

# Wissenschaft

P. Meisriemler, M. Hofbauer und H. Miesbauer

## Nachweis von Schwermetallemissionen mittels der Wandermuschel *Dreissena polymorpha* PALLAS in der Traun

### 1. Einleitung

Abwässer der Papier- und Zellstoffindustrie, vor allem aber die dadurch verursachten Mißstände in den betroffenen Gewässern, standen in den vergangenen Jahren im Blickpunkt öffentlicher und politischer Interessen. An Traun und Ager führte dies zu entscheidenden Sanierungsschritten und in weiterer Folge zu großangelegten Untersuchungsprogrammen der neuen Umweltsituation. Eine dieser Arbeiten (Hofer et al. 1989), in der Fische als Schadstoffindikatoren dienten, deckte ein gänzlich unerwartetes Umweltproblem an der Traun direkt unterhalb Gmunden auf. Bereits flußaufwärts der industriellen Großemittenten zeichneten sich pathologische Schäden an Haut, Leber und Niere sowie hohe Cadmiumwerte in den untersuchten Fischen ab. Da gerade dieser Flußabschnitt einen internationalen Ruf als Sportfischereigewässer besitzt, wurde eine umgehende Aufklärung postuliert.

Während Nachuntersuchungen unsererseits die hohen Cadmiumwerte in Niere und Leber von Barben (*Barbus barbus*) bestätigten (Tab. 1), waren Untersuchungen der Traunsedimente der Jahre 1985–1988 (Müller & Wimmer 1987, 1989) gerade in diesem Bereich zu wenig differenziert. Nachdem die bislang untersuchten Fischarten teils auf Grund ihrer Mobilität, teils durch Besatzmaßnahmen zur weiteren Eingrenzung und Lokalisierung der Emissionsquellen ausschieden, wurde nach einem weitgehend statio-

Tabelle 1: Schwermetalle in Barben in mg/kg TS (Haimstockmühle)

	Cd	Cu	Hg
Muskel	0,04±0,1 (0,3 ±0,12)	3,22± 0,62 (1,7 ± 0,9)	1,19±0,36
Leber	1,76±0,68 (3,4 ±1,68)	18,08± 4,86 (42 ±23,4)	0,82±0,75
Niere	13,9 ±2,8 (14 ±4,8)	7,18± 1,20 (6 ± 0,46)	2,53±1,35
Kieme	0,09±0,04 (1,0 ±0,17)	4,55± 0,85 (5 ± 0,8)	<0,05

Werte in Klammern aus Hofer et al. 1989

nären, schadstoffakkumulierenden Testorganismus gesucht und in *Dreissena polymorpha* gefunden. Diese ursprünglich im ponto-kaspischen Raum beheimatete Molluskenart hat von Osten her vorrückend in den späten sechziger Jahren den Neusiedlersee (Hacker & Herzig 1970), 1975 den Attersee (Jakl 1977) und in weiterer Folge zahlreiche Salzkammergutseen (Hadl et al. 1978) erreicht und auch die Seeabflüsse besiedelt, wobei hohe Bestandsdichten beobachtet werden konnten (Knoflacher & Müller 1984). Untersuchungen hinsichtlich Schwermetallanreicherung an diversen Süß- und Salzwassermuscheln (Manly & George 1977, Schulz-Baldes 1973, Wachs 1985) sowie die Tatsache, daß Filtrierer allgemein für persistente Schadstoffe gute Indikatoren abgeben, ließen *Dreissena* ebenfalls geeignet erscheinen. Die ausschließlich sessile Lebensweise der Adulttiere sowie die relativ leichte Altersbestimmung anhand der Schalen stellte ein weiteres Auswahlkriterium dar.

## 2. Probenentnahme

Die Muscheln wurden zwischen Jänner und März 1990 weitgehend bei Niederwasserführung (12–20 m<sup>3</sup>/s Pegel Roitham) Einleiter-bezogen aus Wassertiefen zwischen 20–40 cm entnommen. Erste Zwischenergebnisse zwangen im Bereich Gmunden zu einem engeren Entnahmeraster. Aus der Abbildung 1 sind Probenentnahmestellen und Einleitungen ersichtlich. Zu Vergleichszwecken bzw. zur Ermittlung eines »Nullpegels« wurden Wandermuscheln aus dem Attersee-Ausrinn, der Ager und der Mondseeache entnommen. Im Sinne der größtmöglichen Schadstoffintegration wurden möglichst große, alte Exemplare (Schalenlänge zwischen 25 und 30 mm) gesammelt; in Bereichen jüngster Besiedlung konnte diese Größenvorgabe nicht immer eingehalten werden. Mit zunehmender Entfernung vom Traunsee war eine generelle Abnahme der Häufigkeiten und Größen der Muschel erkennbar. Unmittelbar unterhalb Steyrermühl waren lediglich Exemplare mit Schalenlängen unter 20 mm zu finden, wobei aus der Altersbestimmung eine Datierung der Neubesiedlung möglich war, die mit der Einstellung der Chlorbleiche und Zellstoffproduktion bei der Steyrermühl AG (1988) zusammenfällt.

Pro Probenentnahmestelle, deren Fläche je nach Besiedlungsdichte zwischen wenigen m<sup>2</sup> und ca. 100 m<sup>2</sup> schwankte, wurden ca. 20–30 Individuen vom Substrat abgelöst und feucht-kühl gehalten lebend der weiteren Bearbeitung im Labor zugeführt.

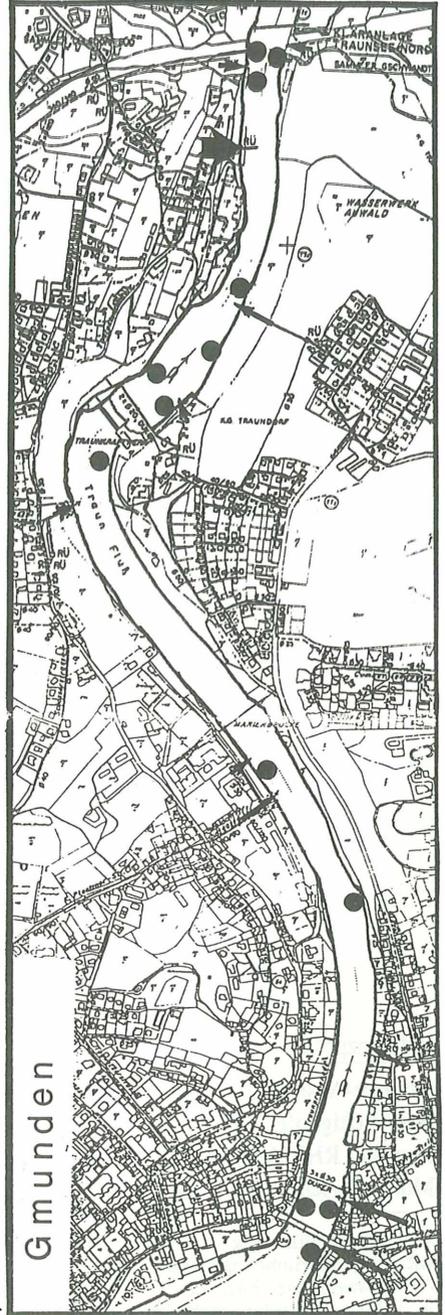
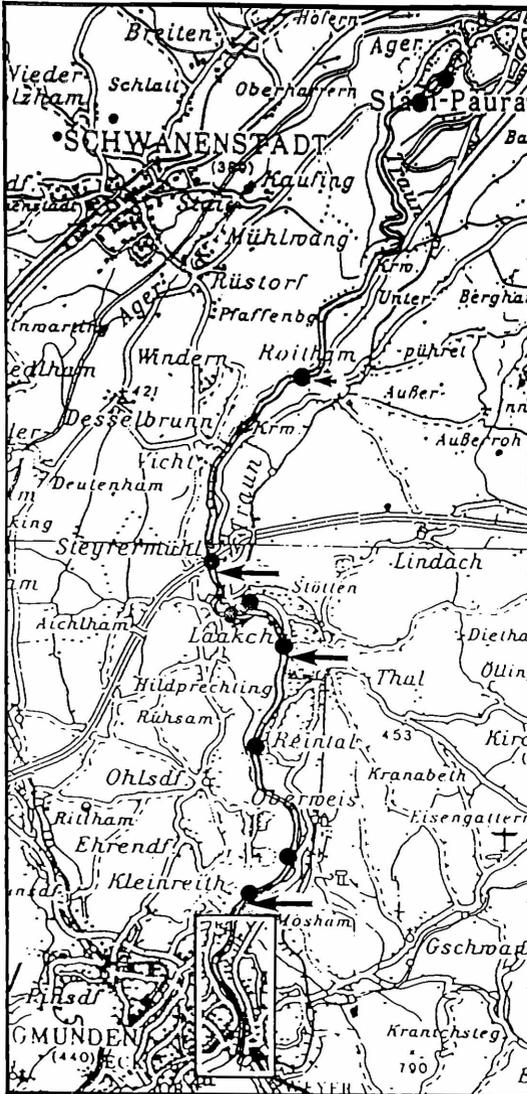
## 3. Methode

Die gesäuberten, noch fest verschlossenen Exemplare jeweils einer Besammlungsstelle wurden in siedendem, deionisiertem Wasser bis zur deutlichen Öffnung der Schale gekocht. Nach Abtropfen auf Filterpapier erfolgte eine vollständige Präparation der Weichteile unter Abtrennung noch vorhandener Byssusfäden. Von den größeren Exemplaren gelangten im Schnitt jeweils ca. 7, von den kleineren ca. 10–12 zur Einwaage. Das Verhältnis Frisch- zu Trockengewicht wurde aus einer Reihe bis zur Gewichtskonstanz bei 105° C getrockneten Parallelansätzen gewonnen. Der chemische Aufschluß von ca. jeweils 1,5 g Muschelfleisch erfolgte in 50-ml-Meßkolben mit 5 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (98%) und 2–3 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (30%). Nach einstündigem Aufschluß bei 120° C und aufgesetztem Stopfen wurde mit H<sub>2</sub>O-bidest. auf 50 ml aufgefüllt. Für die Wahl des Aufschlußmediums H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> war das thermisch stabilere Verhalten des entstehenden Cadmiumsulfats bei der thermischen Vorbehandlungsstufe im Graphitrohr ausschlaggebend.

Die Messung, bei der bei jeder Serie ein Chemikalienblindwert ermittelt wurde, erfolgte für die Elemente Cadmium (Cd), Chrom (Cr), Kupfer (Cu), Nickel (Ni) und Blei (Pb) mittels Atomabsorptionsspektrometer (AAS) 3030 B der Firma Perkin-Elmer im Graphitrohr PE HGA 600. Für Cd und Pb gelangte als Matrixmodifizier ein Gemisch aus Palladium- und Magnesiumnitrat zur Anwendung. Für die Messung von Zink (Zn) wurde die Acetylenflamme, für Quecksilber (Hg) das Hydridsystem MHS 20 von Perkin-Elmer unter Verwendung von Zinn (II) Chlorid als Reduktionsmittel eingesetzt.

Die Nachuntersuchung von Fischen aus der Traun erfolgte ebenfalls nach diesen Methoden.  
Einzelne signifikante Cadmiumwerte wurden durch Parallelbestimmung in einem weiteren Labor überprüft und bestätigt.

Abb. 1



#### 4. Ergebnisse und Diskussion

- Bereits aus der Darstellung der Gesamtmeßwerte in Tabelle 2 ist klar ersichtlich, daß
1. die Konzentrationen mit Ausnahme von Quecksilber durchwegs in mg/kg TS-Bereich (Trockensubstanz TS = Frischgewicht FG×0,182) liegen und es auch bei den nicht essentiellen Schwermetallen keine »Nullbelastung« gibt
  2. ohne genauere Kenntnis der örtlichen Verhältnisse in bezug auf Abwassereinleitungen, Hydrologie und Gewässermorphologie eine eingehende Interpretation von Meßwerten nicht oder nur unzureichend möglich ist.

Tabelle 2: Schwermetallgehalte in mg/kg TS

Untersuchungsort	Nr.	Cd	Zn	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb
Traunsee	Ostufer 1	2,88	126	2,57	20,3	<0,02	6,98	3,31
Traun km	72,90 li 2	1,31	132	1,94	11,4	<0,02	3,04	1,75
RE	→ 72,85 re 3	3,00	109	3,50	14,0	0,04	5,70	1,50
RE	→ 72,30 re 4	5,36	92	3,50	9,3	0,08	4,16	0,83
RE	→ 72,10 li 5	4,58	109	3,29	15,3	0,11	2,21	12,80
RE	→ 71,00 re 6	5,40	106	5,50	7,8	<0,02	4,90	0,40
	70,90 re 7	8,10	84	5,30	10,0	<0,02	5,20	0,30
	70,87 li 8	7,10	88	7,30	10,1	<0,02	4,10	0,27
RE	→ 70,70 re 9	6,10	72	6,30	8,3	<0,02	4,70	0,22
RE	→ 70,50 re 10	5,50	99	5,20	12,1	<0,02	4,30	0,53
RE	→ 70,20 li 11	5,40	114	5,40	10,2	<0,02	7,40	0,33
SBR	→ 70,15 li 12	4,30	96	9,10	14,7	<0,02	6,10	0,23
WB	▶ 70,14 re 13	1,60	83	4,10	8,9	<0,02	3,60	0,24
KA TSN	→ 70,00 re 14	1,60	134	3,60	8,9	0,05	5,10	0,42
	69,00 re 15	4,30	113	4,10	16,2	<0,02	4,90	0,19
	66,10 re 16	2,90	116	4,90	15,0	<0,02	4,80	0,71
PF LAG	→ 64,20 re 17	1,30	77	4,00	16,1	<0,02	6,40	2,76
	63,60 li 18	2,71	92	3,70	13,7	<0,02	4,90	0,55
KA L	→ 62,80 li 19	2,94	95	4,70	9,5	0,07	5,50	0,21
	62,90 re 20	3,18	87	2,00	11,2	<0,02	6,10	0,95
STAG	→ 61,70 re 21	2,21	102	8,44	33,4	<0,02	6,10	0,32
	57,40 re 22	1,65	98	4,80	21,0	0,04	7,07	1,02
	49,90 li 23	1,77	91	3,30	15,0	<0,02	7,00	0,44
	49,20 re 24	0,60	85	3,34	11,8	<0,02	7,67	<0,20
Referenzproben:								
Attersee-Ausrinn	25	1,75	113	1,17	10,5	0,02	6,76	0,20
Ager Pettighofen	26	1,34	102	1,94	11,1	0,02	6,37	0,35
Ager uh. RHV Attersee	27	1,10	126	2,16	12,9	0,02	10,40	0,60
Mondsee-Ache	28	1,85	118	2,54	11,2	0,02	2,40	0,98

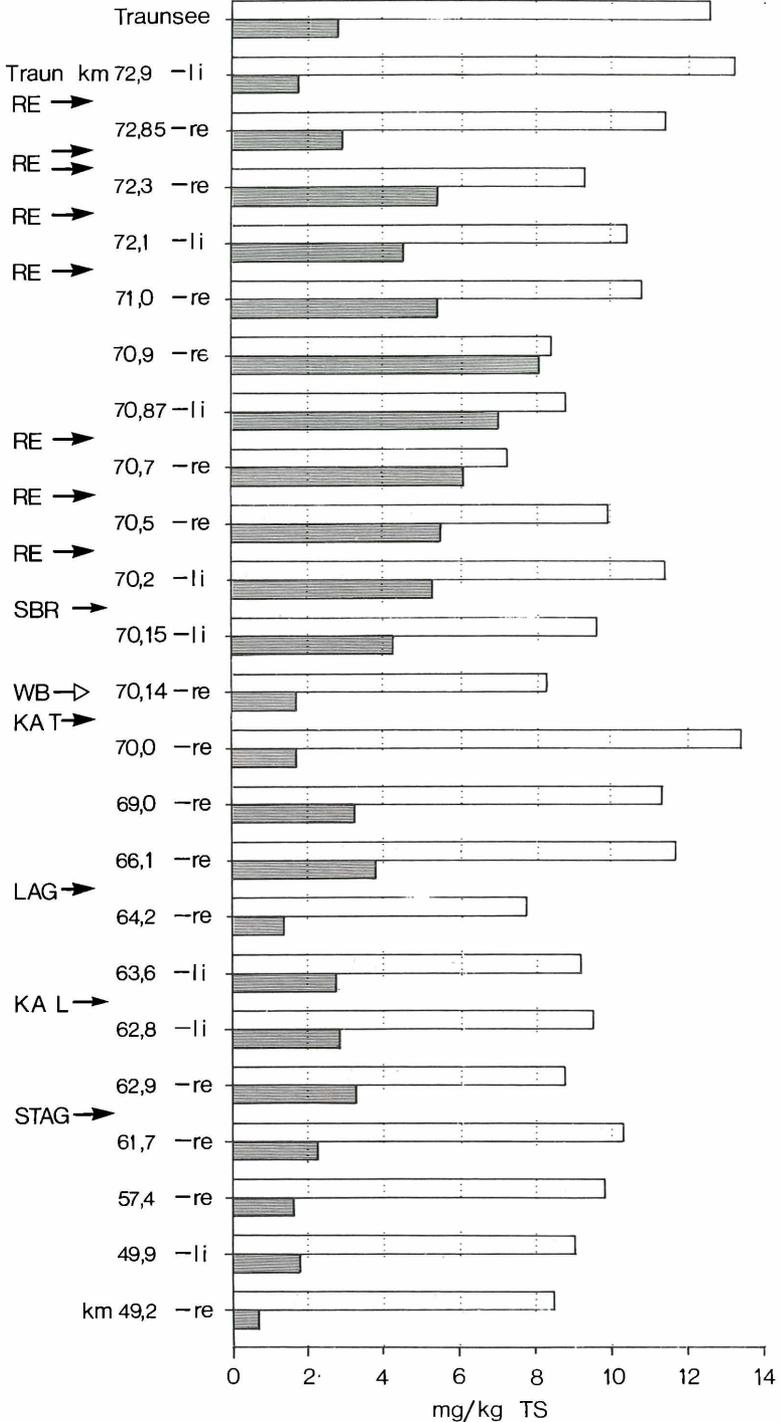
RE = Regenentlastung  
 SBR = Sperrbrunnen der OKA  
 WB = Wasserloser Bach  
 KA TSN = Kläranlage RHV Traunsee-Nord

PF LAG = Papierfabrik Laakirchen  
 KA L = Kläranlage Laakirchen  
 STAG = Papierfabrik Steyrmühl

Abb. 2

### TRAUNSEE / TRAUN

Schwermetallgehalt in Dreissena polym.



Bei Einzelbetrachtung der jeweiligen Schwermetallkonzentration im Traunverlauf können folgende Feststellungen und Aussagen getroffen werden:

#### 4.1 Cadmium (Abb. 2)

Bereits am Traunsee-Ostufer, knapp oberhalb der Straßenbrücke über den Seeausrinn, ist der Cadmiumgehalt in den Muscheln deutlich über den Vergleichswerten von Mondsee- und Atterseeabfluß, wobei die Nähe zur relativ stark frequentierten Straße sowie Dach- und Oberflächenwassereinleitungen, die sich auch in Zink- und Kupferwerten niederschlagen, zu berücksichtigen sind.

Im Gegensatz zum linksufrigen Ausrinnbereich mit wesentlich niedrigerer Konzentration steigt rechtsufrig der Cd-Gehalt mit jeder weiteren Regenentlastung im Abwassersystem von Gmunden an. Die Spitzenwerte werden bei Flußkilometer 70,90 rechtsufrig und 70,87 linksufrig unmittelbar unterhalb des OKA-Kraftwerkes Gmunden erreicht. Da zwischen der oberliegenden Referenzstelle km 71,00 und diesem Bereich keine Abwassereinleitungen vorliegen, muß hierfür der erhöhte Wasser- und damit auch Schadstofftransport über die besiedelten Substratflächen durch Verengung des Abflußquerschnittes verantwortlich sein. Trotz weiterer Regenüberläufe und Abwassereinleitungen sinken die Werte weiter flußabwärts kontinuierlich ab, so daß der Kontaminationsbereich auf den rechtsufrigen obersten Traunabschnitt bis km 71,00 eingegrenzt werden kann. Unterirdische Reinwasserzuflüsse über den sogenannten Wasserlosen Bach, aber auch der Kläranlagenablauf der Anlage des Reinhaltverbandes Traunsee-Nord führen im unmittelbaren Einmündungsbereich zu wesentlichen Konzentrationsminderungen. Vermutungen, daß die biologisch gereinigten Abwässer der Gmundner Kläranlage die hohen Cadmiumwerte in den untersuchten Fischen verursachen, können dadurch eindeutig widerlegt werden.

Wie weiters klar ersichtlich, tragen weder die Abwässer der Papierfabrik Laakirchen noch die der Steyermühl AG zu einer erhöhten Cadmiumbelastung bei.

#### 4.2 Zink (Abb. 2)

*Dreissena polymorpha*, ein aus dem marinen bzw. Brackwasserbereich stammender Organismus, besitzt zu Zink – im Gegensatz zu Cadmium ein lebenswichtiges Spurenelement – eine allgemein hohe Affinität. Emissionen von Straßen (Position 1 und 2 und bei den Vergleichsproben Attersee- und Mondsee-Ausrinn), Regenentlastungen von Mischkanalisationen sowie vor allem die Abläufe kommunaler Kläranlagen (Zink aus Trinkwasserleitungen, Dachrinnen etc.) führen zu signifikanten Anreicherungen. Antagonismen zwischen Cadmium und Zink, wie von höheren Organismen (z. B. Fischen) bekannt, waren anhand des vorhandenen Materials weder nachzuweisen noch auszuschließen.

#### 4.3 Chrom (Abb. 3)

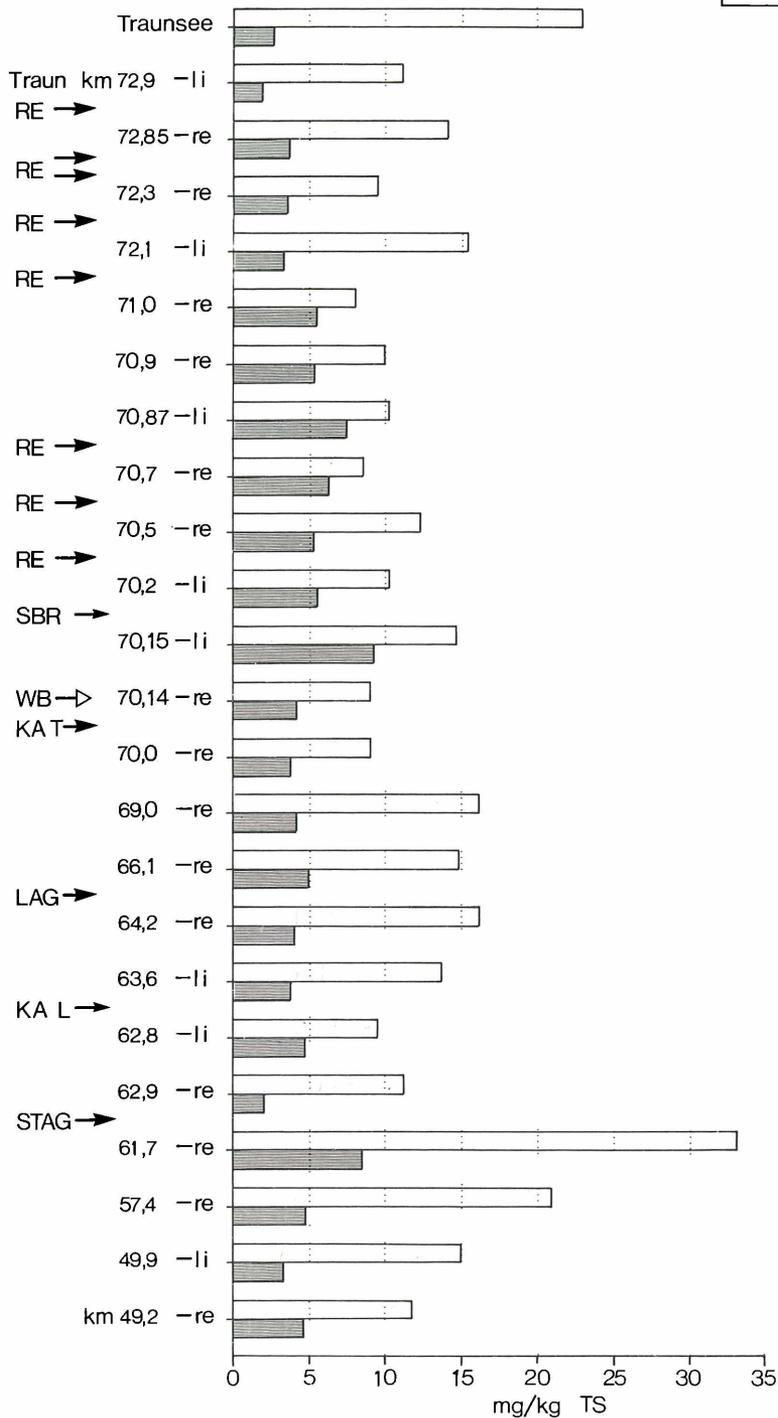
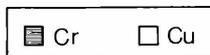
Bei einem offenkundig geogen bedingten Grundpegel zwischen 1 und 2 mg/kg TS Gesamtchrom führen diverse Abwassereinleitungen zu Aufstockungen auf 3–5 mg/kg TS.

Unterhalb eines Sperrbrunnens (km 70,15 links), der ca. 15 l/s mit <0,2 mg/l Cr abgibt, ist ein signifikanter, ca. 70%iger Anstieg zu verzeichnen. Dies, obwohl an der unterliegenden Probenstelle selbst bei Niederwasser ein Verdünnungsfaktor von größer 100 vorliegen dürfte. Dies wäre auch als weiterer Hinweis (siehe auch Kusel-Fetzmann et al. 1989) zu werten, daß die derzeit geltenden Immissionsrichtlinien des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft mit 0,05 mg/l Cr in der fließenden Welle wesentlich zu hoch liegen. Ein weiterer deutlicher Anstieg des Chroms ist lediglich unterhalb der Einleitung der biologisch gereinigten Abwässer der Steyermühl AG feststellbar. Die

Abb. 3

### TRAUNSEE / TRAUN

Schwermetallgehalt in Dreissena polym.



Gründe dafür dürften weniger produktionsspezifisch sein, als vielmehr im massiven Einsatz von korrosionsfesten Stählen im Bereich der maschinellen und abwassertechnischen Ausrüstung liegen. Insgesamt somit ein weiterer Hinweis auf die hohe Empfindlichkeit eines derartigen Nachweissystems.

#### 4.4 Kupfer (Abb. 3)

Das für Mollusken essentielle Schwermetall (Kupfer im Blutfarbstoff Hämocyanin) liegt in unbelasteten Gewässerabschnitten um bzw. unter 10 mg/kg TS.

Der relativ hohe Wert am Traunsee-Ostufer könnte mit der Ableitung von Dachwässern (Kupferdachrinnen) in Zusammenhang stehen. Der signifikante Anstieg unterhalb der Steyerrmühl AG ist produktionsspezifisch.

#### 4.5 Quecksilber (Abb. 4)

Die Quecksilberwerte liegen in weiten Bereichen unter einer matrixbedingten spezifischen Nachweisgrenze von unter 0,02 mg/kg TS. Die wenigen erhöhten Werte stehen in eindeutigen Zusammenhang mit anthropogenen Belastungen, wie etwa im Bereich km 72,10 links, wo eine Regenentlastung eines Kanalsystems mündet, in welche das Krankenhaus entwässert.

#### 4.6 Nickel (Abb. 5)

Nickel war das einzige untersuchte Schwermetall, bei dem eine eindeutig belastungsorientierte Zuordnung (ausgenommen unterhalb der Kläranlage des Reinhaltungsverbandes Attersee) nicht möglich war. Auffallend ist der allgemein hohe Anreicherungs-faktor.

#### 4.7 Blei (Abb. 5)

Im Nahbereich von Straßen sowie Straßenentwässerungssystemen sind die Bleiwerte deutlich erhöht. Der Spitzenwert wurde unterhalb der Regenentlastung, die bereits im Zusammenhang mit dem Quecksilberspitzenwert aufscheint, gemessen. Der deutliche Anstieg unterhalb der Papierfabrik Laakirchen ist einleiterspezifisch. Die lokale Belastung unmittelbar unterhalb der Emissionen ist charakteristisch für das Blei und ein deutlicher Hinweis auf einen überwiegend partikulären Schadstoffausstoß.

### 5. Zusammenfassung

*Dreissena polymorpha* ist ein ausgezeichneter Indikatororganismus für Schwermetalle. Über Anreicherungs- und Speichervorgänge werden auch kurzfristige Stoßbelastungen, wie sie etwa bei Regenentlastungen von Kanalsystemen auftreten, über den Lebenszeitraum des Organismus integrierend erfaßt. Somit können Schwermetalle in Konzentrationen, die im Wasser nicht mehr oder nur unter hohem analytischen Aufwand zu messen sind, über biologische Mechanismen nachgewiesen werden.

Die vorliegenden Untersuchungen erlauben eine Eingrenzung der möglichen Cadmiumbelastung und eine Lokalisierung einer Reihe weiterer Schadstoffquellen. Aufgrund präziserer Aussagen bezüglich der Schwermetalle übertrifft das hier vorgestellte Nachweisverfahren das von Sediment- und Fischuntersuchungen, wodurch sich neue Möglichkeiten eines Biomonitorings eröffnen.

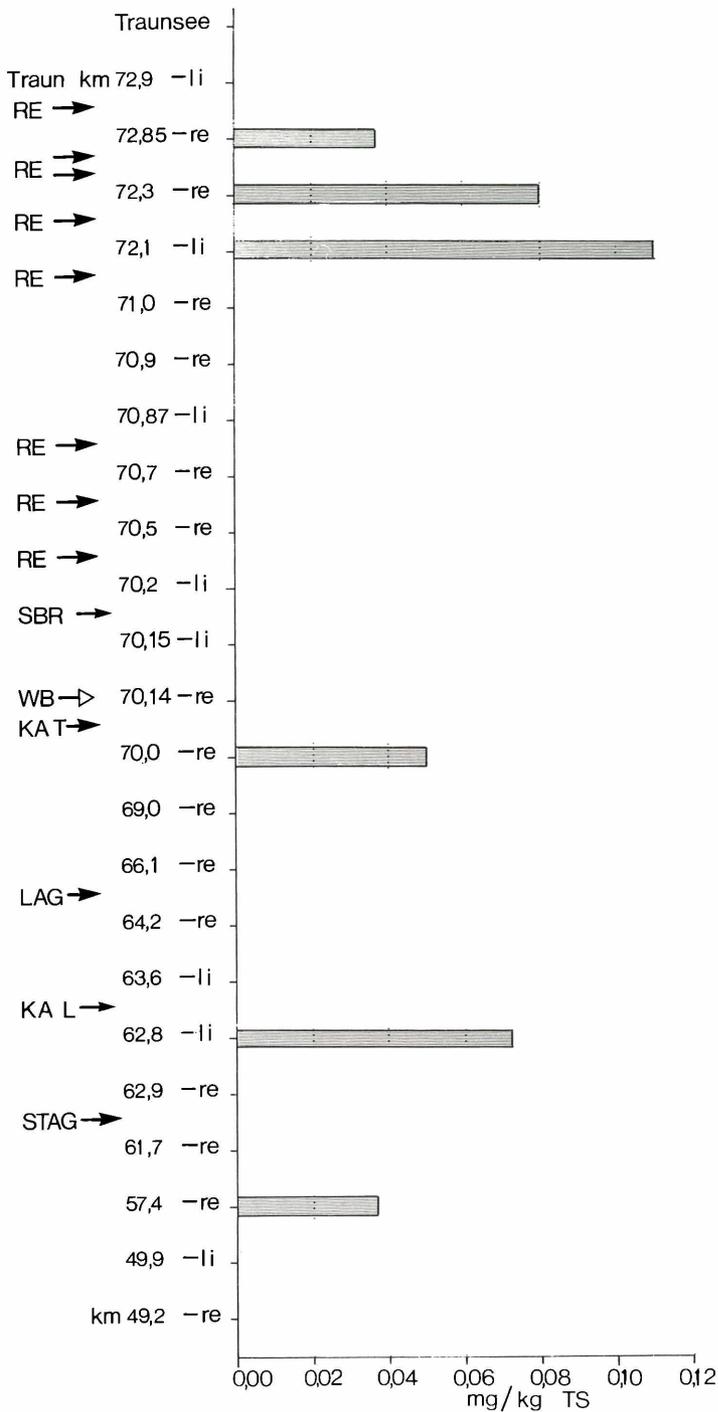
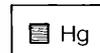
### 6. Nachtrag

Ähnliche Untersuchungen wurden auch an der Ager begonnen. Hier zeigte sich, daß *Dreissena* derzeit unterhalb der Einleitung von Viskoseabwässern im Bereich Lenzing zumindest längerfristig nicht überleben kann. Die Frage, ob Schadstoffe oder zu geringe Wachstumsleistungen in Relation zum Mikrobenthos das Aufkommen verhindern, ist derzeit noch offen.

Abb. 4

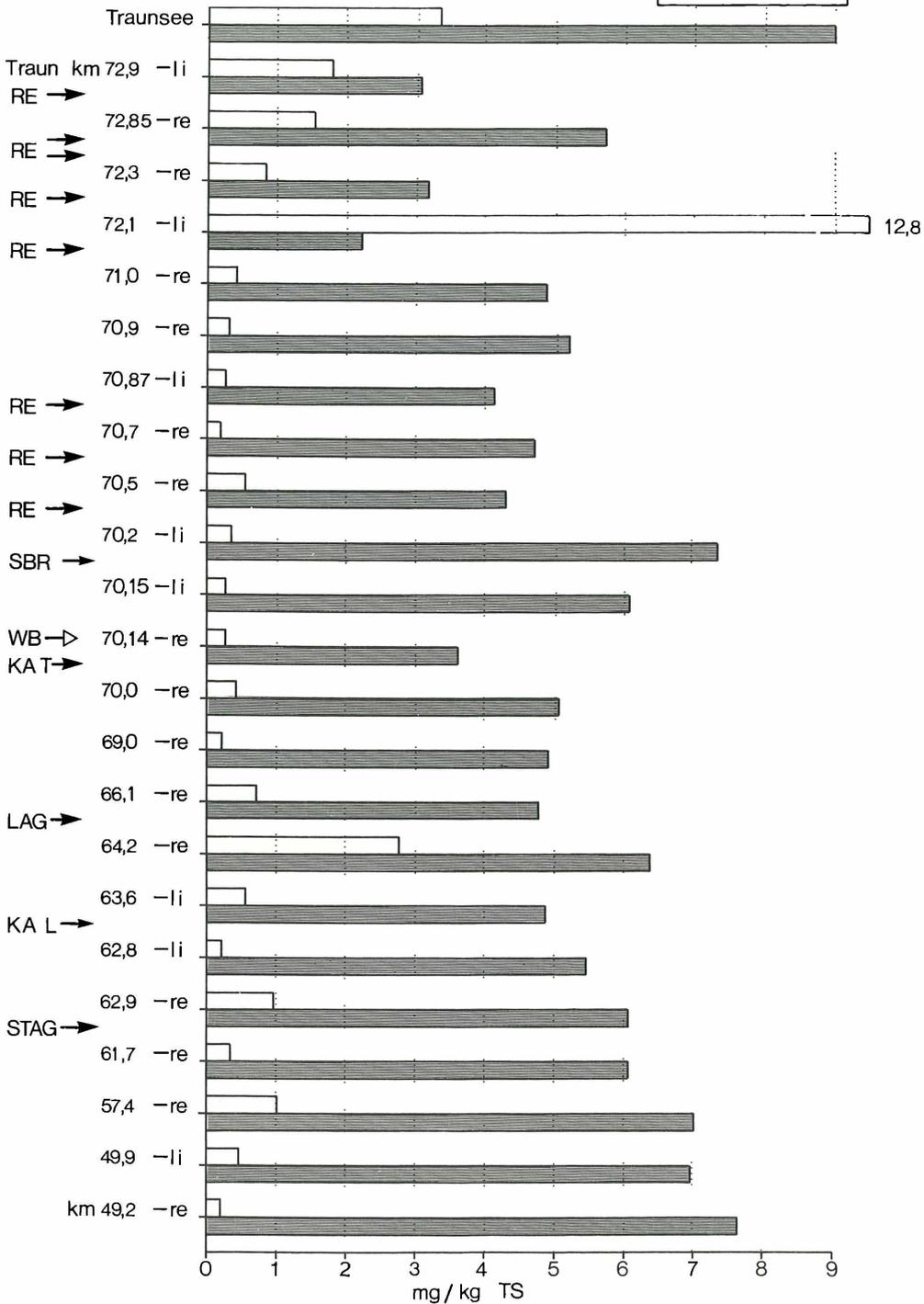
### TRAUNSEE / TRAUN

Schwermetallgehalt in Dreissena polym.



## TRAUNSEE / TRAUN

Schwermetallgehalt in Dreissena polym.



## 7. Summary

*Dreissena polymorpha* is an excellent organic indicator for heavy metals. Its storage- and feeding characteristics facilitate the detection of even short-term pollution of its habitat. Heavy metals in very low concentrations, which in water can no longer be found, or only with complicated analytical and technical measures, can easily be traced biologically in this organism.

The present study allows an exact definition of possible Cadmiumpollution and the localization of a series of other pollutants. For heavy metals this method surpasses the conventional techniques of sediment- and fish analysis, thus opening further possibilities for biological monitoring.

### LITERATUR

- Hacker, R., und A. Herzig, (1970): Erstes Auftreten der Wandermuschel *Dreissena polymorpha* PALLAS im Neusiedlersee. Anz. Österr. Akad. Wiss. math.-nat. Kl., 15, S. 265-267
- Hadl, G., O. Moog, G. Müller, A. Müller-Jantsch (1978): Zum Auftreten der Wandermuschel *Dreissena polymorpha* PALLAS im Salzburger und oberösterreichischen Salzkammergut. Österr. Fischerei 31, 8/9, S. 163-165
- Hofer, R., F. Bucher, G. Köck, S. Weyrer (1989): Fischpathologische Untersuchungen in Traun und Ager. Inst. f. Zoologie, Univ. Innsbruck, Projektbericht für das Land Oberösterreich
- Jakl, H. L. (1977): *Dreissena polymorpha* - neu für den Attersee in Oberösterreich. Mitt. dtsh. malak. Ges., 3, (31) Frankfurt/M., S. 340-342
- Knoflacher, M., G. Müller (1984): Beiträge zur Ökologie der überwinternden Wasservögel am Mondsee. Jb. Ö. Mus.-Ver. Bd. 129/1, S. 287-316
- Kusel-Fetzmann, E. M. Latif, B. Zach (1989): Vergleichende Toxizitätsbestimmungen ausgewählter Schadstoffe mittels Algen als Indikatororganismen. Wasserwirtschaft - Wasservorsorge, BM. f. L. u. F., Wien, S. 213
- Manly, R., W. O. George (1977): The occurrence of some heavy metals in populations of the freshwater mussel *Anodonta anatina* (L.) from the River Thames. Environment Pollut. 14, S. 139-154
- Müller, G., W. Wimmer (1987): Schwermetallgehalte in Sedimenten oberösterreichischer Fließgewässer. Amtlicher Oberösterreichischer Wassergüteatlas, Nr. 14, S. 385
- Müller, G., W. Wimmer (1989): Schwermetallgehalte in Sedimenten oberösterreichischer Fließgewässer - Fortschreibung. Amtlicher Oberösterreichischer Wassergüteatlas, Nr. 17, S. 174
- Schulz-Baldes, M. (1973): Die Miesmuschel *Mytilus edulis* als Indikator für die Bleikonzentration im Weserästuar und in der Deutschen Bucht. Mar. Biol. 21, S. 98-102
- Wachs, B. (1985): Schwermetallgehalt der Benthosorganismen des schiffbaren Mains. 25. Arbeitstagung IAD, Bratislava 1985, S. 17-21

Anschrift der Verfasser:

Dr. Peter Meisriemler, Dr. Maria Hofbauer, Hermann Miesbauer, Gewässerschutz, Amt der oö. Landesregierung, Kärntnerstraße 12, A-4020 Linz

E. Ritter, E. Staub und A. Krämer

## Die Barsch-Kohorte 1988 im Bodensee: Wachstum im Vergleich mit früheren Kohorten

### 1. Einleitung

Im Bodensee-Obersee wurde der Jahrgang 1988 des Flußbarsches (*Perca fluviatilis*) auf rund 9 Mio Individuen geschätzt (Hartmann & Blank 1989), was weit über dem Durchschnitt liegt. Große Kohorten können sowohl das eigene Wachstum als auch dasjenige nachfolgender Jahrgänge negativ beeinflussen (Weatherley & Gill 1987). Ein Zusammenhang zwischen Populationsstärke und Wachstums- respektive Fangverzögerung konnte beim Bodensee-Barsch erstmals anhand der Fänge des Sommers 1984 beobach-

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichs Fischerei](#)

Jahr/Year: 1990

Band/Volume: [43](#)

Autor(en)/Author(s): Meisriemler Peter, Hofbauer M., Miesbauer H.

Artikel/Article: [Nachweis von Schwermetallemissionen mittels der Wandermuschel Dreissena polymorpha PALLAS in der Traun 219-229](#)