

Aspekte der Stein- biozönose und ihr Einsatz zur Bewertung von Fließ- gewässern



Heinz Handschin
Daniel Küry
Livia Baumgartner
Patrick Philipp

Gelterkinden und Basel
Oktober 2013

Impressum

Recherchen
Livia Baumgartner

Fotos
Heinz Handschin
Daniel Kury

Texte
Daniel Kury
Livia Baumgartner
Patrick Philipp

© 2013 Heinz Handschin, Daniel Kury

Aspekte der Stein- biozönose und ihr Einsatz zur Bewertung von Fliess- gewässern

Methodenvorschlag und Fallbeispiel

Heinz Handschin
Daniel Küry
Livia Baumgartner
Patrick Philipp

Gelterkinden und Basel
Oktober 2013

Inhalt

Einleitung	5
Steine – wichtige Habitate der Gewässerorganismen	8
Einfluss der Gewässerverschmutzung auf die Steinbiözönose	13
Steinbiözönose als Indikator zur Gewässerbeurteilung	15
Steinliebende Arten des Makrozoobenthos als Indikatorarten	15
Äusserer Aspekt	18
Schlamm	18
Eisensulfid-Flecken bis schwarzer Belag	18
Kolmation	18
Heterotropher Bewuchs/Mikrobenthos	19
Pflanzenbewuchs	19
Bewertung von Fließgewässern anhand der Steinbiözönose	20
Fallbeispiel Oberrhein	21
Entwicklung der Steinbiözönose im Jahresverlauf	21
Bestimmungshilfen zur Untersuchung der Steinbiözönose	28
Literatur	30

Einleitung

Das Besiedlungsbild der Steine der Gewässersohle gibt – im Sinn einer «Primavista-Beurteilung» – wichtige Hinweise über den Gewässerzustand. Als Steine werden mineralische Bestandteile des Geschiebes bezeichnet, die zwischen rund 6 und 40 cm gross sind. Diese Bestandteile der Gewässersohle lassen sich bei einer Begehung leicht anheben und auf die anhaftenden Organismen untersuchen. Steine im Gewässer können Lebensräume für verschiedenste Entwicklungsstadien der Makroinvertebraten sein.

Auf der Ober- oder Unterseite von Steinen sitzen vor allem Eigelege, Larven und Puppen fest. Bei den meisten Arten ist es nur ein einzelnes Entwicklungsstadium, das eine sessile Lebensweise ausgebildet hat. Der Aspekt, die Artenzusammensetzung sowie die Abundanz der Steinbiozönose sind deshalb vielfältig und variieren stark mit den Jahreszeiten.

Die festsitzenden Entwicklungsstadien an den Steinen sind verschiedenen Umwelteinflüssen im Gewässer ausgesetzt. So ist die Sauerstoffversorgung durch die exponierte Lage optimal. Die Steinunterseite bietet zudem Schutz vor Fressfeinden. Beginnen aber die Steine bei einem Hochwasser zu rollen oder zu springen, bedeutet dies für die festsetzenden Organismen ein grosses Risiko und oft den Tod. Die Lebensgemeinschaft kann während solcher Einzelergebnisse stark dezimiert werden.

Der folgende Überblick soll zeigen, welche Aussagen die Steinbiozönose über den gesamten Gewässerzustand erlaubt und in welchen Bereich diese Lebensgemeinschaft als Schnellmethode zur Beurteilung eines Fließgewässers genutzt werden kann.

Steine – wichtige Habitate der Gewässerorganismen

Das Habitat der typischen Steinfafauna wird charakterisiert durch faustgrosse Steine, die bis zu 20 oder 40 cm gross sein können (Mikro- bis Megalithal). Ein grösserer Teil der Steinoberfläche ist meist überflutet. Besonders typisch sind Steine dieser Grösse in Gebirgsbächen und Bergbächen, wo ihr Anteil zwischen 60 und 90% beträgt (Braukmann 1987). Mässige bis starke Strömung mit hohen Fließgeschwindigkeiten stelle hohe Anforderungen an Flora und Fauna der Steinbiozönose. Mit dem Festhalten oder Festsitzen soll ein Abdriften verhindert werden. Das Leben auf und zwischen den Steinen bietet aber auch Vorteile. So sind die Versorgung mit Sauerstoff optimal und die Verfügbarkeit von Nahrung hoch. In natürlichen Gewässern besitzen die Steine demnach eine hohe Individuenabundanz und Biomasse (Jungwirth et al. 2003).

Charakteristische Eigenschaften des Lebensraums sind Ritzen zwischen den Steinen sowie die glatten Oberflächen auf den Steinen.

Röhrenförmige Puppenköcher von Trichopteren, und Steinunterseite ohne makroskopisch sichtbaren Bewuchs. Stein in naturnah gestaltetem Abschnitt im Arisdorferbach bei Arisdorf (Juni 1997). Foto: H. Handschin





Egel, Asseln und weisslicher Ciliatenbewuchs in naturnahem Gewässerabschnitt im Siedlungsgebiet. Mühlebach in Neuwiller bei Allschwli (Februar 1996).
Foto: H. Handschin



Schnecken (Gastropoda) auf einem Stein in einem verbauten, strömungsarmen Gewässerabschnitt im Hochrhein bei Muttenz (Juli 1988). Foto: H. Handschin



Exuvien zeigen Steine, die von Eintagsfliegen (Ephemeroptera), Steinfliegen (Plecoptera) und Köcherfliegen (Trichoptera) zum Schlupf verwendet wurden. Stein an der Uferlinie im Altrhein bei Istein (Juli 1997).
Foto: H. Handschin.



Netz der Köcherfliege *Hydropsyche* sp. auf der Unterseite eines Steins im St. Alban-Teich. Foto: D. Küry.



Typische Gespinstgalerie der Psychomyiidae (Trichoptera) auf der Steinunterseite im naturnahen, strömungsreichen Oberlauf eines Kleingewässers. Violentbach bei Arisdorf (Februar 1996). Foto: H. Handschin

Tabelle 1: Steinbesiedlung durch Makroinvertebraten (Bauernfeind & Soldan 2012, Frutiger 2000=). E= Eiablage, L= Larven, P= Puppen. Ex = Exuvien, Im = Imago. Quellen: (1) Waringer 2011, (2) Jungwirth et al. 2003.

Ordnung	Ei	La	Pu	Ex	Im	Beschreibung
Turbellaria (Strudelwürmer)	X				X	Leben räuberisch. Kriechen mit Wimpern an ihrer Körperunterseite über die Steine (2). Befestigen Eikokkons an Steinen.
Hirudinea (Egel)	X				X	Halten sich mit ihren Saugnapfen am Substrat fest (2), Eikokkons an Steinen.
Gastropoda (Schnecken)	X				X	Beweiden die Algenrasen auf den Steinen («Grazer») (2).
Bivalvia (Muscheln)						
<i>Dreissena polymorpha</i> (Zebrauschel)					X	Heften sich mit Byssusfäden an Steine.
Acari Milben)	X				X	
Ephemeroptera (Eintagsfliegen)				X		
Baetidae	X					Heften ihre Eier an umspülte Steine (2).
Heptageniidae		X				Weiden Algen auf Steinen ab.
Plecoptera (Steinfliegen)						
Perlodidae		X				Tagsüber auf der Unterseite von grossen Steinen (2).
Coleoptera (Käfer)						
Elmidae	X	X			X	Gattungen <i>Esolus</i> , <i>Limnius</i> , <i>Normandia</i> , <i>Riolus</i> und <i>Stenelmis</i> : typische Steinfafauna (2).
Trichoptera (Köcherfliegen)				X		
Brachycentridae	X					Einige Larven brauchen Unterseite von Steinen als Eiablageplatz (1).
Ecnomidae		X	X			Spannen ihre Netze in den Steinzwischenräumen (1).

Ordnung	Ei	La	Pu	Ex	Im	Beschreibung
Glossosomatidae		X	X			Larven weiden Algen auf Steinen ab (1). Puppenköcher auf Steinen.
Hydroptilidae	X	X	X			Larven sind z.T. Weidegänger in hygropetrischen Habitaten, befestigen ihre Eier und Puppenköcher an Steinen (1).
Hydropsychidae	X	X	X			Eier und Puppenköcher unter Steinen, Fangnetze in Zwischenräumen (1).
Limnephilidae	X	X	X			Larven der Apataniinae weiden Aufwuchsalgen ab. Dicosmoecinae: Eiablage auf trockenen Steinen. Drusinae: auf strömungsreicher Steinoberseite (1). Puppenköcher unter Steinen.
Philopotamidae		X	X			Leben und verpuppen sich in strömungsgeschützten Bereichen unter Steinen (1).
Psychomyidae		X	X			Larven bauen typische Gespinstgänge auf Steinen (1).
Rhyacophilidae	X		X			Legen Eier in Ritzen von Steinen (1). Puppenköcher auf Steinoberfläche.
Sericostomatidae	X		X			Eiablage unter emersen Steinen (1). Puppenköcher an Steinen befestigt.
Diptera (Zweiflügler)						
Blephariceridae (Netzmücken)		X	X			Bevorzugen turbulente, strömungsreiche Stellen, glatte Oberflächen, nicht zu dichter Aufwuchs (2).
Chironomidae (Zuckmücken)	X	X		X		Wohnröhre aus Sekret, an Harts substrat geklebt (2)
<i>Oxycera</i> sp. (Waffenfliege)		X				Larven hygropetrisch (2).
Simuliidae (Kriebelmücken)		X	X			Larven und Puppen an Hartsubstrat (2)

Grössere und räuberische Organismen bilden die Fauna auf Steinen mit einer Grösse zwischen 20 und 40 cm (Makrolithal). Das Mesolithal mit einer Grösse zwischen 6.3 und 20 cm wird mehrheitlich von kleineren Arten besiedelt. Die Fauna im Kies zwischen 2 und 6.3 cm, das sogenannte Mikrolithal, setzt sich aus kleinwüchsigen Arten und Jugendstadien der Makrozoobenthos und Kieslückenbewohnern zusammen (Jungwirth et al. 2003).



Wandermuschel (*Dreissena polymorpha*) und Gemeine Schnauzenschnecke (*Bithynia tentaculata*) auf der Unterseite eines Steins im Hochrhein bei Sulz (AG) Oktober 1985.
Foto: H. Handschin

Steine bis 20 cm Grösse werden von unterschiedlichen Entwicklungsstadien besiedelt. Die Bindung an Steine ist dabei sehr spezifisch (Tab. 1). Häufig werden Steine der Bodenzone als Eiablageplatz genutzt (zum Beispiel bei einige Gattungen der Ephemeroptera). Larven vieler Arten aus der Ordnung der Köcherfliegen (Trichoptera) befestigen die Köcher, in denen sie sich verpuppen, an glatten Steinoberflächen. Die Larven anderer Arten halten sich tagsüber unter Steinen auf. Nachts verlassen sie ihre Verstecke zur Nahrungssuche. Weidegänger wie Schnecken (Gastropoda) oder Arten der Eintagsfliegenfamilie Heptageniidae kriechen über die glatte, Steinoberflächen und kratzen Algen vom Substrat ab (Jungwirth et al. 2003).

Ansicht äusserer Apekt der verschlammten Gewässersohle im Altrhein bei Istein/Efringe, Deutschland (Juni 1984).
Foto: H. Handschin



Strudelwürmer (Turbellaria) schwimmen oder kriechen auf ihren mit Wimpern bedeckten Körperunterseite über den Untergrund und ernähren sich räuberisch oder von toten Tieren.

Einige Organismen der Steinfauna sind festgewachsen (sessil). Die Wandermuschel (*Dreissena polymorpha*), eine nicht einheimische Art, befestigt sich mit ihren Byssusfäden an Hartsubstraten und filtert kleinste Nahrungsteile aus dem durch ihren Körper strömenden Wasser (Jungwirth et al. 2003).

Einfluss der Gewässerverschmutzung auf die Steinbiozönose

Die Selbstreinigung eines Fließgewässers ist intakt, solange nicht mehr organisches Material anfällt als die Meiofauna und die Mikroorganismen abbauen können. Der Anfall von organischem Material in Gewässern wird bestimmt von der nährstoffabhängigen



Schlamm ist ein Zeiger für Organische Belastung des Gewässers. Läufe fingen (Oktober 1998).

Foto: H. Handschin.

Produktion der Pflanzen (Eutrophierung) und vom Eintrag von organischem Abwasser. In Gewässern mit geringen Fließgeschwindigkeiten kann durch Eutrophierung und Eintrag von organischen Substanzen leicht eine Verschlammung der Sohle einsetzen. Diese verstopft die Zwischenräume im Schotter, die für viele Organismen einen wichtigen Lebensraum darstellen. Das angesammelte organische Material auf der Gewässersohle wird von der Makrofauna und den Mikroorganismen abgebaut, was zu einer Sauerstoffzehrung führt.

Wird die natürliche Steinbiozönose gestört, wie etwa durch übermäßige Belastung mit organischem Material, wirkt sich dies auf das äussere Erscheinungsbild der Gewässersohle und die Organismen aus. Die fehlende Steinfauna wird ersetzt durch standort-untypische Organismen aus der Gruppe der detritivoren Sammler. Zu diesen zählen zum Beispiel Zuckmückenlarven oder Wenigborsterwürmer. Weil auch die Weidegänger zurückgebunden werden, können Algen unter Umständen unkontrolliert wachsen. Das Fehlen der standorttypischen Fauna kann unter Umständen auch die Ansiedlung weniger habitatspezifischer Neozoen begünstigen.

Steinbiozönose als Indikator zur Gewässerbeurteilung

Steinliebende Arten als Indikatoren standorttypischer Gewässerabschnitte

Arten des Makrozoobenthos, die sich als Indikatoren für eine Gewässerbewertung auf der Basis der Lebensgemeinschaft der Steine eignen, erfüllen möglichst viele der folgenden Kriterien:

- Mittlere bis hohe Affinität zum Mikro- bis Makrolithal. Wenn möglich mehrere Lebensstadien der betreffenden Art, die eine enge Bindung an Steinhabitate aufweisen. Arten mit einer hohen Affinität zu Steinen geben verlässlicher Auskunft über die Qualität dieses Lebensraumes, als Arten, die nur während einem Stadium oder nie im Lithal leben.
- Mässige bis hohe Abundanz: Für diesen Methodenbeschrieb wurden beispielhaft die Abundanzwerte des Makrozoobenthos des Hochrheins verwendet.
- Praktisches Handling. Die Tiere müssen mit einem einfach Anheben der Steine – allenfalls unter Zuhilfenahme eines Handnetzes nachweisbar sein.
- Spezifität der lithophilen Arten zu einem bestimmten Gewässerabschnitt: Generalisten, die neben Steinen noch andere Habitate besiedeln, eignen sich weniger zur Indikation als Spezialisten. Die Insektenarten in Tab. 2 können der Steinf fauna eines naturnahen Gewässers des jeweiligen Abschnittes zugeordnet werden.

Im Folgenden werden die natürlichen Verhältnisse zusammengefasst, unter denen sich im Längsverlauf eines Fliessgewässers eine steinliebende Lebensgemeinschaft entwickelt.

Tabelle 2: Ausgewählte Arten der makrozoobenthischen Steinfauna des Krenals (Quellen), Rhithrals (Gebirgsbäche) und Potamals (Tieflandflüsse).
Quelle: www.freshwater-ecology.info (Stand: Februar 2013), Graf et. al (2008).

Abschnitt	Ordnung	Art
Krenal (Quellen)	Ephemeroptera (Eintagsfliegen)	<i>Baetis nubecularis</i>
	Plecoptera (Steinfliegen)	<i>Dictyogenus fontium</i> <i>Leuctra braueri</i>
	Trichoptera (Köcherfliegen)	<i>Agapetus fuscipes</i> <i>Synagapetus dubitans</i> <i>Crunoecia irrorata</i> <i>Wormaldia occipitalis occipitalis</i>
Rhithral (Gebirgsbäche)	Gastropoda (Schnecken)	<i>Ancylus fluviatilis</i>
	Ephemeroptera (Eintagsfliegen)	<i>Baetis alpinus</i> <i>Baetis lutheri</i> <i>Baetis scambus</i> <i>Baetis vernus</i> <i>Ecdyonurus torrentis</i> <i>Electrogena ujhelyii</i> <i>Rhithrogena carpatoalpina</i> <i>Rhithrogena semicolorata</i>
	Plecoptera (Steinfliegen)	<i>Chloroperla tripunctata</i> <i>Perlodes microcephalus</i> <i>Perlodes jurassicus</i>
	Trichoptera (Köcherfliegen)	<i>Agapetus ochripes</i> <i>Glossoma boltoni</i> <i>Glossosoma conformis</i> <i>Silo piceus</i> <i>Hydropsyche angustipennis</i> <i>Hydropsyche instabilis</i> <i>Hydropsyche siltalai</i> <i>Athripsodes albifrons</i> <i>Melampophylax mucoreus</i> <i>Rhyacophila dorsalis</i> <i>Rhyacophila fasciata</i> <i>Rhyacophila vulgaris</i>
Potamal (Tieflandflüsse)	Gastropoda (Schnecken)	<i>Bithynia tentaculata</i>
	Ephemeroptera (Eintagsfliegen)	<i>Baetis vardarensis</i> <i>Potamanthus luteus</i> <i>Heptagenia sulphurea</i>
	Plecoptera (Steinfliegen)	<i>Leuctra geniculata</i> <i>Perla abdominalis</i>
	Trichoptera (Köcherfliegen)	<i>Hydropsyche exocellata</i> <i>Cyrnus trimaculatus</i> <i>Psychomyia pusilla</i> <i>Tinodes waeneri</i> <i>Hydropsyche incognita</i> <i>Hydropsyche contubernalis</i> <i>Lepidostoma hirtum</i>

Abschnitt	Ordnung	Art
Typische Arten des Rheins	Heteroptera (Wanzen)	<i>Aphelocheirus aestivalis</i>
	Ephemeroptera (Eintagsfliegen)	<i>Heptagenia sulphurea</i> <i>Potamanthus luteus</i> <i>Ephemerella notata</i> <i>Stenelmis canaliculata</i>
	Trichoptera (Köcherfliegen)	<i>Psychomyia pusilla</i> <i>Tinodes waeneri</i> <i>Neureclipsis bimaculata</i> <i>Cheumatopsyche lepida</i> <i>Hydropsyche exocellata</i>

Tabelle 3: Typische Arten im Hochrhein. Die Liste ist nicht vollständig. Quelle: www.freshwaterecology.info (Stand: Februar 2013), Mürle et al. 2008

Die Steinfauna des Krenals ist beschränkt auf Fließ- oder Sturzquellen (Rheokrenen) mit hoher Fließgeschwindigkeit. Meist sind dies Karstquellen mit starker Schüttung. Eine hochspezialisierte Lebensgemeinschaft besiedelt diese Bachanfänge, die gleichbleibende Temperaturverhältnisse aufweisen.

Die Gebirgsbäche (Rhithral) sind ebenfalls geprägt von hohen Fließgeschwindigkeiten und turbulenter Strömung. Die Organismen dieser Gewässerregion haben beispielsweise saugnapfartige Vorrichtungen entwickelt (Schnecken, Gastropoda; Kriebelmücken, Simuliidae), besitzen einen abgeflachten Körper (Eintagsfliegen, Ephemeroptera) oder leben wie einige Hakenkäfer (*Esolus* spp.) in den strömungsberuhigten Zwischenräumen des Schotters in Bachläufen (Schwoerbel 2005).

In den Tieflandflüssen (Potamal) ist das Geschiebe allgemein feiner. Bereiche mit dem Charakter eines Tieflandflusses sind zum Beispiel am Hochrhein als Folge der Stauhaltungen entstanden. Die Korngröße liegt mehrheitlich zwischen Feinkies und Sand. An einzelnen Stellen, vor allem am Gewässerrand, können jedoch einzelne, grössere Steine vorhanden sein. Im Potamal leben viele Arten, die an hohe Temperaturen und geringe Fließgeschwindigkeit angepasst sind. In den letzten 20 Jahren entwickelten sich hier die invasiven Neozoen zu dem häufigsten Vertretern des Makrozoobenthos.



Steinunterseite im Rhein bei Basel mit dichter Besiedlung der neozoischen Donauassel (*Jaera istri*). Foto: D. Küry

Äusserer Aspekt

Bei der Erhebung des Äusseren Aspekts im schweizerischen Modulstufenkonzept (Binderheim & Göggele 2007) haben die Parameter Schlamm, Eisensulfid, Heterotropher Bewuchs und Pflanzenbewuchs einen Bezug zur Lebensgemeinschaft auf der Gewässersohle. Sie beeinflussen die Substrateigenschaften sowie die Nahrungsgrundlage und damit die Zusammensetzung der Steinfauna.

Schlamm

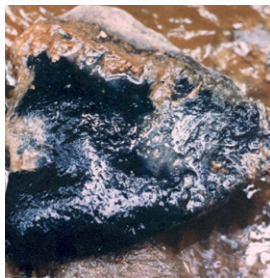
Schlamm besteht aus einem Gemisch anorganischer und organischer Ablagerung von Schwebestoffen aus ARA's oder dem natürlichen Abbau von organischem Material in einem Gewässer. Fällt viel von diesem Material an und herrscht nur mässige Strömung vor, kann die gesamte Gewässersohle mehr oder weniger dick überdeckt werden. Die Steine verlieren ihre Bedeutung als Lebensraum für die Kleintiere. Es entwickelt sich stattdessen eine typische Schlamm-Lebensgemeinschaft mit mehrheitlich Arten, die sich im Sediment eingraben.

Eisensulfid-Flecken

Schwefelwasserstoff (H_2S) entsteht beim Abbau schwefelhaltiger organischer Substanzen unter sauerstoffarmen Bedingungen im Sediment. Wenn dieser gasförmige Schwefelwasserstoff auf vorhandenes Eisenhydroxid ($Fe(OH)_2$) trifft, bildet sich schwarzes Eisensulfid (FeS). Dieses lagert sich zum Beispiel auf der Unterseite der Steine im Fliessgewässer ab. Eisensulfidflecken sind ein Zeichen schlechter Sauerstoffversorgung des Sediments als Folge von Belastungen durch Abwässer oder eines natürlichen Anfalls grosser Mengen von organischem Material wie Falllaub. Im weichen Substrat kann Eisensulfid als schwarze Sedimentschicht beobachtet werden.

Kolmation

In Hohlräumen und Poren des Schotters auf der Gewässersohle lagern sich feine Schwebepartikel ab. Nach einiger Zeit härtet das abgelagerte Feinmaterial aus. Der Lebensraum im Lückensystem der Gewässersohle wird für das Makrozoobenthos unzugänglich. Der Sauerstoffhaushalt im Sediment wird gestört und ein Austausch zwischen Fluss- und Grundwasser wird unterbunden. In natürlichen



Eisensulfidflecken auf der Unterseite von Steinen weisen auf Sauerstoffzehrung im Sediment hin. Diegterbach bei Eptingen (Juni 1998). Foto: H. Handschin

Fliessgewässern wird die Kolmation bei grösseren Hochwasser wieder rückgängig gemacht.

Heterotropher Bewuchs, Mikrobenthos

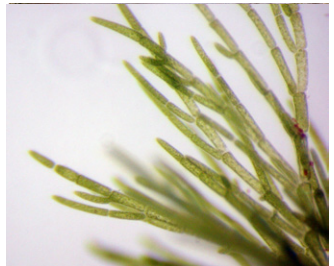
Der sogenannte heterotrophe Bewuchs ist eine Lebensgemeinschaft aus abbauenden Mikroorganismen wie Pilze, Bakterien oder Einzeller. Sie bilden graue, pelzige oder glatte Überzüge auf Steinen und dem Sediment. Die meist mikroskopisch kleinen Flitrierer ernähren sich von kleinsten organischen Partikeln, die meist mit ungenügend gereinigtem Abwasser, Siloabwasser oder Gülleabschwemmungen ins Gewässer gelangen. In seltenen Fällen können auch grosse Mengen von Falllaub für ihr Auftreten verantwortlich sein. Der heterotrophe Bewuchs gehört zum Mikrobenthos. Einzelne Vertreter heften sich auch an glatte Oberflächen. Die Gattung *Peritrichia* kann



Heterotropher Bewuchs kann auch die Makroinvertebraten befallen, wie hier eine *Hydropsyche*-Larve (Köcherfliegen) im Birsig bei Biel-Benken (März 1997).
Foto: H. Handschin



Heterotropher Bewuchs tritt vor allem unterhalb von Abwasserreinigungsanlagen auf. Foto: H. Handschin

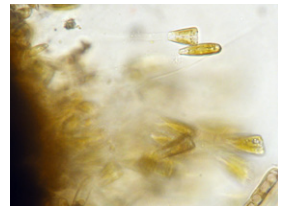


Pflanzenbewuchs besteht oft aus einem dichten Teppich von Fadenalgen und entwickelt sich bei hohem Nährstoffgehalt und guter Besonnung.
Foto: D. Küry

grosse Kolonien einen grauweissen, pelzigen Überzug ausbilden. In mässig bis stark verunreinigten Fliessgewässern mit geringer Strömung wird bevorzugt die Unterseite von Steinen besiedelt.

Pflanzenbewuchs

Der Pflanzenbewuchs umfasst Kieselalgen, Krustenalgen, Fadenalgen, Moosen und Makrophyten. Deren übermässiges Wachstum ist eine Folge von fehlendem Geschiebetrieb, naturfremder Gewässersohle, fehlender Beschattung, hohen Nährstoffkonzentrationen und zum Teil auch mangelnder Wasserqualität. In der vorgeschlagenen Methode wird der Fokus auf fädige Algen gelegt.



Mikroskopisch kleine Kieselalgen bilden einen schleimigen gelbbraunen Belag.
Foto: D. Küry

Bewertung von Fließgewässern anhand der Steinbiozönose

Es wird vorgeschlagen, die Steinbiozönose im Rahmen der Beurteilung des Äusseren Aspekts fakultativ ebenfalls zu berücksichtigen. Das Erscheinungsbild der Steinbiozönose gibt ergänzende Hinweise zum Zustand des Fließgewässers. Diese Methode zur Einschätzung der Gewässerqualität anhand des Zustandes der Steinbiozönose ist allerdings beschränkt anwendbar. Bedingung ist, dass die Gewässersohle deutlich vom Mikro- bis Megalithal geprägt ist.

Tabelle 4: Vorschlag eines Einbezugs der Steinbiozönose in die Bewertung des Äusseren Aspekts in Fließgewässern.

		Klasse 1 (naturnah)	Klasse 2 (leicht beeinträchtigt)	Klasse 3 (stark beeinträchtigt)
Äusserer Aspekt	Schlamm	kein	wenig/mittel	viel
	Eisensulfidflecken	keine	wenig/mittel (max. 25% der Steine, Sediment stellenweise schwärzlich)	viel (mehr als 25% der Steine, Sediment weitgehend/vollständig schwarz)
	Kolmation	keine	leicht/mittel	stark
	Heterotropher Bewuchs	kein/ vereinzelt	wenig	mittel/viel
	Pflanzenbewuchs fädige Algen	weniger als 10 % Bedeckung der Sohle	10 - 50 % Bedeckung der Sohle	mehr als 50 % Bedeckung der Sohle
Steinbesiedlung Makrozoobenthos	Flussnapfschnecken. <i>Baetis</i> sp. (Gelege). <i>Gammarus</i> sp. Keine makroskopisch sichtbaren Ciliaten. Viele Vertreter der habitattypischen Fauna (siehe Tab. 2).	<i>Gammarus</i> sp. Wenige Ciliaten. Egel. <i>Hydropsyche</i> sp. Schecken Eigelege. Wasserkäfer. Wenige Vertreter der habitattypischen Fauna (Tab. 2).	<i>Gammarus</i> sp. Wenige Ciliaten. Egel. <i>Hydropsyche</i> sp. Schecken Eigelege. Wasserkäfer. Wenige Vertreter der habitattypischen Fauna (Tab. 2).	Viele Ciliaten. Chironomiden. Viele Egel und Eikokkons. Viele Asseln. Vertreter der habitattypischen Fauna (Tab. 2) fehlen.

Fallbeispiel Oberrhein

Der Rhein bei Basel hat bereits den Charakter eines Tieflandflusses (Potamal), was durch die Aufstauungen und die Verbauung der Ufer noch verstärkt wird. Die Gewässersohle ist steinig und an den meisten Stellen vier bis sechs Meter tief. Geschiebeumlagerungen finden nur beschränkt statt, weil grosse Mengen in den Staustufen zurückgehalten werden. Im Altrhein nördlich von Basel wurden die jahreszeitlichen Veränderungen der Steinbiozönose dokumentiert.















Uferansicht des Altrheins bei Istein/Efringen, Deutschland 1984. Foto: H. Handschin







Entwicklung der Steinbiözönose im Jahresverlauf

Im Laufe eines Jahres können Abweichungen der Erscheinung der Steinfauna erwartet werden (Tab. 5). Die nachfolgende Zusammenstellung gibt die Entwicklung der Steinbiozönose im Altrheinabschnitt bei Istein/Efringen im Jahr 1984 wieder. Die Restwassermenge im Altrhein betrug damals $25 \text{ m}^3/\text{s}$ dh. während längeren Phasen mit tiefem Wasserstand konnten sich Schlamm abgelagern und Kieselalgen entwickeln.

Tabelle 5: Jahreszeitliche Entwicklung des Aspekts der Steine im Altrhein bei Istein/Efringen im Jahr 1984.
Fotos H. Handschin

Monat	Sohlenaspekt	Aspekt Einzelstein
Januar 1984	 <p data-bbox="240 622 537 646">Schlammablagerungen, Fadenalgen</p>	 <p data-bbox="694 622 946 646"><i>Heptagenia sulphurea</i> auf Blatt</p>
Februar 1984	 <p data-bbox="291 997 487 1021">Heterotropher Bewuchs</p>	 <p data-bbox="683 997 957 1021">Heterotropher Bewuchs (Ciliaten)</p>
März 1984	 <p data-bbox="341 1380 436 1404">Kieselalgen</p>	 <p data-bbox="772 1380 868 1404">Kieselalgen</p>

Monat	Sohlenaspekt	Aspekt Einzelstein
April 1984	 <p data-bbox="210 600 568 624">Fadenalgen, Schlamm, Kieselalgen lösen sich</p>	 <p data-bbox="631 600 1016 624">Heterotropher Bewuchs Schnecken mit Eigelege</p>
Mai 1984	 <p data-bbox="221 991 568 1015">Heterotropher Bewuchs, Eisensulfidflecken</p>	 <p data-bbox="642 991 1005 1015">Heterotropher Bewuchs, Egel, Chironomiden</p>
Juni 1984	 <p data-bbox="269 1374 512 1398">Schlamm, Fadenalgen</p>	 <p data-bbox="665 1374 983 1398">Eisensulfidflecken, Egel (Erpobdellidae)</p>

Monat	Sohlenaspekt	Aspekt Einzelstein
Juli 1984	 <p data-bbox="356 528 423 552">Ciliaten</p>	 <p data-bbox="673 528 972 552">Schnecken, Asseln, Eisensulfidflecken</p>
August 1984	 <p data-bbox="264 927 516 951">Starke Fadenalgenentwicklung</p>	 <p data-bbox="689 927 953 951">Fadenalgen, Egel (Erpobdellidae)</p>
September 1984	 <p data-bbox="320 1310 460 1334">Schlammabildung</p>	 <p data-bbox="622 1310 1020 1334">Egel (Eikokkons), Köcherfliegen (Hydropsyche sp.)</p>










Monat	Sohlenaspekt	Aspekt Einzelstein
Oktober 1984	 <p data-bbox="269 555 512 582">Fadenalgen nach Hochwasser</p>	 <p data-bbox="804 555 841 582">Egel</p>
Novem- ber 1984	 <p data-bbox="288 938 490 965">Absterbende Fadenalgen</p>	 <p data-bbox="740 938 904 965">Egel (Erpobdellidae)</p>
Dezem- ber 1984	 <p data-bbox="288 1321 490 1348">Absterbende Fadenalgen</p>	 <p data-bbox="703 1321 949 1348">Egel (Eikokkons Erpobdellidae)</p>

Tabelle 6: Veränderung der Steinbiozönose im Altrhein bei Istein/Efringen, Deutschland von 1983 bis 1992, jeweils Sohlen- und Steinaspekt im September. Fotos: H. Handschin

Sohlenaspekt	Aspekte Einzelstein
<p data-bbox="255 256 389 280">September 1983</p>  <p data-bbox="193 624 445 647">Teilweise Sohlenumschichtung</p>	<p data-bbox="736 256 871 280">September 1983</p>  <p data-bbox="596 624 1005 667">Ciliaten / Heterotropher Bewuchs, Chironomiden, Schnecken</p>
<p data-bbox="255 676 389 700">September 1987</p>  <p data-bbox="269 1034 367 1058">Fadenalgen</p>	<p data-bbox="736 676 871 700">September 1987</p>  <p data-bbox="675 1034 930 1058">Chironomiden, Schnecken, Egel</p>
<p data-bbox="255 1080 389 1104">September 1992</p>  <p data-bbox="269 1465 367 1489">Fadenalgen</p>	<p data-bbox="736 1080 871 1104">September 1992</p>  <p data-bbox="628 1465 975 1489">Chironomiden, Schnecken, <i>Hydropsyche</i> sp.</p>

Nach dem Chemieunfall Schweizerhalle von 1986 wurde von der Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR) das Aktionsprogramm Rhein (1987–2000) ins Leben gerufen. Dieses hatte das Ziel, den Zustand des Rheins so zu verbessern, dass die früher heimischen Arten den Rhein wieder besiedeln können. Neben der Zielart Lachs wurden damit auch die Arten der übrigen Gewässerfauna gefördert. Nach den Initiatoren des Aktionsprogramm ist das Ziel erreicht und sogar teilweise übertroffen worden (www.iksr.org). Die Dokumentation in Tab. 6 zeigt, wie sich der Aspekt der Gewässersohle im Altrhein bei Istein/Efringen zwischen 1983 und 1992 verändert hat.

Im Jahr 1983 wurde viel heterotropher Bewuchs beobachtet. Dies ist die Phase unmittelbar vor der Inbetriebnahme der Abwasserreinigungsanlage (ARA) in Basel. Fast ein Jahr nach der grossen Rheinverschmutzung als Folge der Brandkatastrophe in Schweizerhalle (September 1987) beherrschten die besonders widerstandsfähigen Zuckmückenlarven (Chironomidae) und Egel den Aspekt. Der Algenbewuchs betrug 60%. Im Jahr 1992 war der heterotrophe Bewuchs deutlich reduziert. Auf den Steinunterseiten hatten sich die Köcherfliegen der Gattung *Hydropsyche* angesiedelt.

Bestimmungshilfe zur Untersuchung der Steinbiozönose

Die folgende Übersicht stellt Strukturen vor, die bei der Untersuchung der Steinbiozönose immer wieder beobachtet werden können und wichtige Hinweise auf das Vorkommen einzelner Arten darstellen (Fotos: H. Handschin und D. Küry).

Eier von Wasserinsekten



Eigelege von *Baetis* sp. (Eintagsfliegen). Die Weibchen heften die Eier unter Wasser an Steine.



Eigelege einer Köcherfliege (Limnephilidae). Im Gallertpolster rechts sind bereits Junglarven erkennbar.

Massenvorkommen



Puppenhäute von Köcherfliegen auf Ufersteinen, die sich am Gewässerrand befinden.



Puppengehäuse der kleinen Köcherfliegen der Gattung *Hydroptila*.

Strudelwürmer und Egel



Strudelwürmer (*Dugesia gonocephala*) kriechen mit den Wimpern auf ihrer Körperoberfläche.



Egel (*Glossiphonia complanata*) halten sich wechselweise mit Saugnapf und Mund fest.

Eigelege oder das Vorhandensein von Puppen sind Hinweise für die Entwicklung einzelner Arten. Massentwicklungen von Arten können ebenfalls als Zeiger bestimmter Zustände gewertet werden.

Mit der Berücksichtigung verschiedener Tiere der Steinbiozönose könnte eine Erweiterung des Bewertungsmoduls «Äusserer Aspekt» entwickelt werden.

Köcherfliegen



Weider wie *Syngapatus dubitans* (Köcherfliegen) fressen Aufwuchsalge auf der Steinoberseite.



Puppengehäuse der Köcherfliegenart *Odontocerum albicorne* auf der Steinunterseite.

Kriebelmücken



Larven von Kriebelmücken (Simuliidae) sitzen oft gesellig auf der strömungsreichen Steinoberseite.



Puppen der Kriebelmücken (Simuliidae) heften sich mit einem Gehäuse auf Steinen fest.

Weider



Kalksinterablagerung auf Steinen in Quellnähe verhindern das Aufkommen von Aufwuchsalgen.



Köcherfliegenlarven Weidern weiden Aufwuchsalgen von den Steinen ab.

Literatur

- Binderheim, E., Göggel, W. 2007: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer. Äusserer Apekt. Umwelt-Vollzug Nr. 0701. Bundesamt für Umwelt, Bern. 43 S.
- Bauernfeind, E., Humpesch, U. H. 2001: Die Eintagsfliegen Zentraleuropas (Insecta: Ephemeroptera): Bestimmung und Ökologie; Verlag des Naturhistorischen Museums Wien.
- Bauernfeind, E., Soldan, T. 2012: The Mayflies of Europe (Ephemeroptera), Apollo Books, Øllerup, Denmark.
- Braukmann, U., 1987: Zooökologische und saprobiologische Beiträge zu einer allgemeinen regionalen Bachtypologie. Ergebnisse der Limnologie, Heft 26, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung Stuttgart.
- Buffagni, A., Cazzola, M., Lopey-Rodriguez, M. J., Alba-Tercedor, J., Armanini, D. G. 2009.: Volume 3 – Ephemeroptera. In: Schmidt-Kloiber A. & Hering D. (Eds), Distribution and Ecological Preferences of European Freshwater Organisms, Pensoft Publishers (Sofia-Moscow), Sofia.
- Lubini, V., Knispel, S., Vinçon, G. 2012: Die Steinfliegen der Schweiz. Bestimmung und Verbreitung, CSCF, Neuchâtel.
- Frutiger, A., Jolidon, C., 2000: Bestimmungsschlüssel für die Larven und Puppen der in der Schweiz, in Österreich und in Deutschland vorkommenden Netzflügelmücken (Diptera: Blepharidae), mit Hinweisen zu ihrer Verbreitung und Phänologie. Mitteilung der schweizerischen entomologischen Gesellschaft 73: 93-108.
- Graf, W., Murphy, J., Dahl, J., Zamora-Munoz, C., Lopez-Rodriguez, MJ. (2008): Volume 1 - Trichoptera. In: Schmidt-Kloiber A. & Hering D. (Eds), Distribution and Ecological Preferences of European Freshwater Organisms, Pensoft Publishers (Sofia-Moscow), Sofia.
- Graf, W, Lorenz, AW, Tierno de Figueroa, JM, Lucke, S, Lopez-Rodriguez, MJ, Davies, C. (2009): Distribution and Ecological Preferences of European Freshwater Organisms - Volume 2. Plecoptera. In: Schmidt-Kloiber A. & Hering D., Distribution and Ecological Preferences of European Freshwater Organisms, Pensoft Publishers, Sofia.
- Jungwirth M., Haidvogel, G., Moog, O., Muhar, S., Schmutz, S. 2003: Angewandte Fischökologie an Fließgewässern. UTB Facultas, Stuttgart.
- Mürle, U., Ortlepp, J., Rey, P. 2008: Koordinierte biologische Untersuchungen im Hochrhein 2006/2007. Makroinvertebraten. Umwelt-Wissen Nr. 0822. Bundesamt für Umwelt, Bern. 104 S.
- Schwoerbel, J., Brendelberger, H., 2005: Einführung in die Limnologie, 9. Auflage, Elsevier GmbH, München.
- Waringer, J. und Graf, W., 2011: Atlas der mitteleuropäischen Köcherfliegenlarven, Erik Mauch Verlag

Steine in Fließgewässern eignen sich gut für die Bewertung verschiedener Aspekte des Gewässerzustands. Im Modul «Äusserer Aspekt» sind es die Belastung und die Sauerstoffkonzentration. Massenentwicklungen einzelner Kleintierarten weisen ebenfalls auf den aktuellen Zustand des Gewässers hin.

Mit der Berücksichtigung verschiedener Tiere der Steinbiozönose könnte das Bewertungsmodul «Äusserer Aspekt» weiterentwickelt werden.

