

Carinthia II	183./103. Jahrgang	S. 683–694	Klagenfurt 1993
--------------	--------------------	------------	-----------------

Universität Graz, Institut für Zoologie
Kärntner Institut für Seenforschung

Qualitative und quantitative Untersuchung des Makrozoobenthos schwermetallkontaminierter Fließgewässer (Gailitz, Gail und Nötschbach; Kärnten 1990)

Von Michael HUBMANN

Mit 6 Abb. und 1 Tabelle

EINLEITUNG

Da Schwermetalle als Umweltgifte immer mehr an Bedeutung gewinnen, ist das Problem möglicher Schwermetallbelastungen in heimischen Gewässern von besonderem Interesse. Neben ökologischen Auswirkungen stehen vor allem die gesundheitlichen (Bioakkumulation von Schwermetallen über Benthosorganismen, Fische bis hin zum Menschen) im Vordergrund. Zur Untersuchung der Auswirkungen von Schwermetallen auf das Makrozoobenthos (= Sammelbegriff für die Gesamtheit der in der Bodenzone eines Gewässers lebenden wirbellosen Tiere von 0,1 bis 5 cm Größe) und in weiterer Folge auf die biologische Gewässergüte wurde eine Zustandserhebung der Kärntner Flüsse Gailitz, Gail und Nötschbach durchgeführt, deren Gewässergütesituation durch schwermetallhaltige Abwässer der BLEIBERGER BERGWERKSUNION (BBU-Arnoldstein und BBU-Bleiberg-Kreuth) charakterisiert ist.

Die **Gailitz** entspringt auf italienischem Staatsgebiet, wo sie bereits durch Bergbauabwässer aus Raibl sowie geologisch bedingt hohe Schwermetallkonzentrationen aufweist. Ab Arnoldstein zeigte sich infolge der Abwässer des BBU-Werkes ein weiterer Anstieg der Gehalte an Schwermetallen, wobei es sich vornehmlich um Blei-, Cadmium- und

Zinkbelastungen handelte. Im März 1990 ging eine Abwasserreinigungsanlage der BBU-Arnoldstein in Betrieb, durch welche Substanzen, die früher in die Gailitz gelangten, wiederverwertet werden.

Der **Nötschbach** wurde bereits zwei Kilometer nach seinem Ursprung durch die Flotationsanlage der BBU-Bleiberg-Kreuth bis zu seiner Mündung in die Gail mit mineralischen Schwebstoffen (70.000 t Flotationschlamm pro Jahr) stark belastet, welche hohe Schwermetallkonzentrationen aufwiesen. Ende des Jahres 1990 wurde eine Aufbereitungsanlage in Betrieb genommen, welche die Füllung der durch Abbau entstandenen Hohlräume mit diesem Flotationsschlamm vorsah.

Die **Gail** wies im Oberlauf bis Nötsch keine nennenswerten Schwermetallbelastungen auf, wurde jedoch im Unterlauf durch die Zubringer Nötschbach und Gailitz stark kontaminiert.

Die Beprobungen wurden kurz vor Inbetriebnahme der Abwasserreinigungsanlagen in Arnoldstein und Bleiberg-Kreuth durchgeführt, um den durch schwermetallhaltige Bergbauabwässer verursachten Verschmutzungszustand an diesen Gewässerabschnitten aufzuzeigen.

Die Untersuchung der Fließgewässer erfolgte nach zwei Parametern:

1. Chemische Wasseranalyse, welche zur Charakterisierung der Wasserqualität durchgeführt wird.
2. Biologische Untersuchung, in der Abundanzen (Organismenhäufigkeit, bezogen auf eine Flächeneinheit), Biomassen und Artenverteilungen des Makrozoobenthos dargestellt werden.

METHODIK

Die Wasseranalysen wurden in der Abteilung für Umweltschutz der Kärntner Landesregierung durchgeführt. Neben Untersuchungen auf Schwermetalle wurden andere güterelevante Parameter wie BSB₅, pH-Wert, TOC (organischer Gesamtkohlenstoff), Nitrat-, Sulfat- und Phosphatgehalt bestimmt.

Die Entnahme der Makrozoobenthosproben erfolgte mittels Surber Sampler und Eckman-Birge-Greifer, durch welche man genau definierte Volumen erhält, um Individuenzahlen und Biomassen pro Flächeneinheit (m²) ermitteln zu können.

ERGEBNISSE

Chemische Parameter

Gail: An der Gail wurden die Chemie-Probestellen vor Nötsch und im Mündungsbereich – nach Einmündung des Nötschbaches und der Gailitz – gewählt, um den Einfluß der Zubringer auf die chemische Güter der Gail aufzuzeigen.

Nitrat- und Phosphatgehalt nahmen in Richtung Mündung leicht zu, demzufolge stieg auch der biochemische Sauerstoffbedarf leicht an. Nach HAMM (1969) lagen die BSB₅-Werte (1,35–1,96 mg O₂/l) im Bereich der Güteklasse I–II; dies entspricht auch der biologischen Güte (siehe biologische Parameter). Das Selbstreinigungsvermögen (BSB-

Abbau/Stunde) stieg ebenfalls leicht an, parallel mit dem sich erhöhenden Nährstoffgehalt. Die Primärproduktion (0,01–0,013) war äußerst niedrig, was darauf hindeutet, daß Phosphor in für Pflanzen nicht verfügbarer Form vorlag. Im Mündungsbereich läßt sich die niedrige Primärproduktion mit der Überdeckung des Sediments durch Feinmaterial und der harten Verbauung erklären. Im Gesamten war die Nährstoffbelastung des unteren Gailabschnittes als vernachlässigbar gering einzustufen, wobei sich zur Mündung hin eine deutliche Erhöhung zeigte, bedingt durch die organischen Abwässer, welche die Gailitz mitführte.

Der ökologische Status lag unter 1, was auf abgezehrtes Wasser hindeutete, wie es typisch ist für einen nährstoffarmen Alpenfluß. Die Erhöhung zur Mündung deutete aber auf organische Belastung hin. Vor Einmündung des Nötschbaches lagen sämtliche Schwermetallwerte unterhalb der Meßgrenze. Nach Einmündung der Gailitz war die Gail hinsichtlich Schwermetallbelastung als mäßig bis stark belastet einzustufen (nach HOFMANN und WACHS, 1986). Die Bleikonzentration lag im Jahresdurchschnitt bei 6,3 Mikrogramm/l, die für Cadmium bei 0,3.

Nötschbach: Die chemische Belastung des Nötschbaches war vor allem durch extrem hohe Schwebstoffgehalte (Werte bis 2300 mg/l) und Schwermetallgehalte (Bleikonzentrationen bis 95 Mikrogramm/l) charakterisiert. Bezüglich Blei- und Zinkkonzentrationen wurden die Immissionsrichtlinien des BM für Land- und Forstwirtschaft überschritten (die Grenze liegt für Blei bei 50, für Zink bei 100 Mikrogramm/l). Durch die schwebstofffrachtbedingt gehemmte Selbstreinigung wies der Nötschbach auch erhöhte organische Belastung auf.

Gailitz: Die chemische Güte (berechnet nach einem von POLZER 1990 erstellten Rechenprogramm, in dem chemisch-physikalische Parameter einzeln in Abhängigkeit von ihrer Konzentration einem Gewässergüteindex zugeordnet werden, und nach einer Gewichtung der Indices der güterelevanten Parameter die chemische Gewässergüte berechnet) betrug vor BBU 2,03, nach BBU 2,11 und stimmte somit weitgehend mit der biologischen Güte überein (siehe biologische Parameter).

Von der oberen (vor BBU) zur unteren Probestelle (nach BBU) ergaben sich vielfache Veränderungen: Zunahme des BSB₅, Erhöhung der Selbstreinigung und Primärproduktion, erhöhte Gehalte an Ammonium, Nitrat, Orthophosphat und gelöstem Phosphor. Die Erhöhung der Nährstoffe war auf diffuse Abwässer aus dem Raum Arnoldstein zurückzuführen, der über keine Kläranlage verfügt. Parallel mit der organischen Belastung nahmen das Selbstreinigungsvermögen und die nährstoffabhängige Primärproduktion zu. Im Vergleich zu den Vorjahren zeigte sich an der Gailitz eine Besserung bezüglich chemischer Verschmutzungsparameter.

Der ökologische Gewässerstatus wies auf abgezehrtes Wasser hin, wie es typisch ist für Gebirgsbäche des „Kärntner Fließgewässertyps“.

Hinsichtlich Schwermetallbelastung wies die Gailitz 1990 gegenüber den Vorjahren entlang der gesamten Fließstrecke höhere Zinkkonzentrationen auf – diese dürfte auf die Bergbaubetriebe in Raibl (Italien) zurückzu-

führen sein. Blei- und Cadmiumgehalte zeigten unterhalb der BBU weiterhin Tendenz zur Verringerung, bedingt durch die Inbetriebnahme der Abwasserreinigungsanlage des Werkes Arnoldstein. Laut HOFMANN und WACHS (1986) war die Gailitz aufgrund der Konzentrationen von Blei und Cadmium oberhalb der BBU als mäßig belastet, unterhalb als stark belastet zu klassifizieren.

Biologische Parameter

Gail: Die Gail wies vor Einmündung des Nötschbaches einen biologischen Güteindex von 1,14 im April und 1,67 im Juni auf. Das entspricht einer Güteklasse von I bis I-II. Die Fauna des Bachbettes ist hier durch hohe Artendiversität und Taxazahl charakterisiert: Im April wurden 65 Arten nachgewiesen, im Juni reduziert sich die Zahl emergenzbedingt auf 21 Taxa. Es traten oligosaprobe und beta-mesosaprobe Organismen auf, während typische Schmutzwasserformen fehlten. Dominierende Formen waren die Chironomidentaxa *Orthocladini* COP. und *Polypedilum laetum*. Biomasse und Abundanzen entsprachen diesem als hyporhithral einzustufenden Gebirgsflußabschnitt. Die Biomassen lagen zwischen rund 14 und 22 g/m².

Nach Einmündung des Nötschbaches kam es zu einer deutlichen Verarmung des Faunenbildes, während die biologische Güte gleichblieb (Güteklasse I). Artenanzahl, Abundanzen und Biomassen sanken jedoch drastisch, was auf die Überdeckung des Sediments mit Feinmaterial aus dem Nötschbach zurückzuführen war. Die biologische Verödung bezüglich Artenvielfalt betrug rund 35%, die Biomasse reduzierte sich auf durchschnittlich 15% gegenüber der Referenzstelle.

Im Mündungsbereich der Gail – nach Einmündung der Gailitz – konnten aufgrund der harten Verbauung nur qualitative Beprobungen durchgeführt werden: es wurden durchschnittlich 12 Arten gefunden, was gegenüber der obersten Probestelle (Gail/Nötsch) einer biologischen Verödung von 65% entsprach. Die Individuendichte war aufgrund der naturfremden, harten Verbauung als niedrig zu erwarten.

Nötschbach: Der Nötschbach wies eine Güteklasse von I–II auf (Saprobienindex: 1,55). Die Beprobung ergab ein extrem dünnes, verarmtes Faunenbild (200 Ind./m²; 6 Taxa), wobei es sich um angedriftete Benthos-tiere aus dem Quellbereich (vor Einleitung der Abwässer der BBU-Bleiberg-Kreuth) gehandelt haben könnte. Der Nötschbach war wegen seiner chemisch-physikalischen Parameter als vernichtet einzustufen.

Gailitz: Die biologische Untersuchung des Makrozoobenthos der Gailitz ergab an beiden Probestellen (vor und nach BBU) Saprobienindices zwischen 1,97 und 1,99. Dies entspricht im gesamten Flußverlauf einer biologischen Güte von II. Hinsichtlich Artenzusammensetzung, Individuendichte und Biomasse zeigten sich zwischen oberer und unterer Probestelle Unterschiede: Die Gruppe der Plecopteren, die gegenüber Verschmutzungen am empfindlichsten reagieren, fehlte unterhalb der BBU völlig. Das Faunenspektrum setzte sich durchwegs aus rhithralen Elementen zusammen, wobei die Gruppe der Chironomidae mit rund 91%

der Gesamtabundanz als überrepräsentiert zu bewerten war. Die gegenüber Schadstoffen empfindlichsten Großgruppen (Ephemeropteren und Plecopteren) waren in der Gailitz besonders schwach vertreten beziehungsweise fehlten völlig. Die verschmutzungstolerante Form *Orthocladini* COP., welche 30 bis 50% der Individuenhäufigkeit ausmachte, prägte das Faunenbild der Gailitz. Nach BRAUKMANN (1987), der unbelasteten Gebirgsbächen eine biologische Güte von 0,5 bis 0,9 zuordnet, wies die Gailitz eine Belastung von ca. 50 bis 65% auf.

DISKUSSION

Bei der Untersuchung von Auswirkungen hoher Schwermetallgehalte auf das Makrozoobenthos in Fließgewässern interessierte vor allem die mögliche Veränderung der Biozöosen hinsichtlich Biomasse sowie Arten- bzw. Großgruppenverteilung.

Schwermetallbedingte Veränderung der Biomasse: In bezug auf Biomassewerte, welche die Produktivität eines Gewässers widerspiegeln, war ein deutlicher Rückgang an schwermetallkontaminierten Fließstrecken feststellbar: Im Durchschnitt zeigte sich eine Reduktion der Biomasse um rund 50%.

April	Juni	
21,9	14,2 g/m ²	Gail vor Nötschbach (unbelastet)
14,5	4,3 g/m ²	Gailitz vor BBU (mäßig belastet)
8,0	8,1 g/m ²	Gailitz nach BBU (stark belastet)

Von Interesse war auch die Tatsache, daß die Biomasse (g/m²) der Chironomidae von der unbelasteten Probestelle zur belasteten von durchschnittlich 0,5 g/m² auf 8,2 g/m² anstieg, während die Biomasse sämtlicher anderer Großgruppen drastisch abnahm. Eine mögliche Erklärung dafür wäre, daß die gegen Verschmutzung resistensteste Großgruppe der Zuckmückenlarven (LOUB, 1975) einer geringeren „Konkurrenz“ (geringere Anzahl an Räubern, größeres Nahrungsangebot) ausgesetzt sind, da andere Großgruppen (vor allem Ephemeroptera, Trichoptera und Plecoptera) durch die Belastung mit Schwermetallen stark zurückgingen und sich verschmutzungstolerante Chironomidenarten (wie *Orthocladini* COP., *Orthocladius thienemanni* Gr. oder *Paratrichocladius* sp.) verstärkt ausbreiten konnten.

Weitaus eklatanter zeigte sich die Auswirkung von Schwermetallen, kombiniert mit erhöhter Schwebstofffracht, auf die Biomasse von Fließgewässerbiozöosen, wie sie an der Gail nach der Nötschbacheinmündung gegeben war. Die Biomasse reduzierte sich hier gegenüber der Referenzstelle (Gail vor Nötsch) um 80 bis 98%.

Schwermetallbedingte Veränderungen der Arten- bzw. Großgruppenzusammensetzung:

Neben dem Einfluß auf die Biomasse war vor allem die mögliche Auswirkung von erhöhten Schwermetallkonzentrationen auf den prozentuellen

Anteil der Großgruppen und Taxa an der Gesamtabundanz einer Biozönose von Interesse.

Großgruppen

Vergleicht man unbelastete Stellen mit belasteten, so zeigt sich eine deutliche Veränderung im Faunenbild bezüglich der prozentuellen Zusammensetzung der taxonomischen Großgruppen:

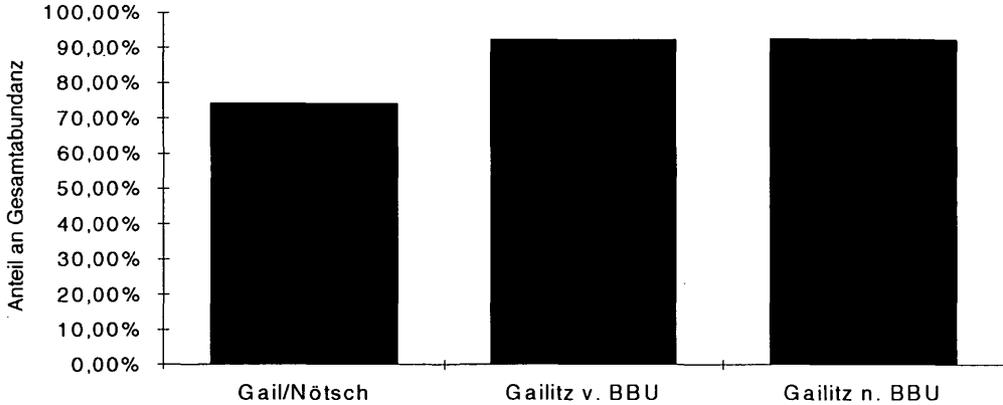


Abb. 1: Chironomidae

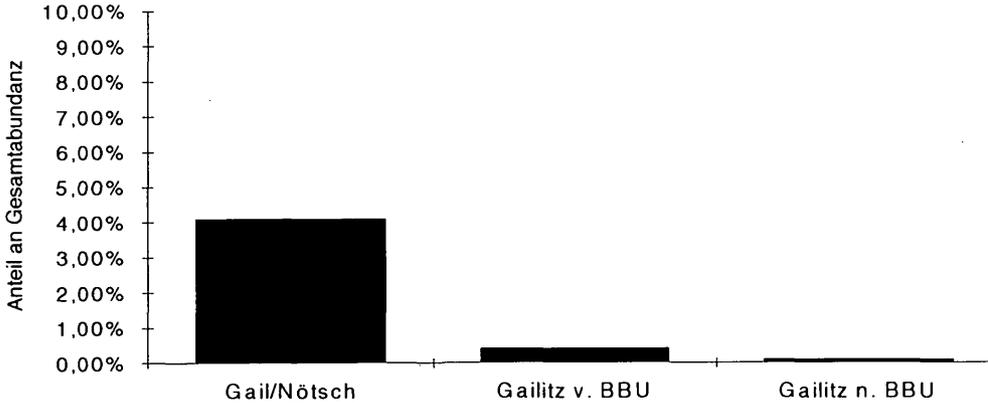


Abb. 2: Ephemeroptera

Mit steigendem Schwermetallgehalt kam es zu einer deutlichen Reduktion des Ephemeropterenbestandes (85 bis 97%) sowie des Plecopterenbestandes (95 bis 100%), obwohl an der belasteten Fließstrecke bessere ökologische Gegebenheiten für diese Großgruppe vorherrschten (höhere Strömungsgeschwindigkeit, grobkörnigerer Sedimentcharakter).

Ein Vergleich mit anderen Kärntner Fließgewässern mit ähnlichen chemisch-physikalischen Parametern, jedoch ohne nennenswerte Schwerme-

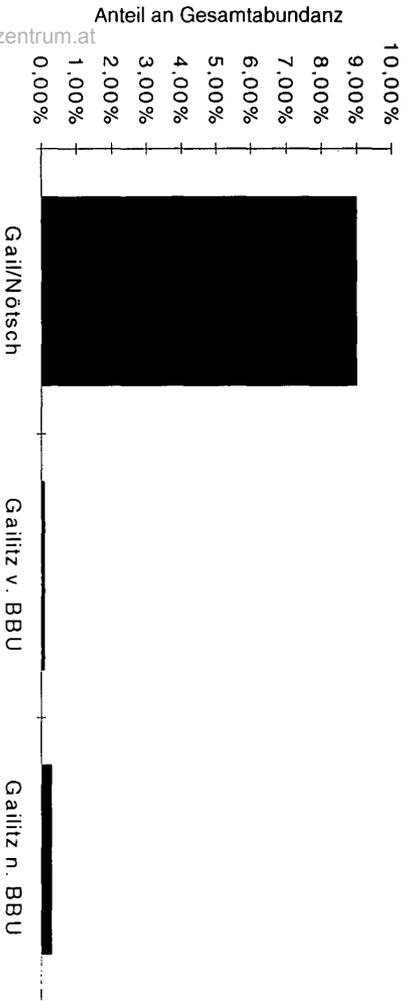


Abb. 3: Trichoptera

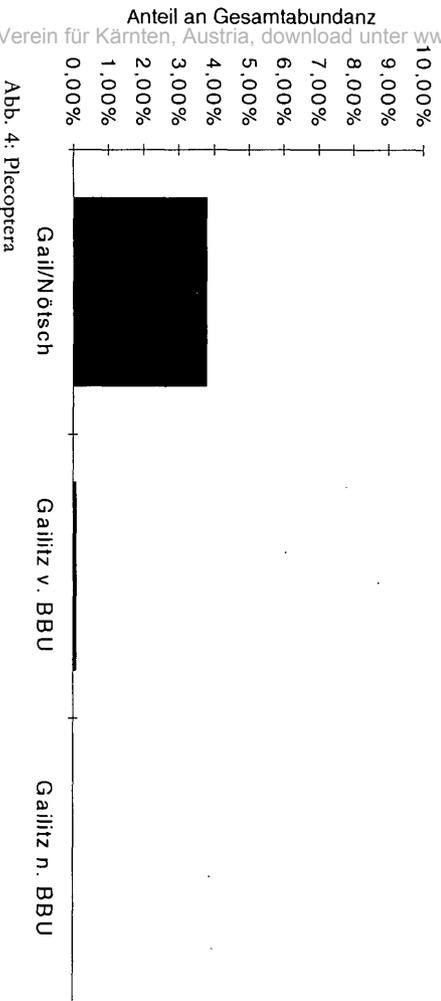


Abb. 4: Plecoptera

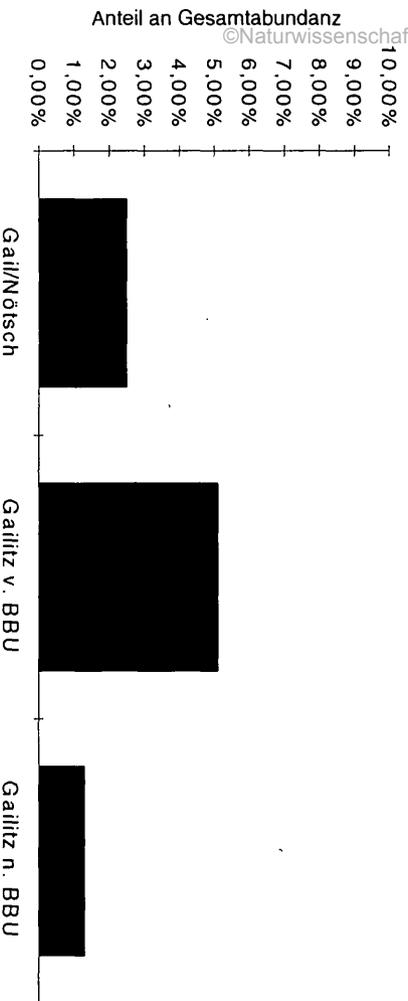


Abb. 5: Oligochaeta

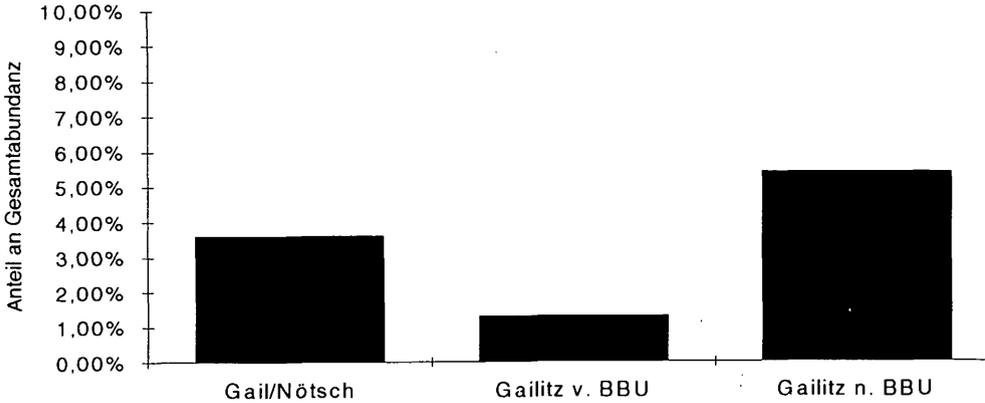


Abb. 6: Diptera

tallbelastungen (St. Martiner Bach, Rosenbach und Mühlbach – REICHMANN, 1990) verdeutlicht die starke Unterpräsenz der beiden Großgruppen Ephemeropteren und Plecopteren in schwermetallbelasteten Gewässern:

Gewässer	% Ephemeropteren	% Plecopteren
St. Martiner Bach	10,7	17,5
Rosenbach	30,4	13,1
Mühlbach	23,0	18,7
Gailitz vor BBU	1,0	0,2
Gailitz nach BBU	0,2	0

LOUB (1975) beschreibt den Einfluß von Schwermetallen auf Fließwasserbiozönosen in einem starken Rückgang bzw. Verschwinden der Steinfliegen- und Ephemeropterenfauna, welche gegen Verschmutzungen die empfindlichsten Großgruppen darstellen.

Einwirkungen von Schwermetallen in Form von Bestandsrückgang der Oligochaeta konnten in den Untersuchungen an Gailitz, Gail und Nötschbach nicht festgestellt werden, wobei zu erwähnen ist, daß diese Großgruppe nicht näher determiniert wurde.

Einer Reduktion des Ephemeropteren- und Plecopterenbestandes entgegengesetzte Tendenz zeigte der Einfluß von Schwermetallen auf den prozentuellen Anteil der Chironomidae an der Gesamtabundanz (ähnlich dem Anteil an der Biomasse): Gegenüber unbelasteten Fließstrecken (Gail vor Nötsch) erhöhte sich der Prozentanteil der Zuckmückenlarven um durchschnittlich 25%. Etwa in der gleichen Größenordnung erhöhte sich auch die Individuendichte (Ind./m²).

Dies deckt sich weitgehend mit den Untersuchungen von HATAKEYAMA et al. (1991), die in schwermetallkontaminierten Fließgewässern einen Anstieg der Chironomidenabundanz ähnlicher Größe feststellten. BRAUK-

MANN (1987) gibt für Bergbäche mit meso- bis makrolithalem Sedimentcharakter und Fließgeschwindigkeiten von 1 m/s bis 2 m/s einen Chironomidenanteil von 20 bis 40% an (Gailitz vor BBU: 87%; Gailitz nach BBU: 98%).

Ein Einfluß von Schwermetallbelastung auf die Gesamtindividuenzahl/m² war an der Gailitz nicht beobachtbar. Anders verhielt es sich an der Gail nach Nötschbacheinmündung, wo es zu einer drastischen Reduktion der Individuendichte kam. Die Belastung durch Schwebstoffe, kombiniert mit Schwermetallfrachten, bewirkt quantitative Veränderungen der Biozöosen, während reine Schwermetallbelastung vorwiegend qualitative Veränderungen (prozentuelle Zusammensetzung der Biozöosen) zur Folge hat.

ARTEN

Generell bewirkten erhöhte Schwermetallgehalte eine signifikante Abnahme der Taxazahl (Reduktion von 40 bis 60%). Arten, welche als saprobiell intolerant gelten, reduzierten sich in ihrem Bestand (z. B. die meisten Ephemeropteren- und Plecopterenarten) beziehungsweise verschwanden völlig, während tolerante Formen im Bestand zunahmten sowie andere resistente Formen neu auftraten (z. B. viele Chironomidenarten, wie *Prodiamesa olivacea*).

Unter den Chironomiden erwies sich das Aggregat *Orthocladinii* COP. als die gegen Schwermetallbelastung toleranteste Form (Zunahme von ca. 15 auf 50%), gefolgt von *Paratrichocladius* sp. und *Orthocladius gr. thienemanni*. Dieses Ergebnis deckt sich mit den Ergebnissen von HATAKEYAMA et al. (1991), die in schwermetallkontaminierten Flüssen einen deutlichen Anstieg von *Orthocladius* ssp. und *Paratrichocladius* sp. (zusammen ca. 70% der Gesamtabundanz) feststellten. Keinen wesentlichen Einfluß zeigten Schwermetallbelastungen, wie sie an der Gailitz gegeben sind, auf die Arten der Genera *Tvetenia* und *Rheocricotopus*, während andere Chironomidentaxa mit steigender Belastung abnahmen: *Thienemannimyia*-Gruppe und *Synorthocladius semivirens*.

Generell sank die Anzahl der Chironomidentaxa auf ca. die Hälfte.

Deutlich zeigte sich auch der Einfluß von Schwermetallen auf den Bestand an Ephemeropteren. Von den im unbelasteten Abschnitt auftretenden Eintagsfliegen verbleibt lediglich *Baetis rhodani* als bestandsbildende Form über. NORRIS et al. (1982) beobachteten, daß unter Eintagsfliegen fast ausschließlich *Baetis rhodani* schwermetallkontaminierte Gewässer bewohnt. SUZUKI (1988) fand, daß *Baetis rhodani* ab einer Kupferkonzentration von ca. 10 µg/l ein metallbindendes Protein synthetisiert.

Die taxonomische Gruppe der Plecopteren setzte sich im Untersuchungsgebiet in unbelasteten Stellen aus *Leuctra* sp. und *Amphinemoura* sp., in belasteten Stellen aus *Leuctra* sp. und *Protonemoura intricata* zusammen. An der Probestelle mit der höchsten Schwermetallbelastung (Gailitz nach BBU) fehlten Plecopteren zur Gänze. Diese 100%ige Verödung

Tab. 1: Individuendichte (Ind./m²) der häufigsten Taxa in unbelasteten und belasteten Gewässern.

Art/Großgruppe	A	B	C
Chironomidae	14.364	12.852	9.125
<i>Diamesa</i> gr. zer-thien	2.398	3.117	23
<i>Eukiefferiella</i> sp.	52	212	113
<i>Mikropsectra</i>	12	6	35
Orthocladini Cop.	7.435	5.768	1.714
<i>Orthocladius rivulorum</i>	12	104	66
<i>Orthocladius thien</i> gr.	1.513	685	331
<i>Parorthocladius</i> sp.	–	–	72
<i>Paratrithocladius</i> sp.	1.202	806	164
<i>Polypedilum laetum</i>	–	–	2.872
<i>Polypedilum bicrenatum</i>	–	–	141
<i>Polypedilum scalaenum</i>	–	–	293
<i>Rheocricotopus</i> sp.	266	196	254
<i>Rheosmittia</i> sp.	–	–	156
<i>Synorthoclad. semivirens</i>	12	173	337
<i>Thienemanniella</i> sp.	23	–	221
<i>Thienemannimyia</i> -Gruppe	185	179	722
<i>Tvetenia</i> sp.	403	432	483
Ephemeroptera	12	46	613
<i>Baetis rhodani</i>	12	40	213
<i>Paraleptophlebia</i> sp.	–	6	–
<i>Pedynurus</i> sp.	–	–	12
<i>Rhithrogena</i> gr. <i>hybrida</i>	–	–	210
<i>Rhithrogena loyolae</i>	–	–	9
Plecoptera	–	18	345
<i>Leuctra</i> sp.	–	12	167
<i>Amphinemoura sulicollis</i>	–	–	110
<i>Protonemoura</i> sp.	–	6	–
Trichoptera	31	12	1.033
<i>Drusus annulatus</i>	–	–	153
<i>Oligopteryx maculatum</i>	–	–	475
<i>Potamophylax</i>	–	–	12
<i>Rhyacophila</i> sp.	19	6	124
<i>Hydropsyche</i> sp.	12	6	–
Oligochaeta	144	715	360

A = Pb, Cd: stark belastet; Zn: übermäßig belastet (Gailitz nach BBU).

B = Pb, Cd: mäßig belastet; Zn: übermäßig belastet (Gailitz vor BBU).

C = Pb, Cd: unbelastet; Zn: unbelastet (Gail vor Nötsch).

bezüglich dieser bestandsbildenden Gruppe dürfte mit dem Anstieg der Schwermetallgehalte (Pb von durchschnittlich 4,0 auf 7,3 µg/l und Cd von durchschnittlich 0,3 auf 0,9 µg/l) zusammenhängen. Zwischen diesen Konzentrationen könnte die Toleranzgrenze der Plecopteren gegenüber Schwermetallbelastung (Blei und Cadmium) liegen. HATAKEYAMA (1991) stellte bezüglich Kupferbelastungen ein völliges Verschwinden der Plecopteren einer Biozönose ab etwa 40 bis 70 µg/l fest.

Der Trichopterenbestand in unbelasteten und belasteten Flußstrecken überschneidet sich mit den Taxa *Oligopteryx maculatum* und *Rhyacophila*. *Rhyacophila* gilt als eher saprobiell tolerante Form. Eine drastische

Abnahme zeigte sich bei den Taxa der Unterfamilie Limnephilidae (Trichoptera), die durch Schwermetallbelastung zu 100% verschwanden.

Zur Dokumentation der Auswirkungen von Schwermetallen auf das Makrozoobenthos erweist sich auch ein Vergleich der Diversitätsindices (SHANNON-WEAVER-Index) als sinnvoll, um die Veränderungen der Dominanzverhältnisse statistisch zu erfassen:

	Probestellen	Diversitätsindex
unbelastet	Gail/Nötsch	2,95–3,12
	St. Martiner Bach	2,5–2,7
	Mühlbach	2,54–2,93
	Rosenbach	2,3–2,8
belastet	Gailitz vor BBU	1,6–1,9
	Gailitz nach BBU	1,7–1,8

Bei der Betrachtung der Ergebnisse fällt ein deutlicher Abfall des Diversitätsindex auf und damit verbunden eine Verlagerung der Dominanzverhältnisse von artenreicher zu artenarmer Biozönose (mit Dominanz weniger – saprobiell toleranter – Arten).

Zusammenfassend kann der Einfluß von erhöhten Schwermetallfrachten auf das Makrozoobenthos in Fließgewässern folgendermaßen charakterisiert werden:

- Reduktion der Biomasse (bis ca. 50%)
- Abnahme der Taxazahl (40–60%)
- Zunahme des Chironomiden-Anteils an der Gesamtabundanz (etwa 25%)
- geringe Veränderung im Oligochaeten- und Dipterenbestand
- geringfügige Veränderung der Gesamtindividuedichte
- starke Individuenabnahme bei zusätzlich hohem Schwebstoffgehalt

L I T E R A T U R

- BRAUKMANN, U. (1987): Zoozöologische und saprobielle Beiträge zu einer allgemeinen regionalen Bachtypologie. – Arch. Hydrobiologie Beitr. Ergebn. Limnol. 26:355 pp.
- HAMM, A. (1969): Die Ermittlung der Gewässergüteklassen bei Fließgewässern nach dem Gewässergütesystem und Gewässergütemogramm. – Münchner Beitr., Abwasser-, Fisch- und Flußbiol. 15:46–49.
- HATAKEYAMA, S., et al. (1991): Macroinvertebrate communities in heavy metal-polluted rivers. – Int. Ver. für theoret. u. angewandte Limnol. 24/4:2220–2228.
- HOFMANN, H. J., et WACHS (1986): Untersuchungen der AOX-Gehalte von Bayrischen Flüssen. – Münchner Beitr. 40:445–459.
- LOUB, W. (1975): Umweltverschmutzung und Umweltschutz in naturwissenschaftlicher Sicht. – 323 pp., Verlag Franz Deuticke, Wien.
- NORRIS, R. H., et al. (1982): Ecological effects of mine effluents on the south Esk river. Benthic invertebrates. – Aust. J. Mar. Fresh. Res. 33:789–809.
- POLZER, E. (1990): Erfassung und Beurteilung der biologischen Gewässergütebeschaffenheit in Fließgewässern und Flußstauen. – Forschungsprojekt i. A. d. BM f. Land- u. Forstwirtschaft, ÖWWK.

- REICHMANN, G. (1990): Bestandsaufnahme und Zustandbestimmung dreier Bäche im Gebiet der Trasse der Karawankenautobahn nach ökomorphol., chem. und biol. Parametern. – Diplomarbeit Universität Graz: 177 pp.
- SUZUKI, K. T., et al. (1988): Binding of cadmium nad copper in the mayfly *Baetis rhodani* larvae that inhabit a river polluted with heavy metals. – *Comp. Biochem. Physiol.* 91:487–492.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Carinthia II](#)

Jahr/Year: 1993

Band/Volume: [183_103](#)

Autor(en)/Author(s): Hubmann Michael

Artikel/Article: [Qualitative und quantitative Untersuchung des Makrozoobenthos schwermetallkontaminierter Fließgewässer \(Gailitz, Gail und Nötschbach; Kärnten 1990\) 683-694](#)