

Die Ecker – Referenzgewässer für den grobmaterialreichen, silikatischen Mittelgebirgsbach

The Ecker – A reference for the stream type: small coarse substrate dominated siliceous highland rivers

Von **Volker Lüderitz, Uta Langheinrich, Christian Kunz & Uwe Wegener**

Summary: In 2005 and 2006, 6 reaches of medium sized stream Ecker in the Harz National Park have been sampled and analyzed for the ecological structure of macroinvertebrate communities. Although the whole stream is uncontaminated by oxygen-consuming substances and hydro-morphology is nearly natural, the number of macroinvertebrate species is extremely different between the reaches.

By means of modularized ecological assessment, downstream reaches were evaluated with 'Very Good Ecological Status'. Because of their high degree of naturalness they can serve as reference reaches for the stream type 'Small coarse substrate dominated siliceous highland rivers'.

The most adverse structure in the stream is the Ecker reservoir. It destroys the ecological permeability of the water body. Downstream of the outflow, the stream needs some kilometres for ecological recreation.

The most important problem of upper stream reaches is acidification. It leads to an obvious decrease in species richness and changes community structure. To a distinct degree, the problem of acidification can be solved by replacement of coniferous trees by deciduous trees along the stream.

1. Einleitung

Die EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) verlangt von den Mitgliedsstaaten der Europäischen Union bis zum Jahre 2015 die flächendeckende Herstellung eines „Guten Ökologischen Zustandes“. In Deutschland insgesamt und auch in Sachsen-Anhalt wie in Niedersachsen ist dieser Zustand bisher nur in relativ wenigen Gewässern bzw. Gewässerabschnitten erreicht. Weitgehend naturnahe Flüsse und Bäche sind für die Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie im Sinne der Definition von Leitbildern und regionalen Referenzgewässern aber von entscheidender Bedeutung. Großschutzgebiete, insbesondere Nationalparke, bieten sich hier aufgrund des relativ geringen direkten menschlichen Einflusses und keiner oder nur weniger nutzungsbedingter Restriktionen für Renaturierungsmaßnahmen sowie für die gewässerökologische Forschung im Sinne der Entwicklung von Leitbildern an.

Das Institut für Wasserwirtschaft und Ökotechnologie (IWO) der Hochschule Magdeburg-Stendal führt seit 1994 gewässerökologische Monitoringprogramme im Nationalpark Harz durch. Die bisherigen Ergebnisse (LANGHEINRICH et al. 2002) zeigen klar, dass im Hochharz die Versauerung als entscheidende Belastungsgröße die aquatischen Biozönosen auf relativ wenige säuretolerante Arten begrenzt. Auch in den höher gelegenen Abschnitten der Ecker ist die Versauerung ein Problem. Andererseits zeigten stichprobenartige Untersuchungen in diesem Gewässer einige Kilometer unterhalb des Stausees, dass es hier als unversauert, unverbaut und artenreich angesehen werden kann.

Das Untersuchungsprogramm des Gewässermonitoring bezog sich in den Jahren 2005 und 2006 deshalb auf die Ecker mit folgenden Zielstellungen:

- Abgrenzung der Gewässerabschnitte, die von der Versauerung ständig oder temporär betroffen sind,
- Feststellung des Einflusses des Eckerstausees auf die aquatische Lebensgemeinschaft im Fließgewässer und
- Bezeichnung von Abschnitten, die für den Gewässertyp des grobmaterialreichen, silikatischen Mittelgebirgsbaches Leitbildcharakter haben können.

Die Untersuchungen stützten sich auf das Makrozoobenthos, das aufgrund seines Artenreichtums und der speziellen ökologischen Ansprüche vieler Arten sehr gut geeignet ist, unterschiedliche Belastungen festzustellen und zu wichten. Zudem liegen für das Makrozoobenthos ausgereifte Methoden vor, die seine Verwendung für die quantifizierte Bewertung im Sinne der EU-WRRL ermöglichen.

2. Material und Methoden

2.1 Untersuchungsgebiet

Die Ecker gehört zu den wichtigsten und über weite Strecken naturnahsten Fließgewässern des Harzes. Sie entspringt am Westhang des Brockens in rund 900 m ü.NN, passiert Stapelburg und Abbenrode und mündet in der Nähe von Wiedelah in die Oker. Ein Teil



Abb.1. Eckerstausee. Foto: U. LANGHEINRICH, 31.03.2005.

des Eckerwassers wird vor Wiedelah abzweigt und erst 10 km nördlich in der Nähe von Schladen in die Oker eingeleitet. Eine starke Beeinträchtigung erfährt die Ecker durch die Eckertalsperre (Abb.1). Dieses im Jahre 1942 fertig gestellte Bauwerk weist einen Beckeninhalt von 13,3 Mio. m³ und eine Wasserfläche von 66 ha auf (TONN 2002).

Bis zur deutsch-deutschen Wiedervereinigung bildete die Ecker die Staatsgrenze, heute stellt sie die Grenze zwischen den Bundesländern Sachsen-Anhalt und Niedersachsen dar.

Für die biologische Untersuchung und Bewertung wurden sechs Messabschnitte mit einer Länge von je 100 Metern ausgewählt (s. Tab.1), die ein sehr naturnahes Umfeld und eine annähernd natürliche Hydromorphologie besitzen. Die Lage der Messstellen ist aus der Abb.2 ersichtlich, sie können von ihrer Lage und Höhe her wie folgt charakterisiert werden:

Tab.1. Zentralkoordinaten und Höhen der Messstellen an der Ecker.

Messstelle	Höhe [m ü.NN]	Hochwert	Rechtswert	Beschreibung
		Gauß-Krüger Deutschland (PD)		
E1	280	5750792	4406619	gegenüber dem Besenbinderstieg nach Ilsenburg
E2	370	5748180	4403994	am Rande einer Lichtung unterhalb des Molkenhauses
E3	530	5746805	4402156	300 m unterhalb des Eckerstausees
E4	590	5744517	4402056	100 m oberhalb des Eckerstausees
E5	780	5741755	4402256	100m unterhalb der Einmündung der Hinteren Pesecke
E6	880	5740617	4402444	ca. 200 m unterhalb des Eckersprunges

2.2 Probenahme, Bestimmung, Messmethoden, Kartierungsverfahren

2.2.1 Aufsammlung und Bestimmung des Makrozoobenthos

Jede Messstelle wurde viermal – im März und Mai 2005 sowie im April und Juni 2006 beprobt.

Die vierstündige Probenahme erfolgte mittels Handsieben mit einer Maschenweite von 0,4mm in Form eines erweiterten „Multihabitat-sampling“ (LORENZ et al. 2004). Vor Ort wurden die Organismen in sieben Abundanzklassen nach DIN 38410 eingeteilt, wobei die Klasse 1 für einen Einzelfund und die Klasse 7 bei einem Massenvorkommen einer Art vergeben wird. Wenn möglich, fand die Bestimmung der Arten vor Ort statt. War dies nicht möglich (Regelfall), wurden sie in 70%-iger Alkohollösung konserviert und anschließend im Labor bestimmt. Dazu wurden u.a. Bestimmungsschlüssel von WARINGER & GRAF (1997) sowie EISELER (2005) genutzt, weitere Bestimmungsliteratur findet sich bei LANGHEINRICH et al. (2002).

2.2.2 Physikochemische Erfassung der Versauerung

Um den Grad der Versauerung der Ecker in ihrem Fließverlauf zu erfassen und einen Vergleich mit der biologischen Versauerungsindikation nach BRAUKMANN & BISS (2004) vornehmen zu können, wurde ein pH-Längsschnitt erstellt. Dazu wurde das Gewässer an 18 Messstellen (Abb.4) beprobt.

Die Aufnahme der pH-Werte erfolgte am 19.05.2005 mit einem mobilen pH-Messgerät (WTW Multi 341). Die Beprobung fand in einer niederschlagsarmen Periode statt, so dass kein erhöhter Abfluss festzustellen war. Da jedoch bei erhöhten Abflüssen mit den geringsten pH-Werten gerechnet werden muss, stellen die ermittelten pH-Werte wahrscheinlich nicht die pH-Minima im Gewässer dar (LANGHEINRICH et al. 2002).

2.2.3 Erfassung und Bewertung der Hydromorphologie

Die Hydromorphologie (Gewässerstruktur) bezeichnet alle räumlichen und materiel- len Differenzierungen des Gewässerbettes und seines Umfeldes, soweit sie hydraulisch,



Abb. 2. Lage der Makroinvertebraten-Beprobungsstellen an der Ecker.

gewässermorphologisch und hydrobiologisch wirksam und damit für die ökologischen Funktionen des Gewässers und der Aue von Bedeutung sind.

Die siebenstufige Bewertung der Hydromorphologie, mit der die ökologische Qualität der Gewässerstrukturen in Abhängigkeit vom Grad des anthropogenen Einflusses festgestellt wird, erfolgte im Juni 2006 mit einem leitbildorientierten Ansatz für den Gewässertyp des Sohlenkerbtalgewässers über die sog. funktionalen Einheiten (LAWA 2000). Zur Strukturgüteklasse 1 zählen bei diesem Ansatz die Gewässer, die keine oder allenfalls sehr geringe Veränderungen hinsichtlich ihrer natürlichen Struktur und Dynamik aufweisen. Demgegenüber bezeichnet die Strukturgüteklasse 7 Bäche und Flüsse, die anthropogen völlig überformt und verbaut wurden.

2.3 Modularisierte, leitbildorientierte Gesamtbewertung

Für die ganzheitliche ökologische Bewertung von Fließgewässern wurde von uns in den letzten Jahren ein modularisierter Ansatz entwickelt, der sich auf die Module Wassergüte, Gewässerstruktur, Diversität / Schutzwürdigkeit und Naturnähe stützt (LÜDERITZ et al. 2004, LÜDERITZ & LANGHEINRICH 2006).

Die vier Einzelmodule, welche in den folgenden Kapiteln kurz erläutert werden, enthalten verschiedene Parameter, denen im Rahmen der biologischen bzw. hydromorphologischen Bewertung ein Wert zwischen 5 (high) und 1 (bad) zugewiesen wird. Die Modulnote wird dann durch das arithmetische Mittel der Parameternoten gebildet. Die

Tab.2. Klassengrenzen für die Parameter des Fließgewässertyps 5.

Modul	Parameter	Note	Grenze	Modul	Parameter	Note	Grenze
Wassergüte	Saprobienindex	5	$\leq 1,4$	Diversität / Schutzwürdigkeit	Shannon-Index	5	$\geq 4,5$
		4	$< 1,95$			4	> 3
		3	$< 2,65$			3	> 2
		2	$< 3,35$			2	> 1
		1	$\geq 3,35$			1	≤ 1
	Versauerungsindex	5	1		Naturschutz-Index	5	9
		4	2			4	≥ 7
		3	3			3	6
		2	4			2	5
		1	5			1	< 5
Gewässerstruktur	Gewässerstruktur	5	$< 1,75$	Naturnähe	Ökologischer Qualitäts- Index EQI (AQEM)	5	5
		4	$< 2,85$			4	4
		3	$< 3,95$			3	3
		2	$< 5,35$			2	2
		1	$\geq 5,35$			1	1
	Deutscher Fauna-Index (GFI)	5	≥ 1		Renkonensche Zahl	5	$\geq 0,4$
		4	$\geq 0,4$			4	$> 0,3$
		3	$\geq -0,2$			3	$> 0,2$
		2	$\geq -0,8$			2	$> 0,1$
		1	$< -0,8$			1	$\leq 0,1$

Gesamtnote ergibt sich daraufhin aus dem Mittel der Modulnoten. Bei den Modulnoten wird eine Kommastelle berücksichtigt, die Gesamtbenotung erfolgt mit ganzen Noten, wobei bei „X,5“ aufgerundet wird.

Für die Parameter wurden die in Tab.2 aufgeführten Grenzen für die Notenvergabe definiert, wobei jeweils Vorschläge von ROLAUFFS et al. (2004) bzw. die Festlegung DIN 38410 für den Saprobien-Index, von LORENZ et al. (2004) für den Fauna-Index und den Ökologischen Qualitäts-Index (EQI), von BRAUKMANN & BISS (2004) für den Versauerungs-Index und von KAULE (1991) für den Naturschutz-Index berücksichtigt wurden.

2.3.1 Modul Wassergüte

In das Modul Wassergüte geht die Qualitätskomponente Makrozoobenthos über den Saprobienindex und die Säureklassen nach BRAUKMANN & BISS (2004) ein. Eine Bewertung anhand der Makrophyten kann entfallen, da diese durch die Beschattung der Ecker nicht in nennenswertem Umfang auftreten. Ein anwendungsbereites Verfahren zur Bewertung mittels Diatomeen und Phytobenthos liegt z.Z. noch nicht vor.

2.3.1.1 Saprobienindex

Der Saprobienindex (SI) kennzeichnet die Auswirkungen der Belastung durch biologisch abbaubare organische Substanzen über das Auftreten oder Fehlen von Indikatorarten in einer Fließgewässerbiozönose. In der neuen DIN 38410, Teil 2 wurde die Liste der Saprobie-Indikatoren aktualisiert und erweitert; außerdem wurden typenspezifische saprobielle Referenzbereiche eingeführt.

2.3.1.2 Biologische Indikation der Versauerung

Makroinvertebraten lassen sich nach dem Grad ihrer Säureempfindlichkeit in fünf Klassen einteilen (Tab.3).

Tab.3. Klasseneinteilung der Säureempfindlichkeit von Makroinvertebraten.

Klasse	Grad der Säureempfindlichkeit	Vorkommen
1	Säureempfindliche Organismen	Nur in permanent nicht sauren Gewässern
2	Mäßig säureempfindliche Organismen	Auch in leicht sauren Gewässern
3	Säuretolerante Organismen	Vertragen stärkere periodische Säureschübe
4	Säureresistente Organismen	Auch in periodisch stark sauren Gewässern noch lebensfähig, oft wegen fehlender Konkurrenten häufiger als in wenig sauren Gewässern
5	Sehr säureresistente Organismen	In permanent stark sauren Gewässern, aus Mangel an Konkurrenz und unter extrem sauren Lebensbedingungen erreichen wenige Arten hohe Individuendichten

Entsprechend ihrer unterschiedlichen Empfindlichkeit gegenüber dem Säuregrad der Fließgewässer erhalten die häufigsten und wichtigsten Organismen einen Zeigerwert von 1 bis 5 (1 = säureempfindlich bis 5 = sehr säureresistent). Die den Säureklassen 1 bis 5 zugeordneten Arten und Artengruppen sind bei BRAUKMANN & BISS (2004) zu finden. Das von diesen Autoren entwickelte Bewertungsverfahren beruht darauf, dass die in einer Probe gefundenen Taxa nach ihrer Säureempfindlichkeit und damit nach ihrem spezifischen Indikationswert geordnet werden. Die Abundanzen (siebenstufiges halbquantitatives System) der Organismen mit derselben Sensitivitätsklasse werden addiert. Ist nun die Summe der Abundanzen von Indikatoren der Klasse 1 größer als 4, kann das Gewässer als ständig neutral angesehen werden. Kommen Indikatoren der Klasse 1 nicht vor oder ist die Summe ihrer Abundanzen kleiner als 4, wird die Überprüfung mit den „Klasse 2-Indikatoren“ fortgesetzt usw.

Das Prinzip dieses Bewertungsverfahrens unterscheidet sich grundlegend von dem des Saprobien-systems. Es wird nicht, wie beim diesem, ein Mittelwert aus den Zeigerwerten aller Indikatororganismen einer Untersuchungsstelle gebildet, sondern eine Bewertung nach dem Prinzip maximaler Empfindlichkeit von Bioindikatoren gegenüber dem Säuregrad des Wassers vorgenommen.

2.3.2 Modul Gewässerstruktur

In dieses Modul gehen die Ergebnisse der Gewässerstrukturkartierung und der Deutsche-Fauna-Index (GFI) ein.

2.3.2.1 Deutscher-Fauna-Index (GFI)

Der Deutsche-Fauna-Index (oder German-Fauna-Index) wurde entwickelt, um aus der Zusammensetzung der Makroinvertebraten-Gemeinschaft Rückschlüsse auf die hydromorphologische Degradation ziehen zu können. Da dieser Index noch weit weniger bekannt ist als der Saprobienindex, soll er an dieser Stelle etwas gründlicher erläutert werden: Für die Berechnung des GFI werden für die relevanten Indikatorarten gewässertypenspezifisch vier Indikationswerte (+2, +1, -1 und -2) vergeben. Eine Art erhält einen positiven Wert, wenn sie eine Zeigerart für eine gute Hydromorphologie ist. Kommt eine Art hauptsächlich in stark hydromorphologisch geschädigten Gewässern vor, wird sie negativ bewertet. Der Deutsche-Fauna-Index kann somit Werte zwischen +2 und -2 annehmen (LORENZ et al. 2004). Er errechnet sich wie folgt:

$$\text{Deutscher-Fauna-Index} = \frac{\sum_i^N sc_i \cdot a_i}{\sum_i^N a_i}$$

N: Gesamtanzahl der Arten mit einer Wichtung

sc_i: Wichtung der i-ten Art

a_i: Abundanz der i-ten Art

Die Ergebnisse können in fünf Zustandsklassen von 5 (high) bis 1 (bad) eingeteilt werden. Der Index wurde von LORENZ et al. (2004) zunächst für fünf deutsche Fließgewässertypen, zu denen auch der hier relevante Bachtyp gehört, entwickelt und geeicht. Inzwischen können Faunaindices auch für die übrigen Fließgewässertypen Deutschland berechnet werden (www.asterics.de).

Der GFI, weitere Indices sowie der multimetrische Ökologische Qualitätsindex (s. Tab.2) können mit dem im Internet verfügbaren Programm AQEM und seiner neuesten Version ASTERICS (www.asterics.de) berechnet werden.

2.3.2.2 Gewässerstruktur - Kartierverfahren

Die Kartierung und Bewertung der Gewässerstruktur erfolgte nach Vorgaben der LAWA (2000), siehe auch Abschnitt 2.2.3.

2.3.3 Modul Naturnähe

In das Modul Naturnähe fließen die Renkonensche Zahl sowie die Gesamtbewertung nach AQEM (Ökologischer Qualitätsindex / Ecological Quality Index – EQI) ein.

2.3.3.1 Renkonensche Zahl

Die Renkonensche Zahl (Re) ist ein Maß für die Ähnlichkeit in den Dominanzverhältnissen zweier Artengemeinschaften (Dominanzidentität). Dabei wird von jeder in beiden Gebieten vorkommenden Art der jeweils kleinere Dominanzwert aufsummiert. Arten, die in sehr geringer Individuenzahl vorkommen, beeinflussen den Wert kaum.

$$Re (\%) = \sum_{i=1}^G \min D_{A,B}$$

$$D = \frac{n_A}{N_A} \text{ bzw. } \frac{n_B}{N_B}$$

$\sum \min D_{A,B}$ = Summe der jeweils kleineren Dominanzwerte (D) der gemeinsamen Arten von zwei Standorten (A und B)

i = Art i

G = Zahl der gemeinsamen Arten

$n_{A,B}$ = Individuenzahl der Art i in Gebiet A bzw. B

$N_{A,B}$ = Gesamtindividuenzahl aus Gebiet A bzw. B

Im vorliegenden Fall wurde die Renkonensche Zahl durch den Vergleich der Ergebnisse des jeweiligen Untersuchungsabschnittes mit einem Leitbild ermittelt, das anhand mehrjähriger eigener Beprobungen im Harz (HEIDENWAG et al. 2000, LANGHEINRICH et al. 2002),

der Roten Listen Sachsen-Anhalts (LAU 2004), dem Arten- und Biotopschutzprogramm Sachsen-Anhalt (LAU 1997), der Ökologischen Typisierung der aquatischen Makrofauna (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT 1996) sowie der Angaben von HOHMANN & BÖHME (1999) für die Makrozoobenthosfauna der „Grobmaterialreichen, silikatischen Mittelgebirgsbäche“ des Harzes von uns erstellt wurde (Tab.4). In dieses Leitbild sind 100 Arten, darunter 14 Eintagsfliegen, 32 Steinfliegen und 37 Köcherfliegen aufgenommen worden. Es handelt sich hierbei um Arten, die in naturnahen, unbelasteten Abschnitten von Bächen dieses Typs mit hoher Stetigkeit vorkommen und in diesem Gewässertyp zudem den Schwerpunkt ihres Vorkommens haben. Die entsprechende Häufigkeit, die auch natürlicherweise gering sein kann, spielt dabei eine untergeordnete Rolle.

Tab.4. Leitbildarten Ecker (grobmaterialreicher, silikatischer Mittelgebirgsbach; Angaben in Klammern: Abundanzklassen).

<p>Coleoptera: <i>Agabus biguttatus</i> (3), <i>Agabus guttatus</i> (5), <i>Oreodytes sanmarki</i>(4), <i>Elmis aenea</i> (4), <i>Elmis maugetii</i> (3), <i>Esolus parallelepipedus</i> (3), <i>Limnius volckmari</i> (3), <i>Limnius perrisi</i> (3), <i>Helodes pseudominuta</i> (2), <i>Hydraena gracilis</i> (3), <i>Hydraena lapidicola</i> (2), <i>Hydraena riparia</i> (3)</p>
<p>Ephemeroptera: <i>Baetis alpinus</i> (4), <i>Baetis lutheri</i> (2), <i>Baetis muticus</i> (3), <i>Baetis niger</i> (2), <i>Baetis scambus</i> (2), <i>Ecdyonurus submontanus</i> (4), <i>Ecdyonurus torrentis</i> (3), <i>Ecdyonurus venosus</i> (5), <i>Electrogena lateralis</i> (2), <i>Epeorus sylvicola</i> (5), <i>Ephemerella mucronata</i> (3), <i>Rhithrogena picteti</i> (4), <i>Rhithrogena semicolorata</i> (4), <i>Torleya major</i> (3)</p>
<p>Plecoptera: <i>Amphinemura standfussii</i> (3), <i>Amphinemura sulcicollis</i> (4), <i>Brachyptera risi</i> (3), <i>Brachyptera seticornis</i> (3), <i>Capnia vidua</i> (2), <i>Chloroperla tripunctata</i> (2), <i>Dinocras cephalotes</i> (3), <i>Diura bicaudata</i> (3), <i>Isoperla grammatica</i> (4), <i>Isoperla oxylepis</i> (2), <i>Leuctra aurita</i> (2), <i>Leuctra braueri</i> (3), <i>Leuctra digitata</i> (2), <i>Leuctra fusca</i> (4), <i>Leuctra hippopus</i> (3), <i>Leuctra inermis</i> (5), <i>Leuctra nigra</i> (4), <i>Leuctra prima</i> (2), <i>Leuctra pseudocingulata</i> (4), <i>Nemoura cambrica</i> (5), <i>Nemoura dubitans</i> (2), <i>Nemoura flexuosa</i> (2), <i>Nemoura sciurus</i> (2), <i>Perla marginata</i> (3), <i>Perlodes microcephalus</i> (4), <i>Protonemura auberti</i> (5), <i>Protonemura hrabei</i> (2), <i>Protonemura intricata</i> (4), <i>Protonemura meyeri</i> (3), <i>Protonemura nitida</i> (3), <i>Protonemura praecox</i> (3), <i>Taeniopteryx auberti</i> (2)</p>
<p>Trichoptera: <i>Allogamus auricollis</i> (2), <i>Allogamus uncatus</i> (2), <i>Annitella obscurata</i> (2), <i>Annitella thuringica</i> (2), <i>Brachycentrus montanus</i> (3), <i>Chaetopteryx major</i> (3), <i>Chaetopteryx villosa</i> (4), <i>Drusus annulatus</i> (3), <i>Drusus discolor</i> (3), <i>Glossosoma boltoni</i> (2), <i>Glossosoma conformis</i> (5), <i>Glossosoma intermedium</i> (2), <i>Hydropsyche dinarica</i> (3), <i>Hydropsyche incognita</i> (4), <i>Hydropsyche saxonica</i> (4), <i>Hydropsyche silfvenii</i> (2), <i>Hydropsyche tenuis</i> (3), <i>Odontocerum albicorne</i> (4), <i>Philopotamus ludificatus</i> (2), <i>Philopotamus montanus</i> (4), <i>Philopotamus variegatus</i> (2), <i>Plectrocnemia conspersa</i> (5), <i>Plectrocnemia geniculata</i> (3), <i>Potamophylax latipennis</i> (4), <i>Potamophylax luctuosus</i> (4), <i>Potamophylax nigricornis</i> (4), <i>Pseudopsilopteryx zimmeri</i> (2), <i>Rhyacophila evoluta</i> (2), <i>Rhyacophila nubila</i> (4), <i>Rhyacophila oblitterata</i> (5), <i>Rhyacophila tristis</i> (2), <i>Silo pallipes</i> (4), <i>Stenophylax permistus</i> (3), <i>Stenophylax vibex</i> (3), <i>Synagapetus iridipennis</i> (2), <i>Sericostoma personatum</i> (3), <i>Tinodes rostocki</i> (3)</p>
<p>Odonata: <i>Cordulegaster boltoni</i> (2)</p>
<p>Diptera: <i>Atherix ibis</i> (3), <i>Liponeura sp.</i> (3), <i>Prosimulium hirtipes</i> (5), <i>Simulium sp.</i> (4)</p>

2.3.3.2 Ökologischer Qualitätsindex EQI

Der EQI wird über das AQEM / ASTERICS-Programm aus verschiedenen Metriks ermittelt. Für den Fließgewässertyp 5 (Grobmaterialreicher, silikatischer Mittelgebirgsbach) sind das: der Shannon-Wiener-Index, der Deutsche-Fauna-Index, der Anteil der Epirhithralbewohner, der Rheoindex nach BANNING (1998), der Anteil der Steinbesiedler sowie der Anteil der Steinfliegen. Diese Metriks gehen mit unterschiedlicher Wichtung in die Berechnung ein.

2.3.4 Modul Diversität / Schutzwürdigkeit

Der Shannon-Wiener-Index und der Naturschutzindex nach KAULE (1991) werden zum Modul Diversität / Schutzwürdigkeit zusammengefasst.

2.3.4.1 Shannon-Wiener-Index (Diversitätsindex)

Als ein Maß für Diversität und Vielfalt der Arten wird häufig der Shannon-Wiener-Index (H_s) verwendet. Die Vielfalt kann man vereinfacht als die Anzahl der Arten definieren. Bei diesem Index geht jedoch nicht nur die Artenanzahl sondern auch deren Gleichverteilung ein. Der Shannon-Wiener-Index ist umso höher, je höher die Artenzahl aber auch je größer die Gleichverteilung der einzelnen Spezies ist. Kommt es also zu Massenvorkommen weniger Arten, sinkt der Index. Die Formel für den Shannon-Wiener-Index für Makroinvertebraten lautet:

$$H_s = - \sum_{i=1}^s N_i \cdot \ln N_i$$

H_s = Diversitätsindex

N_i = Quantität der Art i / Gesamtquantität aller Arten

s = Gesamt-Taxazahl der Biozönose

2.3.4.2 Naturschutzindex nach KAULE (Conservation-Index)

Der Naturschutzindex nach KAULE (1991) wird über die Roten Listen aus Deutschland und dem jeweiligen Bundesland ermittelt und ist ein Maß für die Refugialfunktion eines Ökosystems, in diesem Falle eines Fließgewässers.

Der Index ist in 9 Stufen unterteilt, wobei die Stufen 9 (gesamtstaatlich bedeutsam) und 8 (überregional bzw. landesweit bedeutsam) die naturschutzfachlich besten sind.

Die Berechnung des Naturschutz-Index geschieht nach den Gefährdungsstufen gemäß den Roten Listen, wobei A0 = ausgestorben, A1 = vom Aussterben bedroht, A2 = stark gefährdet und A3 = gefährdet bedeutet.

Stufe 9: mindestens eine Art mit der Gefährdungsstufe A0 oder eine Art A1 der RL der BRD oder mindestens drei Arten A1 der RL des Bundeslandes

Stufe 8: mindestens eine Art A0 oder A1 (RL Bundesland) oder mindestens drei Arten A2 (RL BRD oder Bundesland) oder mindestens eine Art A2 (RL BRD oder Bundesland) und mindestens drei Arten RL A3 (Bundesland)

Stufe 7: mindestens drei Arten RL A3 (Bundesland) oder eine Art A2 (RL BRD oder Bundesland)

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Taxonomische Struktur der Makroinvertebratenfauna

Bereits die Anzahl der Makrozoobenthosarten kann einen ersten Hinweis auf den Gewässerzustand geben.

Die hier untersuchten Gewässerabschnitte unterscheiden sich stark in der Anzahl an Makrozoobenthos-Taxa (s. Tab.5). So wurden im stark vom oberhalb liegenden Stausee beeinflussten Abschnitt 3 lediglich 8 und im quellnahen Abschnitt 6 15 Arten identifiziert, während in den Abschnitten 1 und 2 61 bzw. 57 Arten bzw. Taxa nachgewiesen werden konnten.

Tab.5. Abundanzen der in der Ecker gefundenen Makroinvertebraten.

	TAXON NAME	Ecker 1 2005	Ecker 2 2005	Ecker 3 2005	Ecker 4 2005	Ecker 5 2005	Ecker 6 2005
1	<i>Agabus guttatus</i>	0	0	0	0	6	5
2	<i>Amphinemoura</i> sp.	0	0	2	0	0	0
3	<i>Amphinemoura sulcicollis</i>	3	3	0	0	0	0
4	<i>Ancylus fluviatilis</i>	3	3	0	0	0	0
5	<i>Atherix ibis</i>	3	3	0	0	0	0
6	<i>Baetis alpinus</i>	4	5	0	0	0	0
7	<i>Baetis lutheri</i>	0	3	0	0	0	0
8	<i>Baetis muticus</i>	4	2	0	0	0	0
9	<i>Baetis niger</i>	3	0	0	0	0	0
10	<i>Baetis scambus</i>	3	0	0	0	0	0
11	<i>Baetis vernus</i>	4	4	0	0	0	0
12	<i>Brachycentrus montanus</i>	3	0	0	0	0	0
13	<i>Chaetopteryx villosa</i>	3	0	0	0	0	3
14	<i>Chironomini</i>	3	0	0	0	0	0
15	<i>Drusus annulatus</i>	3	4	2	4	5	6
16	<i>Drusus discolor</i>	0	0	0	0	3	0
17	<i>Dugesia gonocephala</i>	4	0	0	0	0	0
18	<i>Ecdyonurus submontanus</i>	0	4	0	0	0	0
19	<i>Ecdyonurus torrentis</i>	5	3	0	0	0	0
20	<i>Ecdyonurus venosus</i>	3	0	0	0	0	0
21	<i>Eiseniella tetraedra</i>	3	0	2	0	3	0
22	<i>Electrogena lateralis</i>	3	0	0	2	0	0
23	<i>Elmis aenea</i>	4	2	0	0	0	0
24	<i>Elmis maugetii</i>	0	2	0	2	0	0
25	<i>Elmis</i> sp. Lv.	4	0	0	0	0	0
26	<i>Epeorus sylvicola</i>	5	5	0	0	0	0
27	<i>Esolus parallelepipedus</i>	2	0	0	0	0	0
28	<i>Gammarus fossarum</i>	5	4	0	0	0	0
29	<i>Gammarus pulex</i>	3	0	0	0	0	0
30	<i>Glossosoma conformis</i>	5	4	0	0	0	0

Fortsetzung Tab. 5

	TAXON NAME	Ecker 1 2005	Ecker 2 2005	Ecker 3 2005	Ecker 4 2005	Ecker 5 2005	Ecker 6 2005
31	<i>Grammotaulius nigropunctatus</i>	0	0	0	0	0	4
32	<i>Habroleptoides confusa</i>	3	0	0	0	0	0
33	<i>Habrophlebia lauta</i>	4	0	0	0	0	0
34	<i>Halesus digitatus</i>	3	3	0	0	0	0
35	<i>Helodes pseudominuta</i>	2	0	0	0	0	0
36	<i>Hydraena gracilis</i>	4	0	0	0	0	0
37	<i>Hydroporus erythrocephalus</i>	0	0	0	0	3	3
38	<i>Hydropsyche dinarica</i>	0	3	0	0	0	0
39	<i>Hydropsyche incognita</i>	3	3	0	0	0	0
40	<i>Hydropsyche saxonica</i>	3	4	0	0	0	0
41	<i>Hydropsyche tenuis</i>	0	2	0	0	0	0
42	<i>Isoperla grammatica</i>	2	3	0	0	3	5
43	<i>Isoperla sp.</i>	0	0	2	0	0	0
44	<i>Leuctra hippopus</i>	4	3	2	0	3	3
45	<i>Leuctra inermis</i>	0	0	0	3	3	0
46	<i>Leuctra nigra</i>	3	3	0	0	0	0
47	<i>Leuctra sp.</i>	0	0	0	2	0	0
48	<i>Limnephilus centralis</i>	0	3	0	0	5	3
49	<i>Limnephilus coenosus</i>	0	0	0	0	3	4
50	<i>Limnius perrisi</i>	4	2	0	0	0	0
51	<i>Limnophora riparia</i>	0	4	0	0	0	0
52	<i>Limnophora sp.</i>	0	0	0	3	0	0
53	<i>Liponeura sp.</i>	4	0	0	0	0	0
54	<i>Micropterna sequax</i>	4	0	0	0	0	0
55	<i>Nemoura cambrica</i>	5	4	0	4	5	5
56	<i>Nemoura cinerea</i>	4	4	0	4	3	5
57	<i>Nemoura flexuosa</i>	0	0	0	2	3	0
58	<i>Nemoura sp.</i>	0	0	2	0	0	0
59	<i>Nemurella picteti</i>	0	0	0	2	0	4
60	<i>Odontocerum albicorne</i>	4	4	0	0	0	0
61	<i>Oreodytes sanmarki</i>	4	4	0	0	0	0
62	<i>Oulimnius tuberculatus</i>	3	0	0	0	0	0
63	<i>Perla marginata</i>	2	0	0	0	0	0
64	<i>Perlodes microcephalus</i>	4	5	2	5	5	0
65	<i>Philopotamus montanus</i>	3	0	0	0	0	0
66	<i>Plectrocnemia conspersa</i>	3	4	0	6	5	5
67	<i>Plectrocnemia geniculata</i>	3	0	0	2	3	0
68	<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	4	0	0	0	0	0
69	<i>Potamophylax latipennis</i>	5	0	0	0	0	0
70	<i>Potamophylax luctuosus</i>	0	4	0	0	3	0
71	<i>Potamophylax nigricornis</i>	3	5	0	2	0	0
72	<i>Prosimulium hirtipes</i>	5	4	0	0	4	3
73	<i>Protonemoura sp.</i>	0	0	0	4	0	0
74	<i>Protonemura auberti</i>	5	4	0	5	3	0
75	<i>Protonemura intricata</i>	0	4	0	3	4	0
76	<i>Protonemura meyeri</i>	0	3	0	0	0	0
77	<i>Ptychoptera sp.</i>	3	3	0	0	0	0
78	<i>Rhithrogena picteti</i>	3	4	0	0	0	0
79	<i>Rhithrogena semicolorata</i>	5	0	0	0	0	0
80	<i>Rhyacophila nubila</i>	0	4	0	0	0	0
81	<i>Rhyacophila obliterata</i>	3	0	0	0	4	0
82	<i>Sericostoma personatum</i>	5	5	0	0	0	0
83	<i>Sialis fuliginosa</i>	0	3	0	3	0	0
84	<i>Silo nigricornis</i>	3	0	0	0	0	0
85	<i>Simulium trifasciatum</i>	3	4	0	0	4	0
86	<i>Siphonurus lacustris</i>	0	0	0	5	3	4
87	<i>Siphonoperla sp.</i>	0	0	0	2	0	0
88	<i>Stenophylax permistus</i>	0	3	0	0	0	0
89	<i>Tanypodinae</i>	0	0	2	0	0	0
90	<i>Tipula maxima</i>	4	4	0	0	0	0
91	<i>Velia caprai caprai</i>	3	0	0	0	0	0
	Taxa-Gesamtzahl	62	57	8	19	23	15

Charakteristisch für die Fließgewässer der Mittelgebirge ist eine hohe Anzahl von Köcherfliegen (Trichoptera), Steinfliegen (Plecoptera) und Eintagsfliegen (Ephemeroptera); das trifft auch auf das Arteninventar der Ecker in seiner Gesamtheit zu.

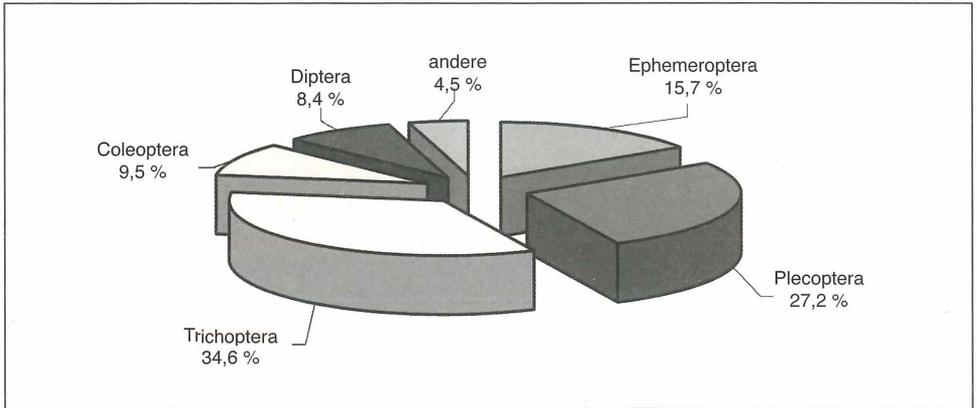


Abb.3. Zusammensetzung des Arteninventars in der Ecker (prozentualer Anteil an Gesamt-taxazahl).

Die Köcherfliegen (Trichoptera) bilden in der Ecker mit 34,6 % aller ermittelten Taxa die größte Gruppe. Weiterhin sehr häufig sind Steinfliegen (Plecoptera) mit 27,2 % und Eintagsfliegen (Ephemeroptera) mit 15,7 %. So ergibt sich ein ETP-Arten-Anteil von 77,5 %. Die Käfer (Coleoptera) mit 8,5 % sowie die Zweiflügler (Diptera) mit 8,4 % kommen ebenfalls in nennenswerten Größenordnungen vor. Geringe Individuenhäufigkeiten wurden für Turbellaria, Gastropoda, Oligochaeta, Crustacea, Heteroptera und Megaloptera ermittelt. Diese wurden in die Kategorie „andere Gruppen“ (4,5 %) eingegliedert.

3.2 Modularisierte Gesamtbewertung

Die Analyse der Makroinvertebratenfauna mit dem unter 2.3 vorgestellten modularisierten Ansatz ergab für die untersuchten Abschnitte die in Tab.6 dargestellten Modul- und Gesamtnoten.

Tab.6. Modul- und Gesamtbewertung der 6 untersuchten Eckerabschnitte.

Fließgewässertyp 5	Ecker 1	Ecker 2	Ecker 3	Ecker 4	Ecker 5	Ecker 6
1. Wassergüte						
Saprobienindex	1,40	1,39	1,27	1,33	1,28	1,36
Note	5	5	5	5	5	5
Säureindex	1	1	3	2	2	3
Note	5	5	3	4	4	3
Modulnote	5	5	4	4,5	4,5	4
2. Gewässerstruktur						
Gewässerstruktur	1,5	1,3	2,0	2,5	1,2	1,2
Note	5	5	4	4	5	5
GFI	1,33	1,37	1,33	1,52	1,75	1,27
Note	5	5	5	5	5	5
Modulnote	5	5	4,5	4,5	5	5
3. Naturnähe						
EQI	4	5	4	4	4	3
Note	4	5	4	4	4	3
Renkonensche Zahl	0,44	0,44	0,03	0,19	0,30	0,17
Note	5	5	1	2	3	2
Modulnote	4,5	5	2,5	3	3,5	2,5
4. Diversität / Schutzwürdigkeit						
Shannonindex	3,70	3,69	2,08	2,24	2,67	2,37
Note	4	4	3	3	3	3
Conservation-Index	8	8	4	7	7	7
Note	4	4	1	4	4	4
Modulnote	4	4	2	3,5	3,5	3,5
Gesamtnote	5	5	3	4	4	4

3.2.1 Modul Wassergüte

Die Ecker wird in den Abschnitten 1 und 2 mit der höchstmöglichen Bewertung 5 eingeschätzt, wobei der Saprobienindex aufgrund der fehlenden organischen Belastung im gesamten Gewässerlauf dem Referenzzustand entspricht. Die bereits im Bereich des Eckerstausees wirksam werdende Versauerung verschlechtert die Bewertung der Abschnitte 3 bis 6 etwas. Da die stärkere Versauerung in den höheren Lagen auch bestimmend für die Bewertung anderer Module ist, werden zu ihrer Untersetzung auch die Ergebnisse der direkten pH-Messung (Abb.4) herangezogen.

Für den Eckersprung (M18/E6) wurde ein pH-Wert im mäßig sauren Bereich von 5,25 ermittelt. Ursachen für die Versauerung sind die natürlicherweise geringe Pufferkapazität der anstehenden Gesteine, verstärkt durch die Dominanz der Fichte im Baumbestand und die anthropogenen Einträge von Stickstoff und Schwefel. Dieser pH-Wert blieb über die Messstellen M17 (800 m ü.NN) bis M15 (700 m ü.NN) etwa konstant (5,23 bis 5,32).

Von der Messstelle M15 bis zum Einlauf der Ecker in den Eckerstausee (M12) nimmt der pH-Wert dann deutlich bis auf 4,9 ab. Verantwortlich dafür sind Zuflüsse aus den Mooren am Westhang des Brockens, die mit pH-Werten bis 4,0 einen hohen Grad an Azidität aufweisen.

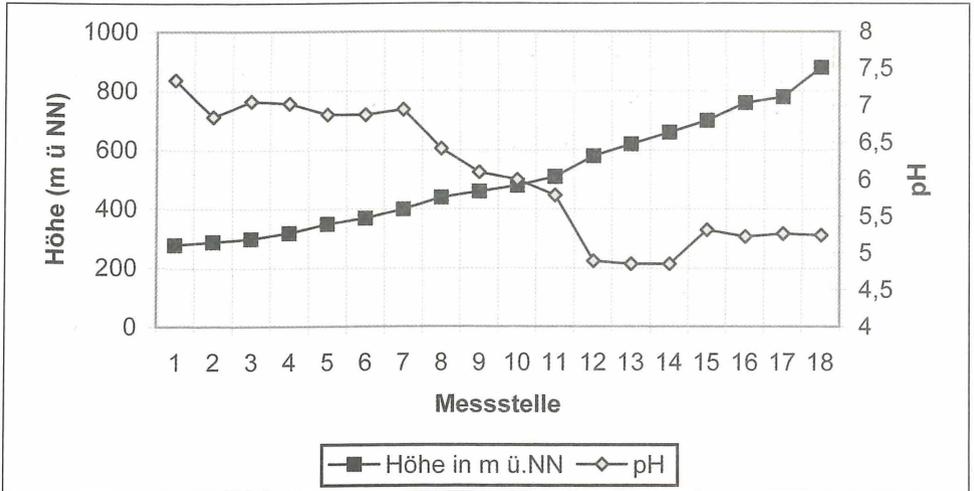


Abb. 4. Ecker: pH-Längsschnitt (19.05.2005, durchschnittliche Wassertemperatur 5,2 °C).

Die Messstelle M11 (510 m ü.NN) befindet sich direkt am Auslauf des Eckerstausees. Der Stausee weist eine hohe Pufferkapazität auf und lässt den pH-Wert der Ecker bis auf 5,79 ansteigen. Ein kontinuierlicher pH-Wert-Anstieg setzt sich die nächsten 2 km fort. An der Messstelle M7 (400 m ü.NN) weist die Ecker bereits einen pH-Wert von 6,95 auf, an M1 (280 m ü.NN) beträgt er schließlich 7,35.

Zusammenfassend kann bekräftigt werden, dass der pH-Wert mit zunehmender Höhenlage abnimmt und dort zu einem begrenzenden Faktor für viele Arten werden kann. Der Verlauf des pH-Wertes in Abhängigkeit der Höhenlage deckt sich mit früheren Untersuchungen im Nationalpark Harz (LANGHEINRICH et al. 2002]

3.2.2 Modul Gewässerstruktur

Sowohl durch die direkte Kartierung als auch durch die biologische Strukturindikation mit Hilfe des GFI konnte der hohe Grad der Naturnähe der Gewässerstruktur festgestellt werden, so dass alle sechs Messstellen die Bestbewertung 5 erhalten.

3.2.3 Modul Naturnähe

Da der unversauerte silikatische Mittelgebirgsbach als Leitbild dient, sind größere Abweichungen zwischen den einzelnen Abschnitten der Ecker nicht verwunderlich. So liegen die Abschnitte 1 und 2 bei oder nahe der Bestbewertung, während die Abschnitte 3 und 6 nur mit 2,5 (mäßig bis unbefriedigend) eingeschätzt werden.

Abschnitt 3 zeigt kaum Übereinstimmungen mit dem Leitbild. Die Artenzusammensetzung wird hier durch den kurz oberhalb liegenden Eckerstausee, der für rheophile Makroinvertebraten nicht durchwanderbar ist, massiv beeinträchtigt.

Eine Besonderheit weist Abschnitt 6 auf, da er sich in Quellnähe befindet. Weil dort kreonale Arten überwiegen, erhält er beim EQI eine schlechte Bewertung über den Anteil der Epirhithralbewohner. Weiterhin gehen die geringen Artenzahlen in den beiden genannten Gewässerabschnitten über die Diversität negativ in die EQI-Gesamtbewertung ein.

3.2.4 Modul Diversität / Schutzwürdigkeit

Auch hier sind deutliche Abweichungen zwischen den Abschnitten festzustellen. Die Messstellen 1 und 2 werden mit 4 (gut) bewertet. Die Messstelle 3 erhält vor allem wegen der schlechten Bewertung aus dem Naturschutz-Index nur die Note 2 (unbefriedigend).

Die Abschnitte 1 und 2 weisen mit einem Wert von 3,7 die größte Diversität auf. An der artenarmen Messstelle 3 wurde lediglich ein Diversitätsindex von 2,08 berechnet. Ebenfalls geringe Werte wiesen die kurz oberhalb des Eckerstausees befindliche Messstelle 4 mit einem Wert von 2,24 sowie die quellnahe Messstelle 6 mit 2,37 auf.

Insgesamt wurden im Rahmen der vier Beprobungen 18 Arten von Makroinvertebraten gefunden, die auf den Roten Listen des Landes bzw. des Bundes stehen. Obwohl keine spektakulären und neuen Funde vermeldet werden können, unterstreicht allein diese Zahl die besondere Schutzwürdigkeit dieses Fließgewässers. Erwähnenswerte Arten sind v.a. *Baetis lutheri*, *Ecdyonurus submontanus*, *Electrogena lateralis*, *Brachycentrus montanus*, *Nemoura cambrica* und *Perla marginata*.

Hinsichtlich ihrer Refugialfunktion werden die Abschnitte 1 und 2 in die Stufe 8 (überregional bis landesweit bedeutsam) eingeordnet. Die drei oberhalb des Eckerstausees befindlichen Messstellen 4, 5 und 6 sind als regional bedeutsam (Stufe 7) eingestuft. An der Messstelle 3 wurden keine Rote-Liste-Arten festgestellt, so dass dort kein Naturschutz-Index vergeben werden kann.

3.2.5 Gesamtbewertung und Schlussfolgerungen

Die Abschnitte 1 und 2 erhalten sowohl nach der AQEM / ASTERICS-Methode als auch über die ergänzenden Module insgesamt eine sehr gute Bewertung. Sie können deshalb für den rhithralen Bereich der grobmaterialreichen, silikatischen Mittelgebirgsgewässer als Referenzbereiche angesehen werden. Aufgrund des weitestgehenden Fehlens aller typischer Gewässerbelastungen einschließlich Versauerung und Verbau fanden wir eine artenreiche und sensible Makroinvertebratenfauna, wie sie fast nur noch in Schutzgebieten vorkommt.

Der Stausee stellt mit der Unterbrechung des Fließgewässerkontinuums zweifellos eine beträchtliche Belastung der Ecker dar. Er ist für Tiere nicht durchwanderbar und wirkt außerdem als Sedimentfalle, so dass unterhalb zunächst kaum feineres Sedimentmaterial zu finden ist. Andererseits besitzt er ein beträchtliches Neutralisationspotenzial und verhindert, dass die Versauerung auch tiefer gelegene Gewässerstrecken erreicht.

Etwa drei Kilometer unterhalb des Stausees hat sich das Gewässer vom Einfluss des Anstaus offensichtlich weitgehend erholt, was der Anstieg der Artenzahl von 8 auf 57 eindrucksvoll belegt.

Oberhalb des Stausees ist die Versauerung offensichtlich der limitierende Faktor für die Entwicklung von artenreichen Gemeinschaften des Makrozoobenthos. Es treten nur

noch Arten auf, die zumindest den temporären Einfluss stärkerer Versauerung tolerieren können, vor allem etliche Stein- und Köcherfliegen. Dass die Artenzahl direkt vom Grad der Versauerung abhängig ist, konnten wir bereits in einer früheren Arbeit nachweisen (LANGHEINRICH et al. 2002).

Die Versauerung ist in den höheren Lagen des Harzes, besonders in der Nähe von Hochmooren, ein natürliches Phänomen. Verstärkt wird sie aber durch das Immissionsgeschehen und durch die übermäßige Dominanz der Fichte im unmittelbaren Gewässerumfeld. Soweit es die Schutzbestimmungen zulassen, sollten Fichtenbestände in einem Saumstreifen von etwa 10 m entfernt und ggf. durch standortgerechte Gehölze wie Buche und Eberesche ersetzt werden, wie das teilweise schon an der Holtemme mit einigem Erfolg getan wurde. Solche Maßnahmen können nicht nur die Versauerung verringern, sie stellen den Makroinvertebraten über den Laubfall auch gut verwertbares Substrat zur Verfügung, so dass mit einem Anstieg sowohl der Artenzahl als auch der Individuendichte gerechnet werden kann.

Dank

Die Autoren danken den früheren Master-Studenten Frau Michaela LIEBSCH (M. Sc.), Frau Janine MÜLLER (M. Sc.) und Herrn Markus KOWALEWSKI (M. Sc.) für ihre engagierte Mitarbeit in diesem Projekt. Wir danken der Nationalparkverwaltung Harz für die finanzielle Unterstützung und die jederzeit angenehme Zusammenarbeit.

Zusammenfassung

In den Jahren 2005 und 2006 wurde die Zusammensetzung der Makroinvertebraten-Biozönose an sechs Abschnitten der Ecker im Nationalpark Harz erfasst. Unter natürlichen bzw. naturnahen Bedingungen und ohne organische Belastungen wurden jedoch starke Schwankungen in Artenzahl und Struktur der Lebensgemeinschaften zwischen den einzelnen Abschnitten nachgewiesen. Die unteren Gewässerabschnitte erreichen nach einem modularisierten ökologischen Bewertungssystem einen „sehr guten ökologischen Zustand“. Sie können daher als Referenzgewässer für den Fließgewässertyp: „Grobmaterialreicher, silikatischer Mittelgebirgsbach“ dienen. Der Eckerstausee stellt nicht nur eine Wanderungsbarriere für zahlreiche Wasserorganismen dar, er trägt auch zu einem erheblichen Artenschwund unterhalb des Auslaufs bei. Erst einige Kilometer unterhalb ist die für diesen Fließgewässertyp charakteristische benthische Lebensgemeinschaft wieder anzutreffen. Allerdings führt das Pufferungsvermögen des Stausees zu einer Anhebung des pH-Wertes, so dass die Versauerung auf die oberen Abschnitte beschränkt bleibt. Der erhebliche Einfluss der Gewässerversauerung hier zeigt sich in extrem arten- und individuenarmen Makroinvertebratengemeinschaften. Nur in einem geringen Umfang lässt sich der Versauerung durch einen Ersatz der Fichten durch Laubgehölze im Uferbereich entgegenwirken.

Literatur- und Quellenverzeichnis

- BANNING, M. (1998): Auswirkungen des Aufstaus größerer Flüsse auf das Makrozoobenthos, dargestellt am Beispiel der Donau. Essener ökologische Schriften ; 9. (Westarp-Wissenschaften) Hohenwarsleben.
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT (1996): Ökologische Typisierung der aquatischen Makrofauna. Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft H. 4.

- BRÄUKMANN, U., & R. BISS (2004): Conceptual study – An improved method to assess acidification in German streams by using benthic macroinvertebrates. *Limnologica* **34**: 433-450.
- DIN 38410 Teil 2 (1991): Biologisch-ökologische Gewässeruntersuchungen (Gruppe M). DEV 24. Lief. (Beuth Verlag) Berlin Wien Zürich.
- EISELER, B. (2005): Bildbestimmungsschlüssel für die Eintagsfliegenlarven der deutschen Mittelgebirge und des Tieflandes. *Lauterbornia* **53**: 1-112.
- HEIDENWAG, I., V. LÜDERITZ & U. LANGHEINRICH (2000): Typologie, Klassifizierung und Bewertung kleiner Fließgewässer in unterschiedlichen Landschaftseinheiten Sachsen-Anhalts. Abschlussbericht zum Forschungsprojekt, Hochschule Magdeburg-Stendal (unveröff.).
- HEITKAMP, U. (2003): Fließgewässer des Westharzes : Umweltbedingungen und Fauna. NVN/BSH Schriftenreihe Biotop (www.bsh.de), Beil. zu natur & kosmos (Dezember 2003).
- HOHMANN, M., & D. BÖHME (1999): Checkliste der Eintags- und Steinfliegen (Ephemeroptera, Plecoptera) von Sachsen-Anhalt. *Lauterbornia* **37**: 151-162.
- KAULE, G. (1991): Arten- und Biotopschutz. (Eugen Ulmer) Stuttgart.
- LAU – LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ SACHSEN-ANHALT (2004): Rote Listen Sachsen-Anhalt. Ber. Landesamtes Umweltschutz Sachs.-Anhalt, H. 39.
- LAU – LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ SACHSEN-ANHALT (1997): Arten- und Biotopschutzprogramm Sachsen-Anhalt – Landschaftsraum Harz. Ber. Landesamtes Umweltschutz Sachs.-Anhalt, Sonderh. 4/1997.
- LAWA – BUND/LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (2000): Gewässerstrukturgütekartierung in der Bundesrepublik Deutschland – Handbuch zum Übersichtsverfahren.
- LANGHEINRICH, U., D. BÖHME, U. WEGENER & V. LÜDERITZ (2002): Streams in the Harz National Parks (Germany) – a hydrochemical and hydrobiological evaluation. *Limnologica* **32**: 309-321.
- LANGHEINRICH, U., S. TISCHEW, R.M. GERSBERG & V. LÜDERITZ (2004): Canals and ditches in management of fens – opportunity or risk? A case study in the Drömling Natural Park. *Wetlands Ecol. Management* **12**: 429-445.
- LORENZ, A., D. HERING, C. FELD & P. ROLAUFFS (2004): A new method for assessing the impact of hydromorphological degradation on the macroinvertebrate fauna of five German stream types. *Hydrobiologia* **516**: 107-127
- LÜDERITZ, V., R. JÜPNER, S. MÜLLER & C.K. FELD (2004): Renaturalization of streams and rivers – the special importance of integrated ecological methods in measurement of success. An example from Saxony-Anhalt (Germany). *Limnologica* **34**: 249-263.
- LÜDERITZ, V., & U. LANGHEINRICH (2006): Measurement of success in stream and river restoration by means of biological methods. In: JÜPNER, R., & P. FOX (Eds.): Sustainable approaches in water management, urban planning and effective and renewable energy uses. *Magdeburger Wasserwirtschaft. H. 3*: 25-34.
- ROLAUFFS, P., I. STUBAUER, S. ZAHRAKOVÁ, K. BRABEC & G. MOOG (2004): Integration of the saprobic system into the European Water Framework Directive. *Hydrobiologia* **516**: 285-298.
- TONN, R. (2002): Ein Gebirge als Wasserspeicher. *Akad. Geowiss. Hannover, Veröff.* **20**: 110-119.
- WARINGER, J., & W. GRAF (1997): Atlas der österreichischen Köcherfliegenlarven. (Facultas-Universitätsverlag) Wien.

Anschrift des federführenden Autors:

Prof. Dr. Volker Lüderitz
 Hochschule Magdeburg-Stendal
 Institut für Wasserwirtschaft und Ökotechnologie
 Breitscheidstr. 2
 D-39114 Magdeburg
 Volker.Luederitz@HS-Magdeburg.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Abhandlungen und Berichte aus dem Museum Heineanum](#)

Jahr/Year: 2006

Band/Volume: [7_2006](#)

Autor(en)/Author(s): Lüderitz Volker, Langheinrich Uta, Kunz Christian, Wegener Uwe

Artikel/Article: [Die Ecker - Referenzgewässer für den grobmaterialreichen, silikatischen Mittelgebirgsbach The Ecker - A reference for the stream type: small coarse substrate dominated siliceous highland rivers 95-112](#)