© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Die Verarmung von Fließgewässerbiocoenosen durch Flotationsabgänge

Kurt Slanina

Übersicht

Einleitung

In der Literatur wurden bis jetzt nach unserem Wissen eingehendere Untersuchungen über die Verarmung von Fließgewässerbiocoenosen als Folge der Einbringung von Flotationsabgängen nicht beschrieben. Daher wird hier über Erfahrungen berichtet, die bei der Begutachtung sowohl kleiner und großer, als auch verschieden stark mit Abwässern von bergbaulichen Flotationsbetrieben belasteter Vorfluter gewonnen wurden. Die vorliegenden Ergebnisse dürften allgemein Geltung haben und erscheinen in Analogiefällen bei Gewässerverunreinigungen durch unzersetzbare Feststoffe, aber auch mit gewissen Einschränkungen bei Verödungen infolge Gifteinwirkung verwertbar.

Bei der Aufgabe, die Auswirkungen der Einbringung größerer Mengen von nicht zersetzlichen, ungiftigen, sedimentierenden Feststoffen in einem fließenden Vorfluter möglichst genau und umfassend zu beurteilen, ist der Abwasserbiologe veranlaßt, sich vor allem quantitativer Untersuchungsmethoden zu bedienen. Im allgemeinen haben diese bis jetzt (abgesehen von den üblichen Häufigkeitsschätzungen) nur sporadisch Eingang in die praktische Untersuchungstätigkeit gefunden, da sie einen größeren Zeit- und Arbeitsaufwand erforderlich machen und in vielen Fällen der Praxis mit Recht auf sie verzichtet werden kann. Dies vor allem dann, wenn im Vorfluter unterhalb einer Abwasserleitung mit organischen fäulnisfähigen Stoffen mehr die Änderungen in der artenmäßigen Zusammensetzung der Biocoenosen von Bedeutung für die Beurteilung des Ausmaßes der Verunreinigung sind (Saprobiensystem). Anders ist es jedoch, wenn infolge der Abwassereinleitung in erster Linie quantitative Änderungen der Biocoenosen eintreten und diese festgestellt und in möglichst objektiver Weise zahlenmäßig ausgedrückt werden sollen.

Die Grundlage für vorliegende Arbeit bilden die Untersuchungen von vier Bächen und zwei Flüssen. Es handelt sich bei den Bächen um die direk-

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

ten Vorfluter von Flotationsbetrieben. Von den beiden Flüssen war der eine stark und der andere mäßig beeinträchtigt. Die untersuchten Fließgewässer sind Alpenbäche, bzw. -flüsse und haben durchwegs gutes Gefälle. Bei einer maximalen Strömungsgeschwindigkeit von 1—3 m/s besteht der Gewässerboden aus grobem Geröll und Schotter. Höhere Wasserpflanzen traten nicht auf.

I. Die Flotationsabgänge

Erze (z. B. Blei, Kupfer, Zink) und Mineralien (z. B. Magnesit) gewinnt man heute vielfach im sogenannten Flotationsverfahren. Dabei wird das fündige Gestein („Hauwerk") feinst zermahlen, mit Wasser aufgeschwemmt und durch Zusatz von Flotationsmitteln das Endprodukt vom übrigbleibenden Gesteinsschlamm („Berge") getrennt. Letzterer wird in der sogenannten „Flotationstrübe" in den Vorfluter abgeleitet.

Um eine Vorstellung zu geben, welche Mengen von Gesteinsschlamm dieser Art weggeschafft werden müssen, sei nur erwähnt, daß in manchen Flotationslagen täglich 400—500 t oder 160—200 m^3 Berge anfallen. Die Reinigung der Flotationsabwässer stellt demnach die Betriebe und Bewilligungsbehörden vor große Probleme, vor allem deshalb, weil es schon aus Platzmangel schwierig ist, die anfallenden Schlammassen mit tragbaren Kosten unterzubringen. Da sich die österreichischen Bergbaue meist in kleinen, hochgelegenen Tälern befinden, steht in der Regel nur eine kleine Vorflut zur Verfügung, in welcher in jeder Beziehung ein Totalschaden zu verzeichnen ist, wenn die Abwässer ungereinigt abgeleitet werden. Erst bei entsprechender Verdünnung im nächsten größeren Fluß tritt dann eine mehr oder weniger bedeutende Verbesserung der Vorflutverhältnisse ein. Die Reinigung der Flotationsabwässer kann in Auflandeteichen oder Becken mit laufender Schlammräumung, eventuell nach Zusatz von Chemikalien, durchgeführt werden.

Als Flotationsmittel finden verschiedene Öle, Xanthate, Kalke, Na-Cyanid u. a. Chemikalien Verwendung. Einzelne Stoffe wurden auf ihre Giftigkeit biologisch geprüft:

Mit *Phoxinus laevis* (Elritzen) angesetzte Testversuche ergaben, daß nach siebentägiger Versuchsdauer keine sichtbare Schädigung der Versuchstiere eintrat, wenn die Konzentration der einzelnen Stoffe unter folgenden Werten lag: Flotanol 200 mg/l, Fuselöl 100 mg/l, Kalium-Amylxanthogenat 25 mg/l, Kalium-Äthylxanthogenat 6 mg/l, Natriumsulfid (techn.) 6 mg/l und Tragol 5 mg/l.

Mit technischem Natriumcyanid (wie es beim Flotationsprozeß verwendet wird) durchgeführte Versuche zeitigten folgende Ergebnisse:

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Versuchstier	Dauer der Beobachtung Tage	nicht sichtb. geschädigt gamma/l	abgestorben bei gamma/l
Trutta iridea	3	250	300
Phoxinus laevis	7	600	800
Carinogammarus Roeselii	7	3000	5000
Heptagenia sp.	7	1000	3000

Tabelle 1

Die Flotationszusätze wurden ferner in zwei verschiedenen für die Flotation gebräuchlichen Ansätzen gelöst und damit, ebenfalls mit Elritzen, toxikologische Versuche angestellt, die ergaben, daß schon bei 10-, bzw. 20-facher Verdünnung der Lösungen keine sichtbaren Beeinträchtigungen der Fische auftraten. Bei der in der Praxis verwendeten Konzentration des Flotanols, Fuselöles und Natriumsulfides wirken diese Stoffe auch in der ursprünglichen Flotationsflüssigkeit nicht mehr schädlich. Amylxanthat, Tragol und Natriumcyanid werden durch eine dreifache Verdünnung des Flotationsmediums unschädlich und nur das bei einer Pyritflotation verwendete Amylxanthogenat bedürfte dazu einer mehr als fünffachen Verdünnung.

Zu berücksichtigen ist, daß die Flotationsflüssigkeiten nicht in dem bei den Versuchen verwendeten Zustand in die Vorflut abgeleitet werden, da sich die Flotationsmittel während des Flotationsprozesses zum überwiegenden Teil an das Erz anlagern.

Die Körnung der Flotationsabgänge wechselt von Betrieb zu Betrieb, ebenso wie die Art und das Mischungsverhältnis der Chemikalien, die Abwassermenge, Konzentration der Feststoffe usw. Die Gesteinsteilchen sind meist $< 0{,}3$ mm, wobei in einem Fall 43%, in einem anderen Fall 71 Gewichts-% der Teilchen unter 0,075 mm lagen. Der Erzanteil ist in den feinsten Klassierungen etwas höher als im Durchschnitt der Flotationsabgänge. Die Flotationstrübe wird mit Feststoffen bis zu 500 g/l (!) belastet. Organische fäulnisfähige Stoffe oder Salze enthalten die Flotationsabwässer nicht in nennenswerten Mengen.

II. Allgemeine Merkmale eines mit Flotationsabgängen belasteten Fließgewässers

Dem Beobachter fällt zunächst die Trübung des Gewässers auf. Diese hält sich auch bei guter Verdünnung der Abwässer sehr lange, da

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

ein Teil der äußerst fein gekörnten Gesteinschlämme auch noch bei relativ schwachen, wirbeligen Strömungen in Schwebe bleibt. Im allgemeinen trifft man vom praktisch undurchsichtigen Bach mit einer Sichttiefe, die kleiner als 0,01 m ist (gemessen mit der Secci-Scheibe), bis zum kaum merkbar getrübten Fluß alle Übergänge an.

Die Farbe des Gewässers wird je nach Färbung des zermahlenen Gesteines mehr oder weniger stark hell- bis dunkelgrau getönt, wobei bei stärkerer Trübung die Eigenfarbe des Gewässers gänzlich überdeckt wird. Gewässer mit hohem Mineralstoffgehalt erscheinen intensiv weißlichgrau bis dunkelgrau gefärbt.

Die Trübung und Farbveränderung führt zu einer Änderung des Licht- und Strahlungsklimas des Gewässers, die nicht ohne Einfluß auf die Primärproduktion bleibt. Das Ausmaß der Beeinträchtigung hängt natürlich wieder vom Grad der Verunreinigung ab.

Selbstverständlich kommt es auch zur Ausbildung von Abwasserfahnen. In einem Fall wurde nach 1,5 km, in einem anderen Fluß erst nach einer 2 km langen Fließstrecke eine völlige Einmischung der Mineralschlämme über die ganze Flußbreite hin beobachtet. Trübungsmessungen gestatten sehr gut und rasch die Durchmischungsverhältnisse (oder Einschichtungsverhältnisse bei Seen) an Ort und Stelle festzustellen.

Am Rande des Gewässers und auch auf der Gewässersohle erkennt man mehr oder weniger hohe und ausgedehnte Ablagerungen von Flotationsabgängen. In welchem Ausmaß sich solche ausbilden können, hängt natürlich von der Formation des Ufers und Bodens sowie der Strömungsgeschwindigkeit ab. Man kann damit rechnen, daß bei Strömungsgeschwindigkeiten von über 0,1—0,2 m/sec das sedimentierte Feinschlammmaterial nicht mehr ruhig liegen bleibt, sondern am Gewässerboden weitertransportiert wird.

In dem undurchsichtig trüben Wasser eines sehr stark belasteten Vorfluters, in den mächtigen Gesteinsschlammablagerungen, auf der ständig mit den vom Wasser mitgeführten Mineralteilchen überschütteten Gewässersohle können selbstverständlich keine Organismen (weder Pflanzen noch Tiere) leben. Die Verödung wird vor allem durch die mechanische Wirkung der Gesteinsschlämme verursacht, die ein ständiges Überdecken von Neubesiedlern bewirken, ferner durch den Mangel an festem Substrat (da die sedimentierten Schlämme bei wechselnden Wasserführungen verfrachtet werden), zu geringer Korngröße des Substrates und Mangel an Porenvolumen sowie Lichtentzug und Nahrungsmangel. In weniger stark belasteten Gewässern ist eine Beeinträchtigung der Biocoenosen natürlich entsprechend geringer und ihre Verarmung wird je nach der Belastung mehr oder weniger stark ausgeprägt sein.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Die Wirkung der Gesteinsschlämme besteht also in einer Verkleinerung des Lebensraumes und einer Einschränkung der Lebensmöglichkeiten. Dem gegenüber steht die verschiedene Widerstandsfähigkeit der Organismenarten. Ob, wie behauptet wird, lediglich eine Verminderung der Organismenzahl ohne Änderung der Zusammensetzung der Biocoenosen unterhalb von Flotationsschlammeinleitungen eintritt, ist nach dieser Überlegung allerdings fraglich, da manche Organismenarten in extremen Verhältnissen durch morphologisch oder physiologisch begründete Eigenschaften besser fortkommen als andere Arten; jene werden sich daher ungehemmt durch andere Konkurrenten besser entwickeln können als im ungestörten Fluß.

Mit einer Giftwirkung der verwendeten Flotationschemikalien ist in der Regel schon bei geringen Verdünnungen des Gesamtabwassers nicht zu rechnen. Auch die Belastung mit organischen Stoffen von den im Betrieb arbeitenden Personen ist relativ gering und spielt gegenüber der Belastung mit anorganischen Feststoffen zumeist keine Rolle. Wäre dies jemals doch der Fall (wenn beispielsweise Flotationsbetriebe in der Nähe großer Siedlungen liegen), bestünde bei getrennter Abwasserführung und -reinigung keine Schwierigkeit, dieser Situation gerecht zu werden. Es wird besonders darauf aufmerksam gemacht, daß in Fällen starker zusätzlicher Verunreinigung des Vorfluters mit organischen Stoffen zwecks Feststellung der Belastung hauptsächlich den chemischen Befunden ($KMnO_4$-Verbrauch usw.) Bedeutung beizumessen ist, da, wie noch weiter unten besprochen wird, auch die Entwicklung der Bakterien durch Flotationsschlammeinleitungen gestört wird.

Nach dieser kurzen Übersicht wird nun auf die einzelnen Untersuchungsmethoden eingegangen.

III. Untersuchungen und Ergebnisse

Um die verschiedenartigen Auswirkungen von Gesteinsschlammeinleitungen in Fließgewässern erfassen zu können, müssen jene Umweltfaktoren und Biocoenosen untersucht werden, an denen Veränderungen eingetreten sein könnten. Dann ist es möglich, aus den einzelnen Teilaufnahmen ein Gesamtbild des biologischen Geschehens im Fluß zu entwerfen.

1. Die physikalischen Untersuchungen

a) Die Licht- und Strahlungsmessungen

können mit den üblichen Selenphotoelementen ohne und mit Filter durchgeführt werden. Bewährt hat sich in Fließgewässern als Träger für die Zelle ein von außerhalb des Wassers höhenverstellbarer horizontaler

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Ausleger an einem Gestänge. Besonders interessant ist der Vergleich der relativen Lichtintensität (Lichtdurchlässigkeit) in verschiedenen Tiefenstufen ober- und unterhalb der Abwassereinleitung. Die spektrale Lichtdurchlässigkeit erfuhr in einem untersuchten Fall bei starker Verdünnung der Abwässer eine nur geringe Veränderung.

Die Messungen der Lichtdurchlässigkeit geben Hinweise für eine mögliche Beeinträchtigung der Pflanzenbestände durch Lichtentzug. Der Kompensationspunkt der Pflanzen und die für optimale Assimilation notwendige Lichtintensität sind größenordnungsmäßig bekannt. Aus klimatologischen Tabellen können die durchschnittlichen Einstrahlungswerte entnommen werden (für Österreich nach Sauberer, in Wetter und Leben, Jg. 1, 1948, p. 82 u. 111), so daß die Lichtintensitäten im Fluß in verschiedenen Tiefenstufen und zu verschiedenen Jahreszeiten ermittelt werden können. Diese Überlegungen tragen zur begründeten Erklärung der im Vorfluter vorgefundenen Verhältnisse bei. Exakte Aufschlüsse über die tatsächliche Beeinträchtigung der Assimilationsleistungen von Pflanzen infolge der Trübung des Wassers können nur Versuche im Fluß geben: hiefür wäre die C_{14}-Methode anwendbar.

Um zu zeigen, wie groß die Trübungen sein können, sei nur erwähnt, daß in einem kleinen Bach mit sehr starker Gesteinsschlammführung in 5 cm Tiefe nur mehr 3,4 % der Gesamteinstrahlung gemessen wurden.

b) Die Trübungsmessungen

wurden mit dem Durchsichtigkeitsmesser nach Sauberer (6) durchgeführt. Das Gerät gestattet die Bestimmung der Trübung im Gewässer unabhängig von den Außenlichtverhältnissen und kann durch Messungen im Labor ergänzt werden (Messungen nach verschieden langen Sedimentationszeiten). — Die Lichtintensität nach Durchlaufen einer bestimmten Meßstrecke ergibt nur die für die Meßstrecke charakteristische Trübung in dem untersuchten Gewässer. Die Ermittlung des Extinktionskoeffizienten ε, bzw. der für ε charakteristischen Schichtdicke (in welcher die Intensität von J_0 auf $\frac{1}{e}$ von J_0 sinkt), ermöglicht es, die Trübung des Gewässers oberhalb und unterhalb der Abwassereinleitung zu vergleichen, bzw. den Enttrübungsvorgang zu verfolgen und auch Vergleiche mit anderen Gewässern zu ziehen.

Die Enttrübung im Fluß geht zunächst rasch, dann aber, bei allgemeinen Strömungsgeschwindigkeiten von 1—3 m/sec, nur sehr langsam vor sich. In einem Fall war ε/m in einer 19 km langen Flußstrecke nur von 16,3 auf 15,5, in einem anderen Fall in einer 8 km langen Strecke von

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

9,8 auf 8,3 zurückgegangen. Man kann stets beobachten, daß unterhalb der Abwassereinleitungen im Fluß sich größere Flotationsschlammbänke bilden, die aus relativ grobem Material bestehen, während die Feinteile entsprechend der Fließgeschwindigkeit des Vorfluters zunächst nicht in in diesem Ausmaß zur Sedimentation kommen.

2. Die chemischen Untersuchungen

Immer wieder wird von den Werksleitungen vorgebracht, daß die in den Abwässern enthaltene Menge an absetzbaren Feststoffen die natürliche Schwebstofführung des nächsten größeren Vorfluters nur unwesentlich vermehre. Zur Prüfung der Richtigkeit solcher Behauptungen müßten durch längere Zeit hindurch (1 bis 2 Jahre) Messungen der Schwebestoffe und der Wasserführungen gemacht werden, um die spezifische Belastung des Wassers (g/l) und die Gesamtfracht des Fließgewässers (g/Zeiteinheit) bestimmen zu können. Die ober- und unterhalb der Abwassereinleitungen entnommenen Proben liefern dann die entsprechenden Vergleichswerte. Während der natürliche Gehalt der Fließgewässer an Schwebstoffen in der Regel stärkere, stoßartige, aber rasch vorübergehende und die Organismen wenig störende Belastungen aufweist, stellt die abwassermäßige Belastung mit Gesteinsschlämmen eine dauernde Beeinträchtigung dar.

Die Schwebstoffuntersuchungen werden am besten von den amtlichen hydrographischen Diensten vorgenommen, die auch die erforderlichen Wassermengenmessungen durchführen. Leider ist man in der Praxis noch nicht zu einer einheitlichen Methodik in der Probenentnahme und Aufarbeitung gekommen, wenn auch diesbezügliche Bemühungen im Gange sind.

Von manchen Flotationsanlagen kann stark alkalisches Wasser zur Ableitung kommen. In diesem Fall sind natürlich pH-Kontrollen im Vorfluter erforderlich. Bei Erzgewinnungsanlagen wären selbstverständlich die Feinsedimente im Fluß besonders auf den Gehalt an spezifischen Metallen zu untersuchen.

3. Die bakteriologischen Untersuchungen

Von besonderem Interesse erscheint die Tatsache, daß die Bakterien des freien Wassers von den sedimentierenden Flotationsschlämmen niedergeschlagen werden und daß ferner eine Abdeckung der aktivsten Zone des Flusses, nämlich der mit Bakterien reich besiedelten Oberfläche des Flußgrundes, stattfindet (Janasch, 2). Da diese bisherigen Untersuchungsergebnisse und Versuche an anderer Stelle dargestellt werden sollen, wird hier auf diese Verhältnisse nicht näher eingegangen.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

4. Die biologischen Untersuchungen

Im allgemeinen hat der Abwasserbiologe eine mehr oder weniger lange Gewässerstrecke zu untersuchen, um die Länge des beeinträchtigten Gewässerlaufes und das Ausmaß der Schädigung festzustellen. Als Vergleichsbasis stehen dabei meist nur die qualitative und quantitative Zusammensetzung der oberhalb der Abwassereinleitung vorgefundenen Biocoenosen zur Verfügung, nicht aber die ursprünglich in der Untersuchungsstrecke vorhandenen Lebensgemeinschaften, außer in Fällen, wo die Vergleichsuntersuchungen zeitlich noch vor der Einleitung der Abwässer durchgeführt werden konnten. Aber auch hier sind die jahreszeitlichen und jährlichen Abundanzschwankungen unbekannt, und man sollte sich daher, wenn möglich, als Vergleichsbasis zusätzlich ein gleichartiges Gewässer in der Umgebung wählen. Wahrscheinlich wurde dies aber noch nicht gemacht und auch hierorts liegen keine Erfahrungen darüber vor. Zwangsläufig wird man zu dem Gedanken geführt, ein anderes Fließgewässer als Vergleichsbasis zu nehmen, wenn man die Auswirkungen von Flotationsschlammeinleitungen in einem ganz kleinen See und dessen Ablauf zu untersuchen hat: ein Vergleich der Besiedlung im Seeablauf, zeitlich vor und nach Einleitung der Flotationsabwässer, wäre ja nicht ohne Vorbehalt zulässig, da die jährlichen Abundanzschwankungen vernachlässigt werden müßten und es einen Vergleich mit einer ungestörten Flußstrecke „oberhalb der Abwassereinleitung" nicht gibt.

Da kleine Fließgewässer nicht nur eine fischereiliche Gliederung aufweisen, sondern, wie verschiedene neuere Untersuchungen ergeben haben, auch eine damit übereinstimmende allgemein biocoenotische Zonierung (Albrecht; Schmitz, 7), könnte innerhalb der Untersuchungsstrecke von Natur aus eine qualitative und quantitative Änderung der Biocoenosen gegeben sein. Auf solche Umstände ist bei der Auswahl der Entnahmestellen und der Auswertung der Untersuchungsergebnisse bei längeren Gewässerstrecken besonders Bedacht zu nehmen.

Bei der praktischen Untersuchung wird man sich durch eine Besichtigung und kurze Voruntersuchung der voraussichtlichen Untersuchungsstrecke zunächst über die hydrographischen und hydrogeographischen Verhältnisse informieren und weiters versuchen, einheitlich vorhandene Biotope aufzufinden, deren Biocoenosen gut quantitativ erfaßbar sind. Eine gewisse Mindestbesiedlung oberhalb der Abwassereinleitung ist dabei erforderlich, da gesicherte Resultate mit um so geringerer Wahrscheinlichkeit zu erhalten sind, je ärmer die Besiedlung ist, weil hiebei das zusätzliche Auftreten oder Fehlen von nur einem Organismus im Fang das Resultat wesentlich verändert. Dies ist bei einem entsprechend großen Fang nicht der Fall

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

(siehe auch Abderhalden Methoden der Süßwasserbiologie, Bd. 2). In gewissem Rahmen kann und muß man also die Methodik den natürlichen Gegebenheiten anpassen und je nach der Besiedlungsdichte größere oder kleinere Substratproben untersuchen. Die Probenentnahmen sollten stets bei Niederwasserführung durchgeführt werden.

A. Seston

Quantitative Auszählungen scheinen wichtig und erfolgversprechend. Die Mineralteilchen reißen bei der Sedimentation im Fluß nicht nur Bakterien, sondern auch Planktonorganismen mit sich und bewirken dadurch eine Verarmung der im Wasser schwebenden Organismen. Zudem wird die Nachlieferung von Flußplanktern durch Vernichtung der Aufwüchse auf mehr oder weniger großen Strecken teilweise oder völlig unterbunden, so daß eine absolute Verminderung des Flußplanktons eintritt. Diese Beobachtung konnte bei allen untersuchten Gewässern gemacht werden.

Von der Methode, die in der üblichen Weise angeschätzte Präsenz einer Art mit Zahlen zu bezeichnen und weiter entsprechend auszuwerten, wird abgeraten. Die sechs Häufigkeitsstufen, zahlenmäßig ausgedrückt (1, 2, 6), können nicht das Verhältnis der mengenmäßigen Verminderung einer Art oder die Veränderung des mengenmäßigen Verhältnisses mehrerer Arten zueinander wiedergeben.

Für die Probenentnahme wird besonders auf die Verwendung von Horizontalschöpfern hingewiesen, die auch für die Schwebstoffmessung Verwendung finden. Es ist auch auf einfache Weise möglich, den Wasserschöpfer der Firma Friedinger, Luzern, für den Horizontalfang an einem Gestänge zu montieren, da bei diesem Schöpfertyp eine ungehinderte Durchströmung des Gerätes in geöffnetem Zustand gegeben ist. Mit Erfolg wurde auch von der Bundesanstalt für Wasserbiologie und Abwasserforschung im Donaustrom ein an einem Gestänge auswechselbar befestigtes Konservenglas zur Entnahme von quantitativen Planktonproben verwendet, dessen federnd aufsitzender Deckel in der gewünschten Wassertiefe mittels Schnurzug geöffnet werden kann.

B. Benthos

a) Makrophytobenthos

„Um die günstigsten Bedingungen für das Wachstum der höheren Wasserpflanzen zu erhalten, muß die Durchsicht des Wassers so groß sein, daß 25 Prozent der totalen Sonnenstrahlung die Pflanzen erreichen. (Ohio River Valley Water Sanitation Commission, 4). Die Messungen der

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Lichtdurchlässigkeit sind sinngemäß auszuwerten: es kann ermittelt werden, ob die Möglichkeit einer Schädigung der Pflanzenbestände im Bereich der Wahrscheinlichkeit liegt oder nicht. Sicher können auch höhere Wasserpflanzen durch ein Übermaß an absetzbaren Feststoffen, infolge Lichtentzuges, durch Wassertrübung und wohl auch mechanische Schädigung ihrer Ausbildung gehemmt werden.

b) Mikrophytobenthos

Albrecht und Bursche (2) beschrieben eine in der Praxis für die Untersuchung von Diatomeenaufwüchsen offenbar gut anwendbare Methode.

Von uns wurden die niederen Wasserpflanzen auf Steinen in den Bereich der quantitativen Untersuchungen bis jetzt noch nicht aufgenommen. Für praktische Untersuchungen sind diese zunächst wohl nur dann anwendbar, wenn in der untersuchten Flußstrecke typische gleichmäßige Algenaufwüchse im Uferbereich vorhanden sind. Ansonsten sind die lokalen Unterschiede möglicherweise größer als die Differenzen oberhalb und unterhalb der Abwassereinleitung.

Es empfiehlt sich jedenfalls, Beobachtungen über den Bestand an Mikrophyten ober- und unterhalb der Abwassereinleitung zu registrieren, da schon visuell die Möglichkeit einer Beeinträchtigung erkennbar ist. In einem Fluß mit mäßiger Belastung zeigte sich beispielsweise, daß es im Bereich der Abwasserfahne durch Überdeckung der Steine mit Mineralschlamm zu einer fast völligen Vernichtung der Aufwüchse kam. Nach der Durchmischung der Flotationsschlämme mit der Vorflut waren nur in den strömungsarmen Flußbereichen, wo sich die vermehrte Schwebstofführung in einer verstärkten Sedimentation auswirken konnte, die Aufwüchse mit Mineralteilchen mehr oder weniger stark überdeckt. Der Diatomeenbewuchs machte an diesen Stellen einen mehr grauen Eindruck, während bei rascher Strömung oder im spülenden Wellenschlag am Ufer kein Schlammbelag auftrat und die Aufwüchse eine frische braune Farbe hatten. In einem anderen Fluß mit starker Belastung waren unterhalb der Abwassereinleitung alle Steine mit Mineralschlamm in dünner Schicht überzogen. Die oberhalb reichlichen Aufwüchse von Cyanophyceen, Rhodophyceen, Chlorophyceen, Conjugaten und Diatomeen gingen unterhalb der Einmündung des Flotationsschlämme führenden Seitenbaches mengenmäßig außerordentlich stark zurück. Am besten kommen anscheinend Cyanophyceenarten weiter, welche noch unter dünnen Mineralschlammschichten auf Steinen oder auf der Oberfläche von Schlammablagerungen existieren können. Die in diesem Fluß „oberhalb" reichlich vorhandenen Diatomeen *(Nitzschia dissipata, Cymbella ventricosa)* traten unterhalb der Abwassereinleitung aufwuchsbildend nicht mehr auf.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Erst 22 km flußabwärts erschienen sie wieder im mikroskopischen Befund. Es hat, wie sich auf Grund einiger Versuche zeigte, jedenfalls den Anschein, als ob die Algen oder nur manche Algenspezies den Flotationschemikalien oder den Spuren von Erz in den Flotationsschlämmen gegenüber sehr viel empfindlicher als die Fischnährtiere wären. Weitere Versuche zur Klärung dieser Verhältnisse sollen noch durchgeführt werden.

Für Algen liegt der Kompensationspunkt tiefer als für die höheren Wasserpflanzen und auch die optimale Assimilation wird bei niederen Lichtintensitäten erreicht. Durch Anwendung der C_{14}-Methode könnte wohl am besten das tatsächliche Ausmaß der Beeinträchtigung der Pflanzen infolge der dauernden Trübung des Gewässers bestimmt werden.

Tritt eine Unterschreitung des Kompensationspunktes in bestimmten Wassertiefen infolge der Trübung des Gewässers ein, so kommen, durch die Wasserstandsschwankungen bedingt, jeweils andere Flußgrundzonen mit ihren Pflanzenbeständen — so weit diese noch vorhanden sind — in nicht hinreichenden Lichtgenuß, und die Grenze der Besiedelbarkeit des Flußgrundes mit Algen wird allein durch die Trübung des Wassers weiter uferwärts verlegt. Die Zone, in der eine Beeinträchtigung der Assimilationsleistung erfolgt, kann in einem flachen Flußbett einen in seiner Lage wechselnden Streifen einnehmen. Der Beeinträchtigung des Pflanzenbestandes auf rein mechanischem Weg ist jedoch bei einem stark mit Flotationsschlämmen belasteten Gewässer wohl mehr Bedeutung beizumessen als der Beeinträchtigung durch Lichtentzug.

c) Makrozoobenthos

Quantitative Untersuchungen der Makrotiergesellschaften der Bodenablagerungen, insbesondere der Geröll- und Schotterböden wurden schon von verschiedenen Forschern an zahlreichen Fließgewässern durchgeführt und dabei auch spezielle Entnahmegeräte entwickelt.

α) Untersuchung der Makrosteinfauna

Eine Übersicht über die Untersuchungsmethodik gab Macan 1958 (3). Es wurde schon weiter oben erwähnt, daß der Boden der untersuchten Gewässer aus grobem Geröll und Schotter von 5 bis 15 cm Durchmesser bestand und die Flüsse als nahrungsarm zu bezeichnen waren (Schema nach Huet). Unter diesen Verhältnissen bewährte sich zur Probenentnahme ein in der Bundesanstalt gebautes Entnahmegerät, das eine Bodenfläche von 50 × 50 cm einschließt (siehe Abb. 1); in der von Macan verwendeten Einteilung wäre das Gerät am besten unter „fixed nets" einzuordnen, da es anscheinend dem Surber-sampler ähnlich ist.

Die Abdichtung zum Untergrund bietet zwar gewisse Schwierigkeiten, jedoch lassen sich immer geeignete Entnahmestellen finden, wo das Ge-

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

rät gut am Boden aufsitzt. Es ist trotzdem geplant, die Abdichtung gegen den unebenen Boden zu verbessern, um das Gerät überall leicht einsatzfähig zu machen. Mit dem Sammelkasten für die quantitative Aufsammlung von Makroorganismen wird folgendermaßen gearbeitet: Nachdem das Gerät so aufgesetzt ist, daß das Wasser unge-

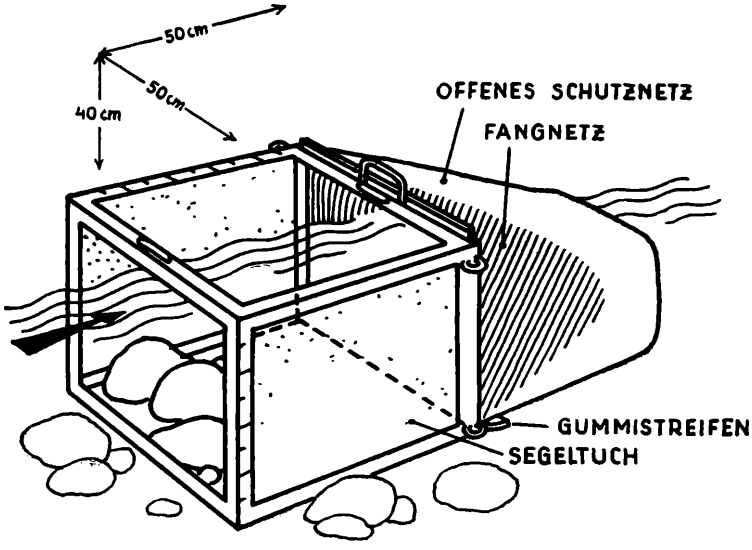

Abb. 1.

hindert in die vordere Öffnung einströmen kann, werden die Steine innerhalb des umgrenzten Gebietes aufgehoben und die haftenden Organismen in das Netz gewaschen, soweit sie nicht schon beim Abschwimmen mit der Strömung dorthin getrieben wurden. Nach Entfernung der großen Steine wird der Grund einige Male mit der Hand kräftig umgewühlt. Das an einem Rahmen befestigte Netz kann nun aus dem Gerät gezogen und die Organismen aus dem Sand, Detritus usw. lebend in mit Wasser gefüllten Schalen mittels Pinzetten und weithalsiger Pipetten quantitativ aufgesammelt werden. Dieses Aussortieren erleichtert eine Lösung von $CaCl_2$ mit dem spezifischen Gewicht 1,1, da in dieser die Organismen, außer Ancylus und Trichopteren, aufschwimmen. Die Organismen sind nun in 40prozentigem (!) Formalin zu konservieren. So wird auch bei mehrmonatiger Aufbewahrung der Proben bis zur weiteren Aufarbeitung eine Veränderung

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

des Feuchtgewichtes der Organismenmasse vermieden (Mitteilung von W. Shadin bei der Tagung der Internationalen Arbeitsgemeinschaft zur limnologischen Erforschung der Donau, Wien 1957).

Bei der Aufarbeitung der Proben werden die in den Einzelfängen vorhandenen Organismen determiniert und zahlenmäßig festgehalten sowie die prozentuale Verteilung der Arten im Fang errechnet. Das Organismenfeuchtgewicht bestimmt man nach kurzem Absaugen der Organismen auf Filterpapier und anschließend ermittelt man das Trockengewicht bei 105° C. Für die Praxis kann auf die Bestimmung desselben verzichtet werden. Trichopteren sind ohne Köcher zu wiegen. Mollusken sollen getrennt gezählt und gewogen werden.

Die Makrosteinfauna wurde bei Strömungsgeschwindigkeiten von 1, 0,5 und 0,1 m/sec untersucht. Erwartungsgemäß änderte sich mit der Abnahme der Strömungsgeschwindigkeit die Zusammensetzung der Tiergesellschaften: Die Abundanz der rheophilen Insektenlarven verringerte sich, während andere Arten zunahmen. Die Organismenmasse nahm mit kleiner werdenden Strömungsgeschwindigkeiten ab. Nach unseren Erfahrungen scheint es für die Praxis zu genügen, aber nötig zu sein, die Steinfauna in Biotopen mit je einer Strömungsgeschwindigkeit zu untersuchen, bei welcher die Flotationsschlämme nicht und bei einer Strömungsgeschwindigkeit, bei welcher sie bereits zur Sedimentation gelangen, daher beispielsweise bei 1 und 0,1 m/sec. Jeweils zwei Probeziehungen pro Entnahmestelle und Biotop genügen in der Regel.

Die Untersuchungsergebnisse werden mit Angaben über Geröllgröße, Wassertiefe, Fließgeschwindigkeit sowie allfällige Bemerkungen ergänzt und in Tabellen dargestellt. Als günstig hat sich für weitere Berechnungen eine Aufgliederung des Flusses in mehrere Abschnitte erwiesen. Die Teilstrecken sind selbstverständlich sinngemäß und den örtlichen Gegebenheiten entsprechend zu legen. Schon bei der Auswahl der Entnahmestellen mußte auf diese Umstände Rücksicht genommen werden. Es empfiehlt sich beispielsweise, zunächst eine Vergleichsstrecke „oberhalb" der Abwassereinleitung mit drei Entnahmestellen, dann die Flußstrecke, in welcher die Einmischung des Abwassers in das Gewässer stattfindet, und einige weitere Abschnitte der fortschreitenden Reinigung festzulegen, wobei die Abschnittsgrenzen zum Beispiel die Mündungsstellen größerer Nebengerinne, besondere Gefällsbrüche oder auch weitere Abwassereinleitungen sein können.

Die Untersuchungsergebnisse der einzelnen Flußabschnitte werden nun gemittelt und nach Strömungsgeschwindigkeiten, bzw. Flußabschnitten ge-

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

ordnet wieder übersichtlich in Tabellenform gebracht. Nun können die in der Flußstrecke „oberhalb" der Abwassereinleitung gefundenen Werte mit 100 angesetzt und die Werte der Flußstrecken „unterhalb" der Abwassereinleitung in Prozenten der Besiedlung von „oberhalb" ausgedrückt werden. Damit ergibt sich in Prozenten die durch die Flotationsschlammeinleitung verursachte Abnahme der Organismenbesiedlung bei den verschiedenen Strömungsgeschwindigkeiten, was bereits ein gutes Bild von den Auswirkungen der Abwässer vermittelt.

Bei unseren Untersuchungen wurde gefunden, daß die Verminderung der Steinfauna in Biotopen höherer Strömungsgeschwindigkeit geringer ist als in Biotopen niederer Strömungsgeschwindigkeit, also in Fällen, in denen die Mineralschlämme auf und zwischen den Steinen zur Ablagerung kommen. Ein besonderer Einfluß der Flotationsschlämme auf bestimmte Arten höherer Organismen war nicht nachweisbar; unterhalb der Abwassereinleitungen traten die an sich selteneren Arten selbstverständlich noch stärker zurück.

Nachfolgend einige Untersuchungsergebnisse über die Veränderung der Steinfauna durch eine mäßig starke (A) und sehr starke (B) Belastung eines Flusses mit Flotationsabwässern.

	Feuchtgewicht der Organismenmasse in g/m² und % bei einer Strömungsgeschwindigkeit von			
	1 m/sec		0,1 m/sec	
	g/m²	%	g/m²	%
A				
oberhalb der Abwassereinleitung	4,5	100	4,4	100
nach erfolgter Einmischung der Abwässer	4,6	102	1,6	36
B				
oberhalb der Abwassereinleitung	2,7	100	1,6	100
nach erfolgter Einmischung der Abwässer	1,2	44	0,12	7,5

Tab. 2.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Es wird auch auf die Zweckmäßigkeit einer anschaulichen graphischen Darstellung der Untersuchungsergebnisse hingewiesen (Beispiele in diversen im Literaturverzeichnis angeführten Arbeiten).

β) Untersuchung der Makroschlammfauna

Die in den Flotationsabwässern enthaltenen Gesteinsteilchen sedimentieren zum Großteil ziemlich rasch und treten daher an strömungsstillen Stellen im Fluß in Form von mehr oder weniger ausgedehnten und tiefen Ablagerungen in Erscheinung. Während die natürlichen Feinsedimente in den untersuchten Gewässern aus Mineralteilchen aller Größen und Detritus bestanden und bei höherem Gehalt an organischen Stoffen flockige Beschaffenheit hatten, überwogen in den Sedimenten unterhalb der Flotationsschlammleitungen die feinmineralischen Körnungen mit sehr geringem Anteil an organischen Stoffen (Detritus). Die Flotationsabgänge verdünnen die natürlichen Sedimente, wodurch, zufolge der Verringerung des Lebensraumes (Porenvolumen des Sedimentes) und des Nahrungsangebotes eine Verminderung der Schlammfauna eintritt.

Die Feinsedimente sind auch im ungestörten Fluß nicht durchwegs als gleichartig zu bezeichnen, aber doch einheitlicher als in dem mit Flotationsschlämmen belasteten Gewässer. Die Verschiedenartigkeit und Vielfalt der Feinsedimente ist leicht erklärlich, wenn man bedenkt, wie viele Faktoren bei ihrer Entwicklung mitwirken. Ausschlaggebend ist vor allem die Strömungsgeschwindigkeit, da von ihr die Korngröße und der Anteil an organischem Material abhängig ist, ferner das Alter des Sedimentes, die Schnelligkeit der Sedimentneubesiedlung und die Lage zum Hauptstrom. Sedimente in Uferbuchten oder in nur bei höherem Wasserstand mit dem Strome in Verbindung stehenden Tümpfen weisen oft Algenbewüchse (*Diatomeen* und *Cyanophyceen*) auf und sind so als ältere Ablagerungen bei nur geringer Sedimentneubildung gekennzeichnet. Das andere Extrem wären die nur aus Mineralteilchen bestehenden Feinsedimente im eigentlichen Flußbett, die von stärkeren Strömungen oder dem Wellenschlag dauernd auf- und abgebaut werden.

Selbstverständlich gibt es im Fluß alle Übergänge zwischen diesen Gegensätzlichkeiten und demnach eine ununterbrochene Reihe von natürlichen Besiedlungsintensitäten. Die Extreme liegen aber anscheinend im ungestörten Fluß nicht so weit auseinander (absolut gemessen) wie im belasteten Gewässer. In diesem sind zwischen überreicher Besiedlung und völliger Organismenleere alle Übergänge vorhanden.

Diese Vielfalt zwingt dazu, die Feinsedimente nach ihrem Gehalt an Detritus und anderem organischen Material, der Art der Sedimentation, der Dauer der ungestörten Ablagerung, kurz nach ihrem „Alter" zu

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

klassifizieren, um im Flußlauf ober- und unterhalb der Abwassereinleitung Biocoenosen gleichartiger Ablagerungen miteinander vergleichen zu können. Bis jetzt ordneten wir die Feinsedimente in 3 Gruppen nach ihrem „Alter": Die sogenannten „frischen" Sedimente haben die Farbe des zermahlenen Gesteines, enthalten keine Detritusbeimengungen, befinden sich meist am Rande des Flußbettes und stellen hauptsächlich reine Flotationsschlammablagerungen dar. Die „mäßig alten" Sedimente erscheinen durch Detritusbeimengungen etwas dunkler gefärbt und liegen in kleinen Buchten oder zwischen Steinen, wo auch die Ablagerung von organischem Material möglich ist, während die „älteren" Sedimente in der Regel noch mehr Detritus enthalten und meist infolge ihrer Lage in nur bei höherem Wasserstand mit dem Strom in Verbindung stehenden Tümpfen und ruhigen Uferbuchten an der Oberfläche einen Algenaufwuchs tragen. Die Trennung der „frischen" und „mäßig alten" Sedimente ist nicht immer ganz klar durchzuführen, weil dazwischen selbstverständlich alle Übergänge vorhanden sind. Die „älteren" Sedimente kann man in der Regel sicher ansprechen.

Diese vorliegende Einteilung befriedigt nicht ganz, und vielleicht wäre es für die Zukunft ein Weg, durch zusätzliche Bestimmungen des Gehaltes an organischen Stoffen im Feinsediment zu einer besseren, objektiven Klassifizierung zu kommen. Auch eine fraktionierende Korngrößenbestimmung des Sedimentes könnte noch zusätzliche Erkenntnisse vermitteln. Leider sind aber dem praktischen Begutachter immer gewisse Grenzen in zeitmäßiger und technischer Hinsicht gesetzt.

Zur Probenentnahme wurde ein an der Bundesanstalt gebauter Schlammstecher verwendet (siehe Abb. 2), welcher, lotrecht in das Feinsediment getrieben, ein quadratisches Bodenprisma mit 25 cm Seitenlänge begrenzt. Dieses wird mittels einer Art Pfahlkratzer mit kurzem Handgriff schichtweise entnommen und in einer großen Schüssel (z. B. Plastik-Waschbecken) nach Wasserzusatz aufgerührt. Die überstehende Flüssigkeit mit den aufgeschwemmten Organismen schüttet man durch einen Gazenetzbeutel. Der Vorgang wird einige Male wiederholt. Nach G. Sander (5) ist bei quantitativen Untersuchungen zur Filterung eine Maschenweite von 0,2 mm erforderlich, wobei es gleichgültig ist, ob man Gazegewebe oder Messingdrahtgeflecht verwendet.

Bezüglich der Konservierung und Aufarbeitung sowie Zusammenstellung der Untersuchungsergebnisse gilt das im vorigen Abschnitt über die Makrosteinfauna Gesagte. Wir empfehlen nur, zusätzlich auch die Oligochaeten *(Tubifex)* getrennt zu zählen und zu wiegen, da diese Würmer oft zusammengeballt auftreten und so zu Zufallsergebnissen Anlaß geben.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Nach Aufstellung einer tabellarischen Übersicht der Untersuchungsergebnisse werden die für die einzelnen Flußabschnitte als charakteristisch gefundenen Durchschnittswerte nach dem „Alter" der Sedimente geordnet

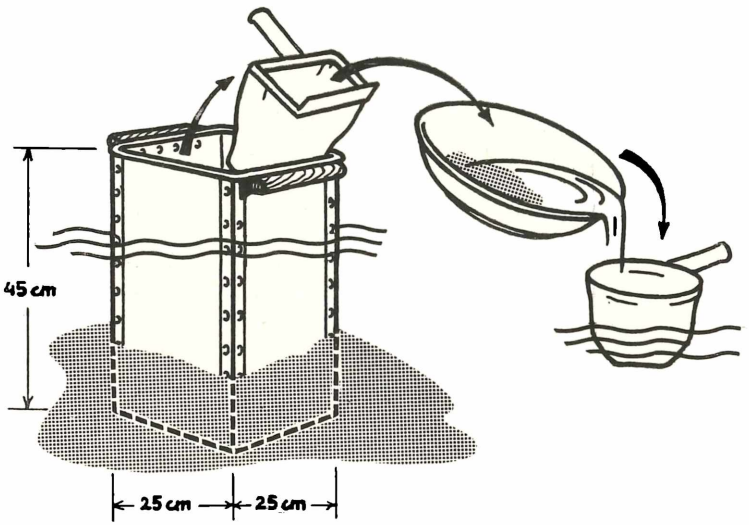

Abb. 2.

und die prozentuale Abnahme des Gewichtes und der Stückzahl der vorgefundenen Organismen in den einzelnen Flußabschnitten errechnet. Die „frischen" und „mäßig alten" Sedimente wurden dabei sowohl getrennt als auch zusammengefaßt ausgewiesen.

Die Ergebnisse unserer Aufsammlungen von den „älteren" Schlammablagerungen schwankten in einem Falle sehr stark. Für den Nachweis von Schädigungen der Schlammfauna scheinen diese Biotope nicht in allen Fällen geeignet zu sein.

Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse lassen erkennen, daß die Schädigung der Makroschlammfauna stärker ist und sich weiter flußabwärts erstreckt als die Beeinträchtigung der Steinfauna bei kleinen und insbesondere bei größeren Strömungsgeschwindigkeiten. Der Grund dafür liegt durchaus nahe: In den Feinsedimenten sind die Flotationsschlämme in konzentriertester Form vorhanden, daher ist hier die Schadwirkung am stärksten. Die Ursachen der Schädigung sind die rasche und gegenüber den Verhältnissen im ungestörten Fluß verstärkte

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Sedimentation von mineralischen Teilchen, die eine Verdünnung der Nährstoffe im Sediment bewirkt, ferner die dauernde Verschüttung der Organismen und die anteilsmäßige Zunahme der feinsten mineralischen Teilchen im Sediment.

Abschließend das auf die Schlammfauna sich beziehende Untersuchungsergebnis der im vorhergehenden Kapitel erwähnten Flüsse A und B.

	Feuchtgewicht der Organismenmasse in g/m² Schlammoberfläche	%
Fluß A		
oberhalb der Abwassereinleitung	0,384	100
nach erfolgter Einmischung der Abwässer:		
2,5 km unterh. d. Einleitung	0,064	17
8 km unterh. d. Einleitung	0,064	17
22 km unterh. d. Einleitung	0,160	42
(38 km unterh. d. Einleitung)	(0,240)	(62)
Fluß B		
oberhalb der Abwassereinleitung	9,3	100
nach erfolgter Einmischung der Abwässer:		
a) „ältere" Ablagerungen	0,16	1,7
b) „mäßig alte" Ablagerungen	0,032	0,3
c) „frische" Ablagerungen	0	0

Tab. 3.

C. Fischereibiologische Untersuchungen

Es ist aus der Literatur allgemein bekannt, daß die Edelfischarten aus dauernd getrübten Gewässern abwandern. Dies hängt nicht allein mit einem eventuell gleichzeitig auftretenden Nahrungsmangel zusammen; auch an-

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

dere Faktoren sind hier mitzuberücksichtigen. Die Nahrung muß vom Fisch gesehen werden, um aufgenommen werden zu können, und überdies treten durch den hohen Mineralstoffgehalt des Wassers Reizungen, Verletzungen und Schädigungen des empfindlichen Kiemenepithels auf.

Es ist weiters anzunehmen, daß die Mineralschlammablagerungen auf Kies- und Schotterbänken die Fortpflanzung der Kieslaicher beeinträchtigen, da der Laich, der in den Hohlräumen zwischen Kies und Geröll zur Entwicklung gelangt, durch die Überdeckung zu wenig Sauerstoff erhält. Weiters wird das Schlüpfen und Aufschwimmen der jungen Brut sehr erschwert, bzw. unmöglich gemacht. Untersuchungen dieser Art und eine Bestimmung des Hohlraumvolumens von Laichplätzen (möglichst auch zur Laichzeit) ober- und unterhalb der Mineralschlammeinleitung könnte zur Bestätigung von berechtigten Vermutungen über Laichschäden beitragen.

IV. Schlußbemerkungen

Es gibt keine den Gewässergütezustand, bzw. die Stärke der Belastung mit unzersetzlichen Stoffen charakterisierende Summenbezeichnung, wie zum Beispiel „β-mesosaprob" für mäßige organische Gewässerverunreinigung. Es wird auch kaum möglich sein, die Schädigung eines durch Flotationsschlämme belasteten Gewässers prozentmäßig anzugeben, da die verschiedenen Biocoenosen verschieden stark beeinträchtigt werden, wie in der vorliegenden Arbeit gezeigt werden konnte. Völlig unzulässig ist es auch, wie dies einmal von anderer Seite versucht wurde, für das gesamte Gewässer einen Mittelwert aus den Schadensprozenten der untersuchten Biocoenosen (einschließlich Plankton) zu errechnen, da dies nur richtig wäre, wenn die Biotope im Gewässer anteilsmäßig völlig gleich vorhanden sind. Das ist aber nie der Fall. Eine näherungsweise Ermittlung der anteilmäßigen Verteilung der verschiedenen Biotope am Flußgrund ist möglich (pers. Mitteilung Ing. Zettel, HZB, Wien) und erst diese Angaben können zur weiteren Berechnung des Schadensausmaßes verwendet werden.

Auf Grund der vorliegenden Untersuchungsergebnisse kennen wir heute die Faktoren, welche das Ausmaß der durch die Einleitung von Flotationsabgängen von Bergbaubetrieben hervorgerufenen Schädigung in biologischer Hinsicht in Vorflutgewässern maßgebend bestimmen:

1) Die spezifische Belastung des Wassers mit Flotationsabgängen.
2) Die Strömungsgeschwindigkeit und die Ausgestaltung des Flußbettes.

Dazu ist zu bemerken, daß bei Überlastung eines Gewässers mit Gesteinsschlämmen die Strömungsgeschwindigkeit von untergeordneter Bedeutung ist, da dann eine Totalschädigung des Gewässers eintritt. Welche Mengen an Gesteinsschlämmen ohne Gefährdung in einen Vorfluter abge-

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

leitet werden dürfen (7) oder welche Schäden bei einer bestimmten Belastung eintreten, kann noch nicht vorhergesagt werden.

Da eine „Selbstreinigung" des mit Flotationsabgängen belasteten Gewässers praktisch nicht eintritt und auch nicht eintreten kann, bringt lediglich die Verdünnung eine Besserung der Vorflutverhältnisse mit sich. So kam es, daß auch auf 20 und 30 km langen Flußstrecken bis zur Einmündung in das nächst größere Gewässer keine wesentliche Besserung festgestellt wurde.

Verödungen von Fließgewässern durch primär ungiftige Ablagerungen sind nicht nur auf die Einleitung von Flotationsabgängen zurückzuführen. Auch durch Stein- und Braunkohlenabwässer, durch papier-, holz- und zellulosefaserhältige Abwässer sowie durch Viskose- und Kaolineinleitungen u. m. werden Verarmungen der Fließgewässerbiocoenosen hervorgerufen (Weimann, 7). Simmonds (1952) berichtet, daß Holzfasern im Spanish River einen Bodenschlamm bildeten, der nur von Würmern besiedelt war und sonst keine Fischnahrung aufwies. Auch Untersuchungen an einem österreichischen Fließgewässer, das mit Holz- und Zellulosefasern sehr stark belastet war, ergaben, daß in den lokal vorhandenen ausgedehnten Fasersedimenten nur kleine Orthocladiinenlarven lebten.

Abschließend sei noch darauf hingewiesen, daß durch eine übermäßige Belastung eines Gewässers mit Gesteinsschlamm der Gemeingebrauch an demselben beeinträchtigt wird. Es kann beispielsweise die Verwendung des Wassers zur Viehtränke, für Feuerlöschzwecke unmöglich gemacht werden und auch eine verstärkte Abnützung von Turbinenanlagen auftreten. Ferner soll auch durch das Übermaß von sedimentierten feinmineralischen Teilchen eine Abdichtung des Flußgrundes eintreten.

V. Zusammenfassung

Es werden Methoden zur Untersuchung mit Flotationsabgängen belasteter Vorfluter besprochen und Untersuchungsergebnisse von allgemeiner Bedeutung mitgeteilt:

1) Übermäßig stark belastete Gewässer verödeu gänzlich. Die Tier- und Pflanzengesellschaften in weniger stark belasteten Gewässern verarmen verschieden stark. Die Beeinträchtigung ist umso größer, je konzentrierter die Gesteinsschlämme im „Biotop" enthalten sind.

2) Das Potamoplankton verarmt infolge des Niederschlagens der Plankter und der Verminderung der Aufwüchse. Quantitative Auszählungen sind möglich und aufschlußreich.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

3) Eine Beeinträchtigung der Pflanzenbestände tritt ein

a) durch die Trübung des Wassers, wodurch Assimilation und Wachstum behindert werden;

b) durch Überdecken der Aufwüchse mit Gesteinsschlamm in strömungsarmen Bereichen des Vorfluters, was zu den gleichen Folgen führt.

4) Quantitative Untersuchungen der Makrostein- und Makroschlammfauna wurden mit eigenen, hier beschriebenen Geräten durchgeführt.

5) Die Makrosteinfauna wird in Kleinbiotopen bei geringer Strömungsgeschwindigkeit stärker beeinträchtigt als bei einer größeren Strömungsgeschwindigkeit, bei welcher der Gesteinsschlamm nicht mehr sedimentiert.

6) Die Makroschlammfauna verarmt am stärksten von den Benthosgesellschaften.

7) Eine Giftwirkung der Flotationschemikalien auf die niedere Fauna und den Fischbestand ist schon bei geringen Verdünnungen der Flotationsabwässer nicht zu erwarten. Die Schädlichkeitsgrenzen einiger Flotationsmittel werden angegeben.

8) Da eine „Selbstreinigung" im Gewässer nicht stattfindet, tritt die Verbesserung der Vorflutverhältnisse nur durch Verdünnung ein.

Literatur

1. Albrecht M. L. und Bursche E. M.: „Physiographisch-biologische Studien an der Polenz". Zeitschr. f. Fischerei u. deren Hilfswissenschaften, Bd. VI, N. F., p. 209, 1957.

2. Jannasch H. W.: „Zur Frage der Gewässertypen in ökologisch-bakteriologischer Hinsicht". Berichte d. Limnol. Flußstation Freudenthal VI, 1954.

3. Macan T. T.: „Methode of Sampling the Bottom Fauna in Stony Streams". Mitt. internat. Verein. Limnol., No. 8, 1958.

4. Ohio River Valley Water Sanitation Commission: „Aquatic life water quality criteria". Sec. progr. report. Sew. and Ind. Wastes 28, Nr. 5, p. 678, 1956.

5. Sander G.: „Beitrag zur Genauigkeit der Bodengreifermethodik". Zeitschr. f. Fischerei u. deren Hw., Bd. VI, N. F., p. 251, 1957.

6. Sauberer F.: „Zur Durchsichtigkeitsmessung in Gewässern". Wetter u. Leben, Wien, Jg. 10, p. 67, 1958.

7. Schmitz W.: „Die Bergbach-Zoozönosen und ihre Abgrenzung". Arch. f. Hydrobiol. 53, p. 456, 1957.

8. Weimann R.: „Zur Verschmutzung und Verödung der Gewässer in Nordrhein-Westfalen". 1952.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Wasser und Abwasser

Jahr/Year: 1958

Band/Volume: 1958

Autor(en)/Author(s): Slanina Kurt

Artikel/Article: Die Verarmung von Fließgewässerbiocoenosen durch Flotationsabgänge 136-156