibach	Chälengraben	Begginger Bach 1	Begginger Bach 2
Uhrzeit (MEZ)	13:00	11:50	09:20	09:20
Wassertemperatur (°C)	8,9	8,7	6,2	6,3
elektr. Leitfähigkeit (µS/cm)	509	462	541	551
pH-Wert	8,41	8,38	8,38	8,34
Sauerstoffsättigung (%)	109,4	101,1	103,4	100,5

Die am Untersuchungstag mit Sonden vor Ort gemessenen physikalisch-chemischen Parameter (Tab. 2) zeigten ein gegenüber dem Vorjahr etwas verändertes Bild: bedingt durch den jahreszeitlich früheren Termin (2013: Mitte Juni) lagen die Wassertemperaturen niedriger. Die Leitfähigkeit war wie im Vorjahr im Begginger Bach am höchsten und im Chälengraben am niedrigsten, doch lag das Gesamtniveau nun in allen drei Bächen um rund 20 µS/cm (Chälengraben) bis 50 µS/cm (Begginger Bach) niedriger als im Vorjahr. Der pH-Wert fiel an allen Probestellen mit 8,3-8,4 sehr einheitlich aus. Die Sauerstoffsättigung betrug durchweg rund 100-110% und lag somit im unproblematischen Bereich. Auffällig ist dabei allerdings, dass der Sättigungswert im Begginger Bach von ober- nach unterhalb der ARA-Einleitestelle nur um rund 3% abnahm. Im Vorjahr wurde hier noch ein Rückgang in Höhe von 7,5% festgestellt. Dieser Unterschied kann tagesbedingt sein. Im Zusammenhang betrachtet mit der Beobachtung des Rückgangs des Abwasserpilzes an der Einleitestelle der ARA ist es jedoch wahrscheinlich, dass sich hier die verbesserte Reinigungsleistung der ARA widerspiegelt.

3 Ergebnisse der biologischen Untersuchungen

Tab. 3: Kenngrössen der biologischen Untersuchungen im Hobilibach, Chälengraben und Begginger Bach sowie Bewertung 1. mit dem Schweizer Modul-Stufen-Konzept (Makrozoobenthos-Index IBCH), 2. mit dem Deutschen Bewertungsverfahren (Saprobienindex, Allgemeine Degradation) Asterics/Perlodes Version 4.04, Oktober 2014.

(HK = Häufigkeitsklassen, Ind. = Individuen, Farbgebung gemäss Tab. 5 und Tab. 6. Erläuterung der Bewertungsmetrics s. Glossar und Kästen unten).

	Kenngrösse	Hobilibach	Chälengra- ben	Begginger Bach 1	Begginger Bach 2
	Individuen pro m ²	582	1.293	821	1.087
	Anzahl Taxa	20	16	27	25
		Saprobienindex und Kenngrössen			
Saprobie	Anzahl Indikator taxa	12	11	17	17
	Summe Häufigkeitsklassen*	28	28	36	39
	Saprobienindex	1,65	1,37	1,70	1,86
	Saprobielle Qualitätsklasse	gut	sehr gut	gut	gut
	Bewertungsmetric	Bewertungsmodul Allgemeine Degradation Typ 7 Bewertungszahlen von 0 bis 1 (Erläuterung Tab. 6)			
Allgemeine Degradation	Summe Häufigkeitsklassen*	27	23	28	25
	German Fauna Index Typ 7	0,66	1,00	0,52	0,26
	Epirhithral-Besiedler (% Ind.)	0,62	0,92	0,53	0,48
	Rheoindex (HK)	0,83	1,00	0,86	1,00
	EPT-Taxa (% HK)	0,91	0,56	0,82	0,63
	Bewertungszahl gesamt	0,72	0,91	0,62	0,48
	Qualitätsklasse	gut	sehr gut	gut	mässig
	Kenngrösse	Schweizer Makrozoobenthos-Index IBCH			
IBCH	Summe Taxa	18	12	18	18
	höchste Zeigergruppe (IG, 1-9)	7	6	7	7
	Diversitätsklasse (DK, 1-14)	6	4	6	6
	IBCH-Wert	12	9	12	12
		Toxizitätsindex SPEAR-Verfahren			
SPEAR	SPEAR _{pesticide} (sensitive Taxa %) Asterics-Ausgabe	48%	47%	42%	35%
	Bewertung	sehr gut	sehr gut	gut	gut
	SPEAR _{pesticide} (sensitive Taxa %) Desktop-Rechner**	50%	51%	46%	41%
	Bewertung	sehr gut	sehr gut	sehr gut	gut

*Für eine gültige und "gesicherte" Ermittlung des Saprobienindex und des German Fauna Index muss die Summe der Häufigkeitsklassen der jeweiligen Indikator taxa grösser als 20 sein → alle Indexergebnisse gelten als gesichert.

**SPEAR Calculator Version 0.8.1, UFZ, 2014. <http://www.systemecology.eu/spear/spear-calculator/>

Die Auswertung der Wirbellosen-Untersuchung ergab folgende Ergebnisse (s. Tab. 3/Tab. 4):

- Die **Individuendichten** sind mit rund 600 bis 1.300 pro m² in einem normalen Bereich für diese Art von Gewässer und diese Jahreszeit. Die geringsten Dichten wurden wie im Vorjahr im Hobilibach gefunden. Dieser weist bis auf das relativ häufige Vorkommen der Köcherfliege *Melampophylax* keine Massenvorkommen einzelner Arten auf. Im Chälengraben dominieren wie im Vorjahr die Bachflohkrebse, im Begginger Bach sind die Eintagsfliegen sowie die Zweiflüglergruppen der Zuck- und Kriebelmücken häufig.

- Die **Taxazahlen** liegen zwischen 16 im Chälengraben und 27 an der oberen Probestelle im Begginger Bach. Mit Ausnahme des Chälengrabens haben sich alle Taxazahlen zum Vorjahr erhöht und liegen unterhalb der ARA mit 25 sogar beim 2,5fachen. Die geringe Taxazahl im Chälengraben hängt sehr wahrscheinlich mit der Versinterung der Sohlückenräume zwischen den Steinen und Blöcken zusammen, durch die ein Grossteil der Lebensräume für die Wirbellosen verloren geht.

- Der Schweizer Makrozoobenthos-Index **IBCH** (IB = Indice biologique), welcher in einem ganzheitlichen Ansatz auf vielfältige Belastungen reagieren soll (Chemie, Struktur, Aufstau u. a., siehe Kap. 8.1) zeigt für alle vier Abschnitte einen "mässigen" Zustand an. Am schlechtesten wird der Chälengraben bewertet, der sich in seinem Indexwert der Klassengrenze zum "unbefriedigenden" Zustand nähert. Die übrigen PS besitzen den identischen Indexwert von 12, der an der Klassengrenze zu "gut" liegt. Das Ergebnis steht im Gegensatz zu den Ergebnissen des deutschen Perlodes-Verfahrens, in dem der Chälengraben als am wenigsten belastet ("sehr gut") bewertet wird.

- Die **saprobielle Qualität** gemäss deutschem DIN-Verfahren (Modul in Asterics/Perlodes) ermittelt für den Chälengraben den besten Index von 1,37 in der "sehr guten" Zustandsklasse. Von Hobilibach bis Begginger Bach 2 nimmt der der Index von 1,65 bis 1,86 stetig zu, was eine signifikante Verschlechterung darstellt. Alle drei Ergebnisse liegen im "guten" ökologischen Zustand. Die Häufigkeit belastungssensitiver Taxa (s. Abb. 5) stützt diesen Befund.

Saprobienindex ist eine Kenngrösse, die das Ausmass der Belastung mit organischen Stoffen bzw. von Sauerstoff zehrenden Prozessen anzeigen soll.

Allgemeine Degradation: Dieses deutsche Bewertungsmodul reagiert auf Störungen im Gewässer wie Quer- und Längsverbau, Aufstau, Abflussregulierungen, Einflüsse aus dem Einzugsgebiet sowie u. a. auf organische Belastungen, welche sich in der Artengemeinschaft auswirken.

German Fauna Index: Grundlage des „Deutschen Fauna Index“ sind artspezifische Bewertungen, welche für die verschiedenen Fliessgewässertypen angepasst wurden. Die Werte liegen zwischen -2 = Taxa, die bevorzugt in Flüssen mit stark degradiert Morphologie vorkommen) und +2 = Taxa, die bevorzugt in Flüssen mit naturnaher Morphologie vorkommen. Für den Fliessgewässertyp 7 wird mangels eigenem Index derjenige für den silikatischen Typ 5 eingesetzt.

Biozönose: Artengemeinschaft.

Metric: Masszahl

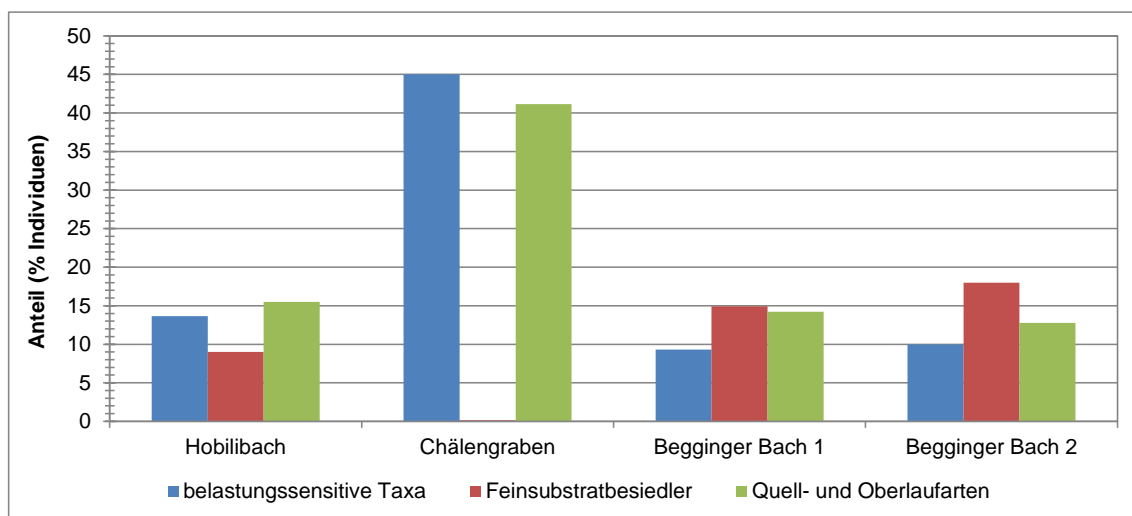


Abb. 5: Ökologische Kenngrössen der Wirbellosenbesiedlung an den vier Probestellen im März 2014.

- Das deutsche Bewertungsmodul "**Allgemeine Degradation**", welches in der Regel auch stoffliche Belastungen noch differenzierter und deutlicher als der Saprobienindex indizieren kann (LAWA 2014), errechnet für den Chälengraben ebenfalls den "sehr guten" Zustand. Hobili- und Begginger Bach 1 werden noch mit "gut", der Begginger Bach unterhalb ARA schon mit "mässig" bewertet. Vergleicht man die aktuellen Ergebnisse mit denjenigen des Jahres 2013, so ergibt sich eine sehr deutliche Verbesserung. Es wird vermutet, dass das Hochwasser insbesondere in Hobili- und Begginger Bach die Fauna erheblich beeinträchtigt hat.

- Der **German Fauna Index**, ein Einzelmetric im Modul Allgemeine Degradation, der das Vorhandensein von typischen Taxa des vorliegenden Gewässertyps prüft, zeigt einen kontinuierliche Verschlechterung ausgehend vom Chälengraben bis zur unteren Probestelle im Beggingerbach von "sehr gut" bis "unbefriedigend" an. Ebenso nimmt die Individuenzahl der Oberlaufarten – der **Epirhithralbesiedler** – sowie die Taxazahl der Quell- und Oberlaufarten (s. Abb. 5) ab.

- Der Einzelmetric **Anteil EPT-Taxa**, welcher Häufigkeitsklassen der empfindlichen Taxa der Eintags-, Stein- und Köcherfliegen aufsummiert, weist dagegen für den Chälengraben den schlechtesten Wert auf. Dies ist, wie oben bei der Taxazahl bereits angeführt, vermutlich eine Folge der Versinterung des Bachbetts.

- Der **Rheoindex**, welcher in Häufigkeitsklassen (HK) die strömungsliebenden Arten aufsummiert und deren Vorkommen bewertet, zeigt für alle vier Probestellen den "sehr guten" Zustand an und gibt damit wieder, dass die Gewässerabschnitte nicht durch Querbauwerke und entsprechende Staubereiche beeinträchtigt sind.

- Die Kenngrösse **Feinsubstratbesiedler** (s. Abb. 5) nimmt ausgehend vom Chälengraben, in dem keine Feinsubstratbesiedler vorkamen, über Hobili- bis zum Begginger Bach nach unten kontinuierlich zu. Sie spiegelt einerseits die Zunahme des feinen Sohlsubstrats (Sand, Schluff, Ton) von 5 auf über 20% (s. Abb. 2), andererseits zeigt das vermehrte Vorkommen insbesondere der Zuckmücken und Wenigborster eine Verschlechterung der Wasserqualität an.

Epirhithral-Besiedler (% Ind.).
(= Bergbachoberlaufarten)

EPT-Taxa: Ein Metric des deutschen Asterics-Verfahrens auf Basis von Häufigkeitsklassen (HK) der Taxa Ephemeroptera, Plecoptera und Trichoptera (Eintags-, Stein- und Köcherfliegen).

Rheoindex: Der Index gibt das Verhältnis der strömungsliebenden Arten zu den Stillwasserarten und Ubiquisten an und zeigt Störungen auf, die sich z. B. durch Ausbau oder Aufstau, einstellen.

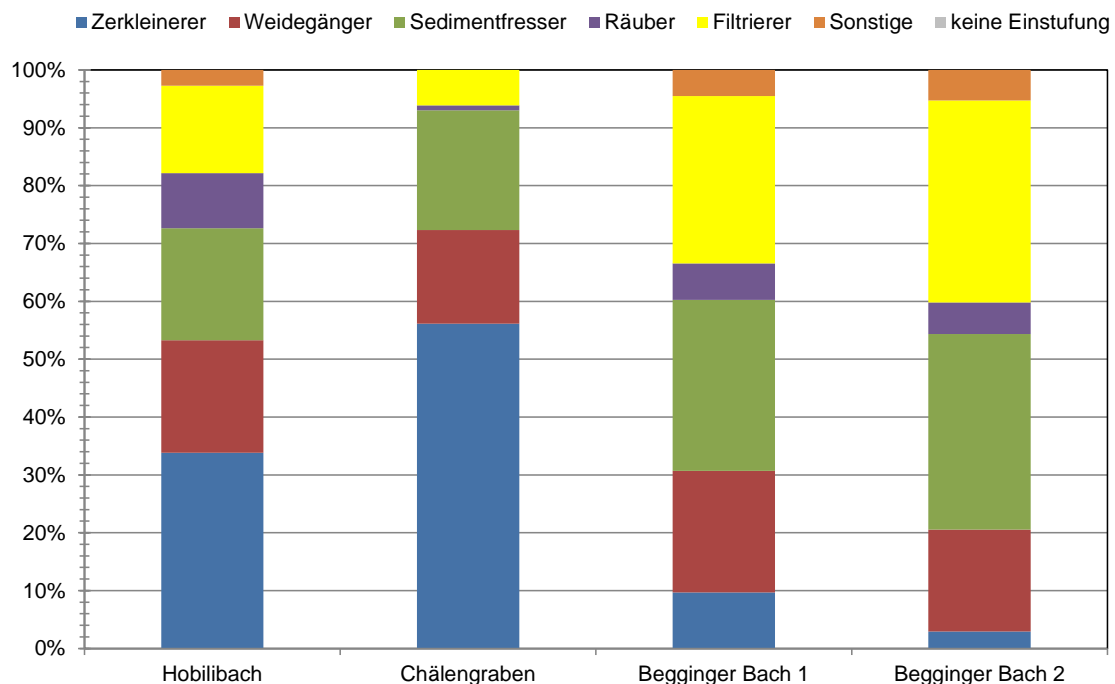


Abb. 6: Ernährungstypen der Wirbellosenfauna an den vier Probestellen im März 2014 (% der Individuen).

- Die Verschlechterung wird auch durch Verteilung der **Ernährungstypen** deutlich, da stoffliche Veränderungen zu Verschiebungen in der Nahrungskette führen (s. Abb. 6). Insbesondere Sedimentfresser und Filtrierer nehmen nach flussabwärts zu und weisen auf partikuläre Stoffeinträge hin. Während diese beiden Gruppen im Hobilibach noch 35% der Individuen ausmachen, verdoppelt sich ihr Anteil bis zur PS Begginger Bach 2.
- In der **Artenzusammensetzung** fallen im Begginger Bach unterhalb der ARA trotz deutlicher Verbesserungen in der Besiedlung Belastungszeiger auf wie z. B. das Vorkommen von Egelns oder den beiden Schneckenarten. Im Hobilibach kamen auffällig wenig Eintagsfliegenarten vor, während im Begginger Bach auch unterhalb der ARA eine höhere Vielfalt herrschte. Unter den Baetiden war nur die belastungstolerante *Baetis rhodani* gefunden worden.
- An den Probestellen Hobilibach und Begginger Bach 1 sind mit 84 bzw. 9 Individuen mehr **Bachflohkrebse** in den Proben gefunden worden als im Vorjahr, wobei die Anzahl in der Probe des Begginger Bachs mit 9 immer noch sehr gering ist. Unterhalb der ARA konnte wiederum kein einziges Individuum nachgewiesen werden. An den flussaufwärts gefundenen Tieren fiel auf, dass viele ungewöhnlich inaktiv oder bereits verpilzt waren, einige Organismen waren bereits tot. Es wird vermutet, dass sowohl im Hobilibach als auch im Begginger Bach in Ortslage Einträge stattfinden, die für empfindliche Arten wie den Bachflohkrebs und bestimmte Eintagsfliegenarten nicht tolerierbar sind. Es ist wahrscheinlich, dass auch über die ARA Stoffe eingetragen werden, die auf die Bachflohkrebse möglicherweise toxisch wirken.
- Die Anwendung des **SPEAR-Index** (zur Indikation episodischer Pestizidanwendung) im Asterics-Tool sowie die Berechnung mit dem neuen SPEAR-Calculator geben keinen Hinweis auf toxische Einflüsse durch Xenobiotika. Eine geringe Verschlechterung wird unterhalb der ARA indiziert.
- Im Hobilibach wurde unterhalb der Probestelle und direkt oberhalb der Bachverdolung (vgl. Abb. 1 bzw. Abb. 7) eine **schaumerzeugende Einleitung** beobachtet, die vermutlich aus dem Bereich des darüber liegenden Gehöfts kommt. Diese und ähnliche Ableitungen aus dem Siedlungsbereich und von Gehöften könnten die Stoffbelastungen verursachen.

4 Taxaliste der Wirbellosenfauna

Tab. 4: Taxaliste und Individuenzahlen (Ind./1,25 m²) des Makrozoobenthos an den Probestellen der am 14. März 2014 untersuchten Gewässer Hobilibach, Chälengraben und Begginger Bach.

Taxon \ Probestelle	Hobili- bach	Chälengraben	Begginger Bach 1	Begginger Bach 2	Deutsche Bezeichnung*
Hirudinea					Egel
<i>Erpobdella vilnensis</i>				19	Verwandter des Rollegels
Ephemeroptera					Eintagsfliegen
<i>Baetis alpinus</i>		133			Eintagsfliegen (Larven)
<i>Baetis fuscatus</i>			20	18	
<i>Baetis muticus</i>				9	
<i>Baetis rhodani</i>	116		240	280	
<i>Baetis vernus</i>			20	4	
<i>Ephemera danica</i>			1	2	
<i>Habrophlebia lauta</i>			10	1	
<i>Leptophlebia submarginata</i>	6		28	135	
<i>Rhithrogena semicolorata</i> -Gr.	14	58	2	3	
Coleoptera					Käfer
<i>Elodes</i> sp.	1		3		Sumpfkäfer
Trichoptera					Köcherfliegen
<i>Chaetopteryx villosa</i>	20		34		Köcherfliegen (Larven)
<i>Halesus radiatus</i>				2	
<i>Hydropsyche instabilis</i>			1		
<i>Hydropsyche siltalai</i>	38		15	12	
<i>Hydropsyche</i> sp.			1		
<i>Melampophylax mucoreus</i>	172		62	3	
<i>Plectrocnemia conspersa</i>		1			
<i>Potamophylax rotundipennis</i>	28				
<i>Rhyacophila dorsalis</i> ssp.	3		2		
<i>Rhyacophila pubescens</i>		2			
<i>Tinodes dives dives</i>	4				
Crustacea					Krebse
<i>Gammarus fossarum</i>	84	1.285	9		Bachflohkrebs
Megaloptera					Schlammfliegen
<i>Sialis fuliginosa</i>	2				
Gastropoda					Schnecken
<i>Physella acuta</i>				8	Spitze Blasenschnecke
<i>Radix balthica</i> syn. <i>ovata</i>				10	Eiförmige Schlammschnecke



Taxon \ Probestelle	Hobili- bach	Chälen- graben	Begginger Bach 1	Begginger Bach 2	Deutsche Bezeichnung*
Plecoptera					Steinfliegen
<i>Isoperla</i> sp.		5			Steinfliegen (Larven)
<i>Leuctra</i> sp.	1	2	9	4	
<i>Nemoura</i> cf. <i>sciurus</i>				22	
<i>Nemoura marginata</i> -Gr.	58	5	34	20	
<i>Nemoura</i> sp.			5		
<i>Protonemura</i> sp.		6			
Turbellaria					Strudelwürmer
<i>Dugesia gonocephala</i>		4	8	1	Dreieckskopfstrudel- wurm
<i>Polycelis felina</i>		3			Vieläugiger Strudelwurm
Hydrachnidia					Wassermilben
Hydrachnidia Gen. sp.	5		52	73	Wassermilben
Oligochaeta					Wenigborster
<i>Eiseniella tetraedra</i>	7		7	3	Regenwürmer
Lumbriculidae Gen. sp.		1	6		
Oligochaeta undet.		4	3	20	Wenigborster unbestimmt
Diptera					Zweiflügler
<i>Ibisia marginata</i>	1		2		Ibisfliege (Larve)
Chironomidae Gen. sp.	99		231	330	Zuckmücken (Larven)
Orthoclaadiinae Gen. sp.				12	
Tanypodinae Gen. sp.			21	36	
<i>Dicranota</i> sp.				1	Stelzmücken (Larven)
Limoniidae Gen. sp.		2			
<i>Tipula</i> sp.	2		9	4	Schnaken (Larven)
<i>Prosimulium</i> sp.	12	60	13	16	Kriebelmücken (Larven)
<i>Simulium (Simulium)</i> sp.	60	45	230	384	

*Viele Wirbellosenarten besitzen keinen deutschen Artnamen.

5 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Im Auftrag des Kantons Schaffhausen (Interkantonales Labor Schaffhausen - IKL) wurden der Begginger Bach ober- und unterhalb der Einleitung der Abwasserreinigungsanlage (ARA) Beggingen sowie die zwei flussaufwärts gelegenen Zuflüsse Hobilibach und Chälengraben (s. Abb. 1) hinsichtlich ihrer Wirbellosenbesiedlung (Makrozoobenthos) untersucht. Die bereits im Jahr 2013 identisch aufgebaute Untersuchung und deren Ergebnisse sind in einem eigenen Bericht dargelegt (Riedmüller & Höfer 2013). Im Jahr 2013 war die ARA noch defekt und ein enormes Hochwasser Anfang hatte die Fauna in untersuchten Gewässer gestört. Die hier berichtete Untersuchung fand deutlich zeitiger im Jahr am 14. März 2014 statt. Schwerpunkt der Fragestellung war und ist die Ursachenfindung für weitere Belastungen, die u. a. ein Verschwinden des Bachflohkrebses in oder unterhalb von Beggingen verursachen.

Zur Auswertung der Artenlisten wurden u. a. das Schweizer Modul-Stufen-Konzept Makrozoobenthos sowie das EG-Wasserrahmenrichtlinie-konforme deutsche PERLODES-Verfahren angewendet. Des Weiteren kommt der SPEAR-Index zur Indikation von episodischem Pestizideinsatz zur Anwendung.

Die **Zusammensetzung des Sohlsubstrats** war an allen vier Probestellen nahezu mit den Ergebnissen des Vorjahres identisch. Es wird von Steinen und Kiesen dominiert, der Feinsubstratanteil ist mit 5-10% gering. Die Bedeckung durch Wasserpflanzen (Algen und höhere Pflanzen) ist mit max. 5% gering. In der offenen Zuleitung aus der ARA kann sich nach wie vor Abwasserpilz (*Sphaerotilus natans*) ansiedeln, dessen weitere Ausbreitung im Bachbett jedoch deutlich geringer als im Vorjahr war. In den beiden Zuflüssen Hobilibach und Chälengraben sind Kalkausfällungen (Versinterungen) zu beobachten. Im Chälengraben waren die Steine und Blöcke insbesondere in den Schnellebereichen derart mit Kalk überzogen und verbacken, dass für die in den Steinzwischenräumen lebenden Wirbellosen Tiere eine Verringerung des Lebensraumes zu vermuten ist.

Die **physikalisch-chemischen Parameter** (Sondenmessungen) am Untersuchungstag zeigten ein gegenüber dem Vorjahr etwas verändertes Bild. Die Leitfähigkeit war wie im Vorjahr im Begginger Bach am höchsten und im Chälengraben am niedrigsten, doch lag das Gesamtniveau nun in allen drei Bächen um rund 20 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Chälengraben) bis 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Begginger Bach) niedriger als im Vorjahr. Während im Vorjahr in Beggingen eine Leitfähigkeitserhöhung von rund 60 (zu Hobilibach) bzw. 120 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (zu Chälengraben) gefunden worden war, lag diese im März 2014 nur noch bei 30 bzw. 80 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Die Erhöhung durch die ARA-Einleitung lag dagegen nur bei 10 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Der Rückgang der Sauerstoffsättigung durch die ARA-Einleitung lag im Vorjahr bei 7,5%, 2014 wurden nur noch 3% Differenz festgestellt. Die Leitfähigkeitserhöhung im Ort Beggingen zeigt zusätzliche Stoffeinträge oder weitere Zuflüsse an.

An den Probestellen wurden insgesamt **47 verschiedene Wirbelosentaxa** nachgewiesen. Dies sind 10 Taxa mehr als im Vorjahr. Die grössten Taxazahlen (27 und 25) wurden im Begginger Bach ober- und unterhalb der ARA gefunden. Im vergangenen Jahr waren insbesondere durch den Hochwassereinfluss sehr viel weniger Taxa gefunden worden. Für einige Indices lagen deshalb nicht genug Taxa vor, um gesicherte Ergebnisse zu erzielen. Im aktuellen Untersuchungsjahr können alle dargestellten Indices als "gesichert" gelten.

Der **Schweizer Wirbellosen-Index IBCH** zeigt für alle Probestellen die "mässige" Zustandsklasse an, wobei der Chälengraben innerhalb der Klasse am schlechtesten bewertet wird. Im Kontrast dazu erzielte der Chälengraben im Jahr 2013 die beste Bewertung im IBCH und erreichte als einziges Gewässer den "guten" Zustand.

Der **deutsche Saprobienindex** ermittelt im Kontrast zum Schweizer IBCH für den Chälengraben die beste und "sehr gute" Wasserqualität mit einem Index von 1,37. Von Hobilibach bis Begginger Bach 2 nimmt der Index von 1,65 bis 1,86 stetig zu, was eine signifikante Verschlechterung darstellt. Alle drei Ergebnisse liegen dennoch im "guten" ökologischen Zustand. Die Häufigkeit belastungssensitiver Taxa (s. Abb. 5) stützt den Befund der kontinuierlich zunehmenden Belastung.

Das Bewertungsmodul "**Allgemeine Degradation**", welches stoffliche Belastungen ggf. noch differenzierter und deutlicher als der Saprobienindex indizieren kann, errechnet für den Chälengraben

ebenfalls den "sehr guten" Zustand. Hobili- und Begginger Bach 1 werden noch mit "gut", der Begginger Bach unterhalb ARA schon mit "mässig" bewertet. Vergleicht man die aktuellen Ergebnisse mit denjenigen des Jahres 2013, so ergibt sich eine sehr deutliche Verbesserung. Es wird vermutet, dass das Hochwasser insbesondere in Hobili- und Begginger Bach die Fauna erheblich beeinträchtigt hat.

Im Bericht werden noch weitere Indices diskutiert, u. a. der **SPEAR-Pestizid-Index**, der für alle oberen Probestellen den "sehr guten" und nur unterhalb der ARA einen "guten" Zustand anzeigt. In Hobili- und Begginger Bach oberhalb ARA wurden dagegen Bachflohkrebse gefunden, die oft krank und apathisch wirkten, z. T. verpilzt waren und im SPEAR-System (u.a. Liess et al. 2001, Von der Ohe 2005) als empfindliche Zeiger für Xenobiotika eingestuft sind. Unterhalb der ARA wurden wie im Vorjahr mit der Probenahme keine Bachflohkrebse mehr nachgewiesen. Der Befund im Gelände steht demnach mit dem guten Ergebnis des SPEAR-Index im Widerspruch.

Wie im Vorjahr kann anhand der **Indices und Artenlisten** festgestellt werden, dass schon im Hobilibach nicht so gute Bedingungen herrschen wie im Chälengraben. Unterhalb der Ortschaft Beggingen verschlechtert sich der Zustand weiter, was sich auch in einer Zunahme der Leitfähigkeit zeigt. Unterhalb der ARA werden die schlechtesten Bedingungen vorgefunden, die sich gegenüber dem letztjährigen Zustand jedoch deutlich verbessert haben.

Wie im letzten Jahr bereits befunden, überrascht das Fehlen des im Chälengraben massenhaft vorkommenden **Bachflohkrebses** im Begginger Bach, der wahrscheinlich immer wieder von flussaufwärts eindriftet, sich aber selbst in der Gewässerstrecke oberhalb der ARA nicht dauerhaft ansiedeln kann. Es besteht nach wie vor der Verdacht, dass u. a. Pflanzenschutzmittel, welche über die Siedlungsentwässerung und/oder die landwirtschaftlichen Flächen eingetragen werden können, ursächlich dafür sind. Auf Basis der Befunde können Einträge in den Hobilibach und im Ortsbereich Beggingen vermutet werden.

Die Einleitung aus der ARA verursacht auch im sanierten Zustand noch eine deutliche Verschlechterung der Gewässergüte. Das Vorhandensein des Abwasserpilzes zeigt, dass auch die instandgesetzte ARA nicht in der Lage ist, die anfallenden organischen Verbindungen weitgehend zu mineralisieren. Eine Elimination von gewässerbelastenden Phosphor- und Stickstoffverbindungen kann vermutlich ebenfalls nur zu einem geringen Mass erfolgen. Empfehlenswert wäre eine leistungsfähigere Nachklärung z. B. in Form eines nachgeschalteten bepflanzten Bodenfilters.

Dazu kommen flussaufwärts Einträge aus der Siedlungs- und Flächenentwässerung, die auf empfindliche Organismen schädigend einwirken. Hierzu können u. a. Fehlanschlüsse und der nicht sorgsame Umgang mit Agrarchemikalien oder das Nichteinhalten des Uferschutzstreifens beitragen. Eine diesbezügliche Ursachenermittlung auch im Kanalnetz und entsprechende Vermeidung sind wünschenswert.

6 Glossar

- Asterics.** Software für die Bewertung der Organismengruppe Makrozoobenthos in natürlichen Fließgewässern gemäss EU-Wasserrahmenrichtlinie, welche von einigen EU-Staaten gemeinsam entworfen wurde und welche anhand eines **multimetrischen Index (MMI)** das Mass der anthropogenen Degradation ermittelt. (Name des Entwicklungsprojektes ist **AQEM**). Für Deutschland steht ein erweitertes Auswertemodul mit dem Namen **Perlodes** zur Verfügung. Information und Download-Möglichkeit der aktuellsten Version des Programms auf www.fliessgewaesserbewertung.de.
- Benthos.** Gesamtheit der in der Bodenzone von Gewässern lebenden Organismen - benthisch lebend.
- Biozönose.** Artengemeinschaft.
- DIN-Arten.** Arten, die in der DIN 38 410 mit einem Saprobiewert (= Vorkommens-Schwerpunkt hinsichtlich des Faktors Wassergüte) und der Gewichtung (= Treue des Vorkommens) aufgeführt sind. Die im Programm Asterics/Perlodes durchgeführte Berechnung des Saprobienindex entspricht dem revidierten DIN-Verfahren (2004) nach DIN 38 410.
- Epirhithral-Besiedler (% Ind.).** (= Bergbachoberlaufarten) Das vermehrte Vorkommen von Oberlaufarten (Anteil auf Basis der Individuen gezählt) der Bergbäche unterstreicht den Bergbach-Charakter, den ein Gewässer des Typs im naturnahen Zustand besitzt. Die Oberlaufarten gehen zurück wenn Störungen z. B. des natürlichen Fließverhaltens durch Aufstau und Kanalisierung oder des Temperaturregimes aufgrund fehlender Beschattung eintreten.
- EPT-Taxa** auf Basis von Häufigkeitsklassen (HK). Der Metric berechnet die relative Abundanz der **Ephemeroptera**-, **Plecoptera**- und **Trichoptera**-Taxa (Eintags-, Stein- und Köcherfliegen) auf der Grundlage von Häufigkeitsklassen.
- Fließgewässertypen.** Zur Bewertung wurde für die deutschen Fließgewässer eine Typologie erarbeitet, welche nach den Kriterien Ökoregion, Geologie, Sohlbeschaffenheit, Einzugsgebietsgrösse sowie ggf. besondere Randbedingungen wie z. B. Seeausfluss 24 Fließgewässertypen unterscheidet. Die Gewässer-Bewertung gemäss Wasserrahmenrichtlinie erfolgt typspezifisch, was bedeutet, dass die Typensprache in hohem Masse bewertungsrelevant ist.
- German Fauna Index Mittelgebirgsflüsse.** Grundlage des „Deutschen Fauna Index“ sind artspezifische Bewertungen, welche darüber hinaus noch für die verschiedenen Fließgewässertypen angepasst wurden. Die Werte liegen zwischen -2 (= Taxa, die bevorzugt in Flüssen mit stark degradierter Morphologie vorkommen) und +2 (= Taxa, die bevorzugt in Flüssen mit naturnaher Morphologie vorkommen).
- Häufigkeitsklassen (HK).** Den bei der biologischen Gewässergüteuntersuchung ermittelten Individuenzahlen werden für die Bestimmung vieler Indices Häufigkeitsklassen von 1 bis 7 zugeordnet. Diese gehen als Gewichtungskriterium in die Index-Berechnung (meist gewichtete Mittelwerte) mit ein. Bei manchen Indices wird die Summe der Häufigkeitsklassen als Gültigkeitskriterium eingesetzt. So z. B. gilt der Saprobienindex als statistisch abgesichert, wenn die Summe der Häufigkeitsklassen grösser als 20 ist. Bei den typspezifischen German Fauna-Indices sollte mindestens ein Wert von 15 (Tiefland) bzw. 20 (Mittelgebirge/Alpen) erreicht werden.
- Makrozoobenthos.** Mit dem blossen Auge erkennbare tierische Organismen der Gewässersohle (grösser als 2 mm, nach anderer Auffassung grösser als 1 mm).
- Rheoindex nach Banning.** Der Index gibt das Verhältnis der rheophilen (strömungsliebenden) und rheobionten (an Strömung gebundene) Taxa eines Fließgewässers zu den Stillwasserarten und Ubiquisten an und zeigt Störungen auf, die sich durch die Veränderung des Strömungsmusters (z. B. durch Ausbau, Aufstau oder Schwallbetrieb) in der Biozönose der Mittelgebirgsbäche einstellen.
- Saprobie.** Summe der heterotrophen Bioaktivität der Organismengruppen Bakterien, Pilze und Tiere in einem Gewässer. Gegenbegriff zur **Trophie**, welche das Ausmass der pflanzlichen Produktion eines Gewässers beschreibt. Der **Saprobienindex** ist eine Kenngrösse, die auf Basis der Bioindikation mit Makrozoobenthosorganismen das Ausmass der organischen Belastung bzw. von Sauerstoff zehrenden Prozessen anzeigen soll.
- SPEAR_{pesticides}.** Zeigt die episodische Belastung durch organische Schadstoffe wie u. a. Pestizide an. Die folgenden biologischen Merkmale werden verwendet: (1) physiologische Empfindlichkeit gegenüber organischen Schadstoffen, (2) Generationszeit, (3) Anwesenheit aquatischer Lebensabschnitte zur Zeit der Pestizid-Anwendung und (4) das Wiedererholungspotenzial.
- Taxon.** Bezeichnung für die Einheiten oder Organismengruppen im biologischen System der Pflanzen und Tiere, z. B. Familie, Art oder Gattung sind Taxa.
- Xenobiotika.** Künstlich hergestellte, chemische Stoffe, die dem biologischen Stoffkreislauf von Organismen fremd sind z. B. Farbstoffe, Pestizide, Tenside, Pharmaka, Konservierungsmittel und chlorierte Lösungsmittel. X. sind teilweise biologisch nur schwer abbaubar und können toxische Wirkung besitzen.

7 Literatur

7.1 Allgemeine Literatur

- DIN 38410 (2004): Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung – Biologisch-ökologische Gewässeruntersuchung (Gruppe M) – Teil 1: Bestimmung des Saprobienindex in Fließgewässern (M 1). DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag Berlin.
- Haase, P., Sundermann, A. (2004): Standardisierung der Erfassungs- und Auswertungsmethoden von Makrozoobenthosuntersuchungen in Fließgewässern. Forschungsinstitut Senckenberg Abschlussbericht 2. Projektjahr. 93 S.
- Haase, P., Sundermann, A. (2011): Operationale Taxaliste für Fließgewässer in Deutschland. Forschungsinstitut Senckenberg. <http://www.fliessgewaesserbewertung.de>.
- LAWA (2014): Korrelationen zwischen biologischen Qualitätskomponenten und allgemeinen chemischen und physikalisch-chemischen Parametern in Fließgewässern. Endbericht chromgruen & umweltbüro Essen. Projekt O 3.12 des Länderfinanzierungsprogramms „Wasser, Boden und Abfall“ 2012. 109 S. zzgl. Anhänge.
- LGL BW (Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg, Hrsg.) (2009): Amtliche topographische Karten 1:25.000, Baden-Württemberg. CD-ROM, Version 3.
- Liess, M., Schulz, R., Berenzen, N., Nanko-Drees, J., Wogram, J. (2001): Pflanzenschutzmittel-Belastung und Lebensgemeinschaften in Fließgewässern mit landwirtschaftlich genutztem Umland. Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit – Oberflächengewässerschutz. Forschungsbericht 296 24 511, UBA-FB 000197. 226 S.
- LUBW (2012): Biozönotisch bedeutsame Gewässertypen in Baden-Württemberg. Karte 4.1., Download-Datum September 2012. WRRL – Zentraler Kartenservice der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg. <http://rips-uis.lubw.baden-wuerttemberg.de/rips/wrrl/wrrl.htm>.
- Meier, C., Böhmer, J., Rolaufts, P. & Hering, D. (2012): Kurzdarstellungen „Bewertung Makrozoobenthos“ & „Core Metrics Makrozoobenthos“. www.fliessgewaesserbewertung.de.
- Meier, C., Haase, P., Rolaufts, P., Schindehütte, K., Schöll, F., Sundermann, A. & Hering, D. (2006): Methodisches Handbuch Fließgewässerbewertung zur Untersuchung und Bewertung von Fließgewässern auf der Basis des Makrozoobenthos vor dem Hintergrund der EG-WRRL. <http://www.fliessgewaesserbewertung.de> (Stand Mai 2006).
- Pottgiesser, T., Sommerhäuser, M. (2008): Beschreibung und Bewertung der deutschen Fließgewässertypen. Umweltbüro Essen im Auftrag des Umweltbundesamtes und der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser. Steckbriefe und Begleittext.
- Riedmüller, U. Höfer, R. (2013): Biologische Untersuchung des Begginger Bachs sowie seiner Zuflüsse Hobilibach und Chälengraben - Wirbellosen – Lebensgemeinschaft. Im Auftrag des Interkantonalen Labors Lebensmittelkontrolle AR AI GL SH und Umweltschutz SH. 19 S.
- Stucki, P. (2010): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer. Makrozoobenthos Stufe F. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1026: 61 S.
- Von der Ohe, P. (2005): Ecological Risk Assessment of Organic Pollutants with Regard to their Direct and Indirect Effects on Stream-Dwelling Macroinvertebrates of Small Headwater Streams. Dissertation an der Technischen Universität Carolo-Wilhelmina Braunschweig. Kumulative Arbeit. 109 S. zzgl. Anhänge.

7.2 Bestimmungsliteratur

- Bauernfeind, E. (1994): Bestimmungsschlüssel für die Österreichischen Eintagsfliegen. Insecta Ephemeroptera 1. Teil. Bundesanstalt für Wassergüte des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Wien. 92 S.
- Bauernfeind, E. (1995): Bestimmungsschlüssel für die Österreichischen Eintagsfliegen. Insecta Ephemeroptera 2. Teil. Österreichisches Nationalkomitee der Internationalen Arbeitsgemeinschaft Donauforschung, 96 S.
- Bauernfeind, E., Humpesch, U.H. (2001): Die Eintagsfliegen Zentraleuropas (Insecta: Ephemeroptera): Bestimmung und Ökologie). Verlag des Naturhistorischen Museums Wien, 239 S.
- Bellmann, H. (1993): Libellen – beobachten - bestimmen. Naturbuch Verlag Augsburg, 274 S.
- Eggers, T.O., Martens, A. (2001): Bestimmungsschlüssel der Süßwasser-Amphipoda (Crustaceae) Deutschlands. *Lauterbornia* Heft 42: 1-70 zzgl. Nachtrag 2004.
- Eiseler, B. (2005): Bildbestimmungsschlüssel für die Eintagsfliegenlarven der deutschen Mittelgebirge und des Tieflandes. – *Lauterbornia* 53: 1-112.
- Eiseler, B. (2010): Taxonomie für die Praxis. Bestimmungshilfen – Makrozoobenthos (1). LANUV-Arbeitsblatt 14. Hrsg. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen. Recklinghausen. 181 S.
- Franke, U. (1979): Bildbestimmungsschlüssel mitteleuropäischer Libellenlarven (Insecta: Odonata). Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde Serie A (Biologie) 33: 1-17.
- Freude, H., Harde, K. W. & Lohse, G. A. (Hrsg.) (1962 – 1983): Die Käfer Mitteleuropas, Bände 1 - 11. - Goecke & Evers Verlag, Krefeld.

- Glöer, P., Meier-Brook, C. (2003): Süßwassermollusken. Ein Bestimmungsschlüssel für die Bundesrepublik Deutschland. Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung, 13. neubearbeitete Auflage, 134 S.
- Haybach, A. & Belfiore, C. (2003): Bestimmungsschlüssel für die Larven der Gattung *Electrogena*. Zurwerra & Tomka 1985 in Deutschland (Insecta: Ephemeroptera: Heptageniidae). – *Lauterbornia* 46: 83-87.
- Klausnitzer, B. (1996). Käfer im und am Wasser. 2. überarb. Aufl., Die Neue Brehm Bücherei Bd. 567, Spektrum Akademischer Verlag.
- Lohse, G. A. & Lucht, W. H. (Hrsg.) (1989 – 1994): Die Käfer Mitteleuropas, Bände 12 - 14 (Supplementband 1 - 3 mit Katalogteil). - Goecke & Evers Verlag, Krefeld.
- Lohse, S. (2004): Bestimmungsschlüssel der für Deutschland relevanten Untergruppen der Gattung *Rhithrogena* EATON (Ephemeroptera, Heptageniidae) in Anlehnung an die Operationelle Taxaliste für Fließgewässer in Deutschland. – Methodenstandardisierung Makrozoobenthos: 1-2.
- Neu, P.J. & Tobias, W. (2004): Die Bestimmung der in Deutschland vorkommenden Hydropsychidae (Insecta: Trichoptera). – *Lauterbornia* 51: 1-68
- Neu, P.J. (2002): Die Identifizierung der Larven der in Mitteleuropa vorkommenden Arten der *Hydropsyche pellucidula*-Gruppe nach morphometrischen Merkmalen (Trichoptera, Hydropsychidae). – www.trichoptera-rp.de/bestimmung.
- Pankow, W. (1979): Beitrag zur Kenntnis der mitteleuropäischen Arten der Gattung *Elmis* Latreille (Coleoptera, Elminthidae). *Entomologische Zeitschrift*, Stuttgart, 89 (16): 182-191.
- Pitsch, T. (1993): Zur Larvaltaxonomie, Faunistik und Ökologie mitteleuropäischer Fließwasser-Köcherfliegen (Insecta: Trichoptera). Landschaftsentwicklung und Umweltforschung–Schriftenreihe d. Fachbereichs Landschaftsentwicklung - Sonderheft 8. 316 S.
- Reynoldson, T.B., Young, J.O. (2000): A key to the freshwater Triclad of Britain and Ireland with notes in their ecology. Freshwater Biological Association, Scientific Publication 58: 1-72.
- Schmedtje, U. & Kohmann, F. (1992): Bestimmungsschlüssel für die Saprobier-DIN-Arten (Makroorganismen). – Informationsberichte Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft 2/88, 2. überarbeitete Auflage.
- Seitz, G. (1998): Bestimmungsschlüssel für die Präimaginalstadien der Kriebelmücken Deutschlands (Stand 01.11.1998). – in: Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft: Dienstbesprechung Biologisch-ökologische Gewässeruntersuchung 1998. Materialien Nr. 77: 140 – 154. München.
- Studemann, D., Landolt, P., Sartori, M., Hefti, D., Tomka, I. (1992): Ephemeroptera. Schweizerische entomologische Gesellschaft, *Insecta Helvetica*, Fauna, 9, 171 S.
- Sundermann, A., Lohse, S. (2006): Bestimmungsschlüssel für die aquatischen Zweiflügler (Diptera) in Anlehnung an die Operationale Taxaliste. Methodenstandardisierung Makrozoobenthos. Forschungsinstitut Senckenberg. Internetveröffentlichung www.fliessgewaesserbewertung.de. 20 S.
- Waringer, J. & Graf, W. (2011): Atlas der österreichischen Köcherfliegenlarven. Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben. 468 S.
- Wozniczka, A., Gromisz, S., Wolnomiejski, N. (2011): *Hypania invalida* (Grube, 1960), a polychaete species new for the southern Baltic estuarine area: the Szczecin Lagoon and the River Odra mouth. Aquatic invasions, Volume 6, Issue 1: 39-46.
- Zwick, P. (2004): A key to the West Palaearctic genera of stoneflies (Plecoptera) in the larval stage. Methodenstandardisierung Makrozoobenthos. Forschungsinstitut Senckenberg. Methodenstandardisierung Makrozoobenthos. Internetveröffentlichung www.fliessgewaesserbewertung.de. 38 S.

8 Anhang Methoden und Bewertungsgrundlagen

8.1 Schweizer Modul-Stufen-Konzept Makrozoobenthos

In der Bearbeitungsstufe F des Modul-Stufen-Konzepts, welches gemeinsam von BAFU, EAWAG und kantonalen Behörden entwickelt wurde, sollen Fließgewässer des Landes flächendeckend und überblickshaft untersucht und bewertet werden. Eines der biologischen Bewertungskriterien ist die Wirbellosenfauna der Bachsohle (Makrozoobenthos → IBCH, s. auch Tab. 5). Diese Organismengruppe wird als "integrierendes Überwachungsinstrument" angesehen (Stucki 2010), anhand dessen über die anthropogenen Belastungen hinsichtlich Wasserqualität, Morphologie und Hydrologie interpretierende und bewertende Aussagen möglich sind. Des Weiteren soll zur Bewertung ggf. das Modul "Chemisch-physikalische Erhebungen, Nährstoffe" zur Beurteilung angewandt werden (Liechi 2010).

Die Berechnung des IBCH wurde auf Basis der bezüglich der beprobten Fläche etwas umfangreicheren Probenahme nach AQEM/Star (Probenahme s. www.fliessgewaesserbewertung.de) und der entsprechenden Taxalisten durchgeführt. Hinsichtlich der beprobten Habitate und der Zielsetzung der Probenahme insgesamt besteht kein Unterschied zwischen deutscher (AQEM/Star) und Schweizer Methode (Stucki 2010). Lediglich die beprobte Fläche ist im Schweizer Verfahren halb so gross wie im deutschen/europäischen AQEM/Star-Verfahren. Die Übernahme der Listen wird dennoch als zulässig angenommen, da der Aufbau des IBCH diesen Unterschied sehr wahrscheinlich toleriert. Zur Ermittlung des IBCH müssen die für das deutsche Bewertungsverfahren differenzierter ermittelten Taxa in der Regel auf Familienebene aufsummiert werden.

Tab. 5: Ableitung der Bewertungsklasse anhand des Schweizer Index IBCH (Stucki 2010).

Schweizer Indices zur Fließgewässerbewertung					
Index/Qualitätsklasse	sehr gut	gut	mässig	unbefriedigend	schlecht
IBCH (Wirbellose)	17-20	13-16	9-12	5-8	0-4

8.2 Deutsches Bewertungsmodul Perloides

Die Beprobung im Gelände erfolgte nach der AQEM/STAR-Methode (www.fliessgewaesserbewertung.de) und berücksichtigt DIN 38410 (2004), Haase & Sundermann (2004) sowie Meier et al. (2006). Alle 20 Teilproben (Fläche jeweils 25 x 25 cm) wurden im Gelände lebend sortiert. Belegexemplare wurden in Ethanol konserviert und für die Artbestimmung ins Labor mitgenommen. Die Artdetermination erfolgte unter Berücksichtigung der Operationalen Taxaliste von Haase & Sundermann (2011).

Die Berechnung des **Saprobienindex** erfolgt auf Basis der Artenlisten gemäss dem Makrozoobenthos-EG-WRRL-Verfahren (Meier et al. 2006, Meier et al. 2012, Asterics/Perloides Februar 2012) und wird gewässertypspezifisch durchgeführt. Gleiches gilt für die Bewertung mit dem Modul **Allgemeine Degradation**, welches für den hier vorliegenden Typ 7 die Einzelmetrics **German Fauna Index Typ 5**, die Summe der Häufigkeitsklassen der **EPT-Taxa**, den **Rheoindex** sowie Anteil der **Epirhithral-Besiedler (Oberlaufarten)** berücksichtigt. Eine Beschreibung der Einzelmetrics ist im Glossar enthalten.

Tab. 6: Grundlagen der Bewertung nach dem deutschen Verfahren PERLODES: Index-Bereiche der Qualitätsklassen für Saprobie und Allgemeine Degradation.

Saprobie (Fließgewässertyp 7: Grundzustand 1,45)					
Qualitätsklasse	sehr gut	gut	mässig	unbefriedigend	schlecht
Saprobienindex	$\leq 1,60$	$> 1,60 - 2,10$	$> 2,10 - 2,75$	$> 2,75 - 3,35$	$> 3,35$
Allgemeine Degradation					
Qualitätsklasse	sehr gut	gut	mässig	unbefriedigend	schlecht
Bewertungszahl	$> 0,8 - 1,0$	$> 0,6 - 0,8$	$> 0,4 - 0,6$	$> 0,2 - 0,4$	$\leq 0,2 - 0,0$

8.3 Fotodokumentation der Probestellen



Abb. 7: Probestelle im Hobilibach (links) und Einleitung in den Hobilibach unterhalb der Probestelle mit Schaumbildung (rechts) am 14. März 2014.



Abb. 8: Probestelle im Chälengraben am 14. März 2014.



Abb. 9: Probestelle im Begginger oberhalb der ARA-Einleitung (links) sowie unterhalb der ARA-Einleitung (rechts) am 14. März 2014.