

Wissenschaft

Österreichs Fischerei

Jahrgang 43/1990

Seite 110–116

Rudolf Hofer und Franz Bucher

Fischpathologische Aspekte der Papier- und Zellstoffproduktion in Österreich

Die Holzverarbeitende Industrie Österreichs (Zellstoff-, Viskosefaser- und Papierherstellung) zählt trotz größter Bemühungen noch immer zu den Hauptverschmutzern unserer Fließgewässer. Derzeit liegt der Pro-Kopf-Verbrauch an Papier bei etwa 200 kg pro Jahr und diese Menge wird in Zukunft sicher weiter steigen. Immerhin wurden mit zunehmendem Umweltbewußtsein den Werken Auflagen erteilt, sodaß sich trotz steigender Produktion die Abwasserbelastung wesentlich vermindert hat. Diese positive Entwicklung ist u. a. am Beispiel der Zellstoff- und Papierfabrikation an der Mur deutlich zu dokumentieren, wo in den letzten zwanzig Jahren die Produktion verdoppelt wurde (von 580 auf 1150 t Zellstoff pro Tag), die Abwasserbelastung jedoch auf ein Siebtel (von 700 auf 100 t CSB pro Tag) gesunken ist. Dies wurde einerseits durch Umstellung von der enorm gewässerbelastenden Ca-Sulfit- auf die Mg-Sulfittechnik mit Chemikalienrückgewinnung bzw. auf das Sulfatverfahren, und andererseits durch den Bau mechanischer und biologischer Kläranlagen erreicht. Es konnte dadurch sowohl die Belastung durch toxische Substanzen als auch durch Nährstoffe (Holzbestandteile) reduziert werden. Heute stellt die Chlorbleiche das größte Problem dar: Das zur Bleichung des bräunlichen Zellstoffs verwendete Chlorgas, Chlordioxid bzw. Hypochlorit bildet mit Holzderivaten z. T. äußerst toxische und vor allem persistente chlorierte Kohlenwasserstoffe. So stammt heute bei Werken mit biologischer Abwasserreinigung der überwiegende Teil der Belastung aus der Chlorbleiche (etwa 70%), während noch vor zwanzig Jahren die Belastung durch Bleichabwässer nur 6% der Gesamtbelastung ausgemacht hat (Fleckseder, 1989). Eine Abhilfe kann nur ein neuerlicher Umstieg auf andere Technologien (z. B. Sauerstoffbleiche) und gleichzeitig ein Verzicht des Konsumenten auf übertrieben weißes Papier sein. Mit Hilfe der umweltschonenderen Bleichtechnik mit Sauerstoff und Wasserstoffperoxid kann nämlich nicht mehr der extreme Weißheitsgrad erreicht werden wie mit Chlor. Diese minimale Qualitätseinbuße ist jedoch selbst bei Reproduktion von Farbbildern akzeptabel.

Worin besteht die Belastung der Gewässer durch die Abwässer der Holzverarbeitenden Industrie?

In früheren Zeiten der fehlenden oder ungenügenden Abwasserreinigung war vor allem die Belastung mit gelösten und ungelösten organischen Stoffen (z. B. Holzfasern) dominierend. Die Auswirkungen wurden z. T. durch gleichzeitige energiewirtschaftliche Nutzung in Staubereichen noch verstärkt (z. B. in der Traun). Das Resultat war eine Gewässergüte um IV mit extrem verarmten Lebensgemeinschaften. Die Fische in diesen Flüssen zeigten zwar enorme Wachstumsraten, wie z. B. in der Traun (Kainz, 1984; Jungwirth & Schmutz, 1987), die Reproduktion wurde jedoch durch Verschlammung der Sedimente schwer beeinträchtigt und kam in Staubereichen vollständig zum Erliegen.

Eine zweite Komponente der Belastung bilden die im Verarbeitungsprozeß eingesetzten Chemikalien (z. B. Schwefelverbindungen), die bei modernen Technologien größtenteils wieder zurückgewonnen werden, und aus Holz gelöste Schadstoffe (z. B. Resin). Diese

Substanzen sind durch biologische Kläranlagen weitestgehend in den Griff zu bekommen. Wird aber der Zellstoff chlorgebleicht, entsteht eine Reihe chlorierter organischer Verbindungen, die um vieles toxischer und persistenter als die Ausgangsstoffe sind. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß ihre Toxizität durch Bindung bzw. Adsorption an organische Substanzen oder Partikel wesentlich reduziert werden kann (Black & Mc Carthy, 1988). So ist die Huminsäure der Zellstoffabwässer in der Lage, bis zu 90% der chlorierten organischen Verbindungen zu »neutralisieren« (Mc Carthy & Jimenez, 1985).

Beide Belastungen – organische Nährstoffe sowie toxische Substanzen – führen zu gravierenden Beeinträchtigungen des Ökosystems. Sowohl die Veränderung des Wasserchemismus als auch die der Lebensgemeinschaften (von Bakterien über pflanzlichen Aufwuchs bis zum Makrozoobenthos) stellen die Grundlage für die Einteilung in Gewässergüteklassen dar. Der Fisch, als meist letztes Glied in der Nahrungspyramide, wird hingegen selten als Indikator für Umweltbelastungen herangezogen, obwohl er sich als hoch organisierter und langlebiger Organismus zum Nachweis chronischer Belastungen ausgezeichnet eignet.

Hinsichtlich der Einflüsse von Zellstoffproduktionsabwässern auf Fische liegen fast ausschließlich Untersuchungen über Sulfatzellstoffbetriebe aus dem skandinavischen und z. T. auch kanadischen Raum vor.

Abwässer aus der Sulfat-Zellstoffproduktion mit Chlorbleiche sind je nach Produktion und Abwasserbehandlung bei einer Verdünnung zwischen 7 und 50% akut toxisch (ausgedrückt durch die 96h-LC50-Konzentration, das ist die Konzentration, bei der innerhalb 96 Stunden 50% der Fische sterben; Soivio et al., 1988; Härdig et al., 1988; Bengtson et al., 1988), ungereinigte Abwässer der Chlorbleiche sogar bei 4–8% (Oikari, 1987).

Bei chronischer Belastung sind schon bei Verdünnungen zwischen 0,1 und 0,6% erste gesundheitliche Beeinträchtigungen der Fische zu erwarten. Dabei wurden Verminde-

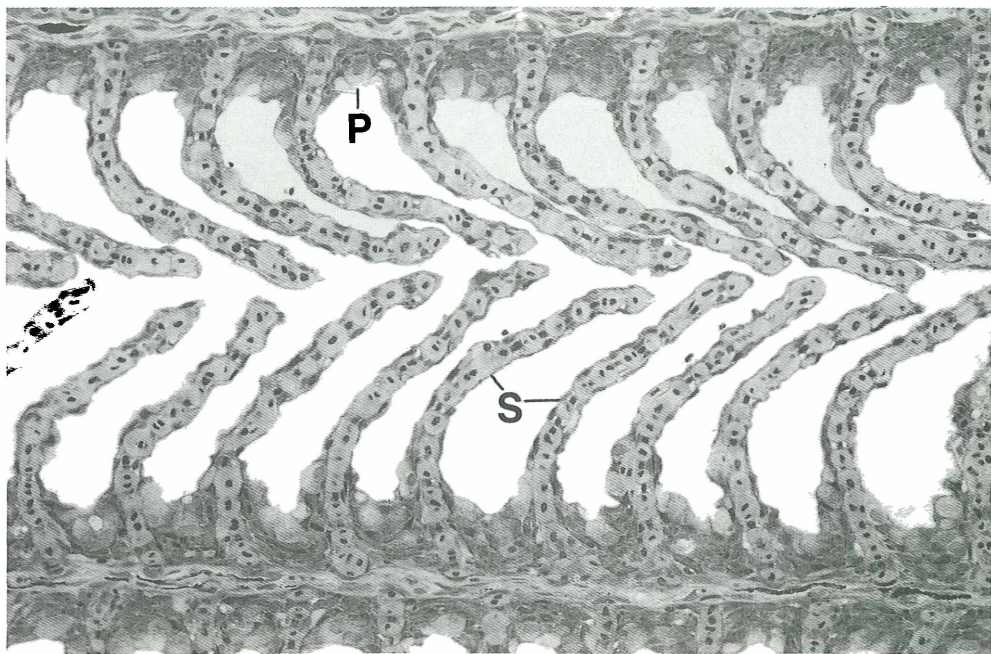


Abb. 1: Normale Kieme einer Schmerle, P = Primärlamelle, S = Sekundärlamelle

Tabelle 1: Produktionsart einiger holzverarbeitender Industrien Österreichs und die Gewässergüte (Wasserwirtschaftskataster 1988) der mit den Abwässern belasteten Flüsse.

*) Die Untersuchungen im Bereich Steyrmühl fielen in eine Umstellungsperiode der Produktion und Abwasserreinigung (Sulfitzellstoff- und Papierproduktion ohne Abwasserreinigung zu Papierproduktion mit Abwasserreinigung).

Holzverarb. Betrieb	vorwiegende Produktion	belastete Gewässer	Gewässergütekategorie
Lenzing-AG	Viskosefaser, Mg-Sulfitzellst., Papier teilweise Chlorbleiche	Ager	III-IV
Pöls	Sulfatzellstoff mit Chlorbleiche	Pöls Mur / Zeltweg	III-IV II-III
Nettingsdorf	Sulfatzellstoff ohne Bleiche, Papier	Krems	IV
Leykam Mürztaler	Mg-Sulfitzellstoff mit Chlorbleiche, Papier	Mur Gratkorn – Graz	III-IV
Steyrmühl*) Laakirchen	Papier Papier	Traun	II-(III)

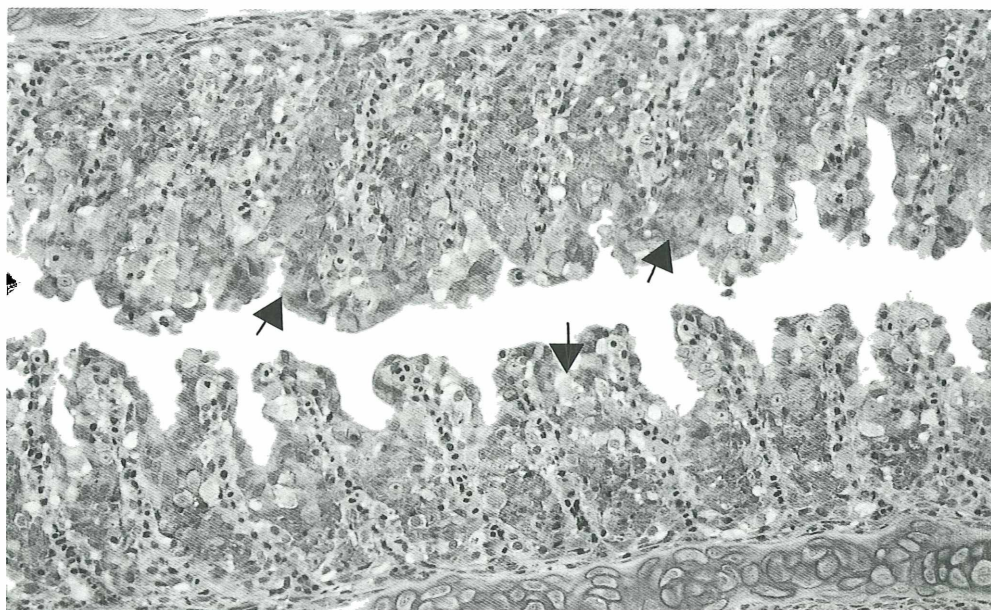


Abb. 2: Hyperplastisches interlamellares Kiemenepithel eines Aitels – Raum zwischen den Sekundärlamellen zum Teil vollständig mit proliferierenden Epithelzellen ausgefüllt (Pfeile)

rung der Fertilität, Störungen in der Embryonal- und Larvalentwicklung, Verformungen des Skeletts, Verhaltensstörungen, Reduktion der Schwimmleistung, Störungen des Ionenhaushaltes und Schwächung des Immunsystems beobachtet (Larsson et al., 1988; Sandström et al., 1988; Andersson & Förlin, 1988; Sivarajah et al., 1978; Vuorinen & Vuorinen, 1987; Bengtson et al., 1988; Bengtson, 1988; Härdig et al., 1988; Sprague & Durury, 1969; Myllyvirta & Vuorinen, 1989; Howard, 1975; Soivio et al., 1988). Über histopathologische Veränderungen konnten im wesentlichen nur Informationen über Auswirkungen von im Zellstoffabwasser vorkommenden Einzelkomponenten gefunden werden, während kaum Daten über histopathologische Folgen des Gesamtabwassers zur Verfügung stehen (Couillard et al., 1988). Genauso scheinen detaillierte Untersuchungen über Auswirkungen der Abwässer der Mg-Sulfit-Zellstoffproduktion zu fehlen.

Im Rahmen von histopathologischen Fischuntersuchungen in Traun, Ager und Mur (finanziert durch die Länder Oberösterreich und Steiermark und die Papierfabrik Steyrermühl) wurden u. a. auch die Auswirkungen der an diesen Flüssen lokalisierten holzverarbeitenden Industrie (Tabelle 1) berücksichtigt. Wie bereits erwähnt, fällt vor allem die Zellstoffproduktion zunächst durch eine starke Eutrophierung des Gewässers auf, was sich bei den in Tab. 1 genannten Zellstoffwerken mit einer Gewässergüte zwischen III und IV äußert. Die gesundheitliche Belastung der Fische wird jedoch in erster Linie durch die im Abwasser enthaltenen Schadstoffe verursacht. Es war jedoch erstaunlich, daß trotz starker Abwasserbelastung Fischarten bestandsbildend auftraten, die im allgemeinen als sehr empfindlich gelten. Dies betrifft vor allem die Koppe in der Abwasserfahne der Papierfabrik Steyrermühl und den Strömer in der Mur am südlichen Stadtrand von Graz. Auch Elritzen und Äschen konnten nach dem Standort Gratkorn gefangen werden.

Als gemeinsames pathologisches Merkmal aller in den Abwässern holzverarbeitender Industrien untersuchten Fische fällt eine deutliche Beeinträchtigung der Kiemen auf, die sich in Verdickungen und Proliferationen der Kiemenepithelien (Abb. 2 und 3) sowie in

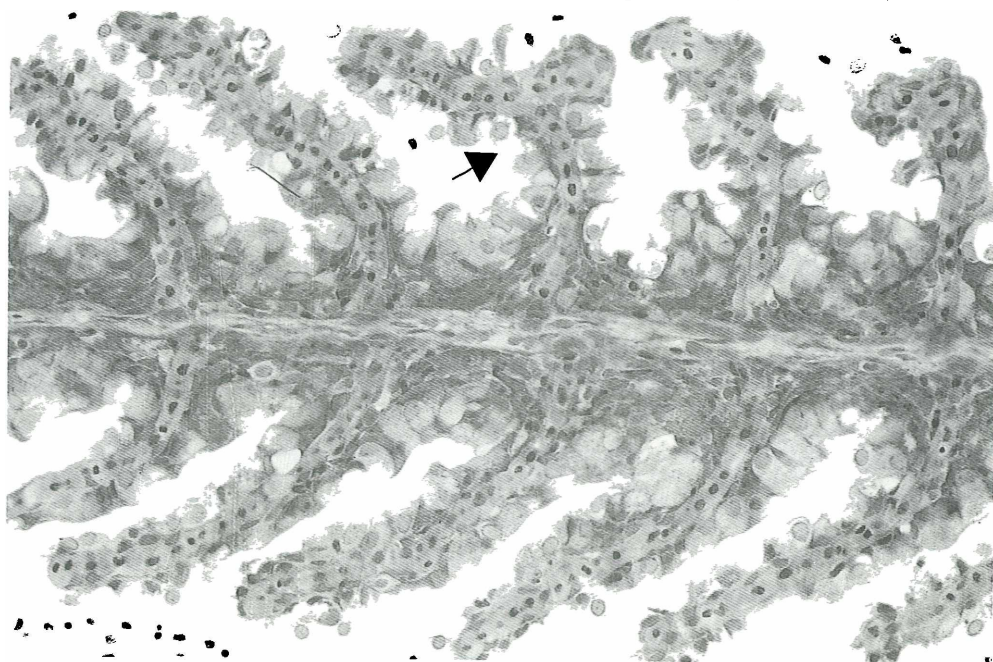


Abb. 3: Kieme einer Schmerle mit deutlich hypertrophierten Sekundärlamellen – Verdickung hauptsächlich bedingt durch eine Proliferation und Schwellung von Chloridzellen (Pfeile)

der Vermehrung von Schleimzellen (Schutzfunktion, Abb. 4) und Chloridzellen (Ausdruck von Störungen des Ionenhaushaltes) äußern (Abb. 3). Trotz unterschiedlicher Fischarten waren diese Merkmale an allen Standorten in ähnlichem Ausmaß vorhanden, außer in der Mur bei Zeltweg (Einflußbereich des Pöls Zellstoffwerkes), wo regelmäßig punktuelle Wucherungen der Stützzellen (charakteristisch geformte Zellen, die die Bluträume der Kiemenlamellen bilden) auftraten, die in der Literatur offensichtlich nicht beschrieben sind.

Insgesamt bedeuten die Kiemenveränderungen eine deutliche, wenn auch nicht akut lebensbedrohende Einschränkung der Funktion bzw. sind Ausdruck von Schutz- (Schleimzellen) und Stoffwechselreaktionen (Chloridzellen).

Wesentlich uneinheitlicher reagieren Leber und Niere, deren Zustand von überhaupt nicht (Mur vor und nach Graz) bis deutlich beeinträchtigt (übrige Standorte) zu bezeichnen ist. In der Traun bei Laakirchen und Steyrermühl ist durch das zusätzliche Vorhandensein anderer Schadstoffquellen bzw. der zum Untersuchungszeitpunkt gerade laufenden technischen Umstellungen eine Interpretation der Organschäden schwierig.

Die pathologischen Veränderungen in der Leber hatten in Nekrosen und Verfettungserscheinungen ein gemeinsames Merkmal. Wiederum wiesen Fische (Äschen) der Mur bei Zeltweg (Pöls) mit Gallengangtumoren eine außergewöhnliche und sehr ernst zu nehmende Schädigung auf. Die Nierenschäden waren sehr unterschiedlich und betrafen praktisch alle Abschnitte des Nephrons. Auf Grund des heterogenen Erscheinungsbildes der Niere ist eine spezifische Zuordnung zu den Zellstoff- und Papierabwässern schwer möglich.

Trotz etlicher Übereinstimmungen des pathologischen Musters in Kieme und Leber an mehreren Produktionsstandorten fallen die Standorte Pöls (Sulfatzellstoff mit Chlorbleiche) durch spezifische Schäden in Kiemen und Leber sowie Gratkorn (Sulfitzellstoff mit Chlorbleiche und Papier) durch ausgezeichnete Befunde in Leber und Niere auf. Wie weit dies auf unterschiedliche Produktionsverfahren und Abwasserreinigung zurückzu-

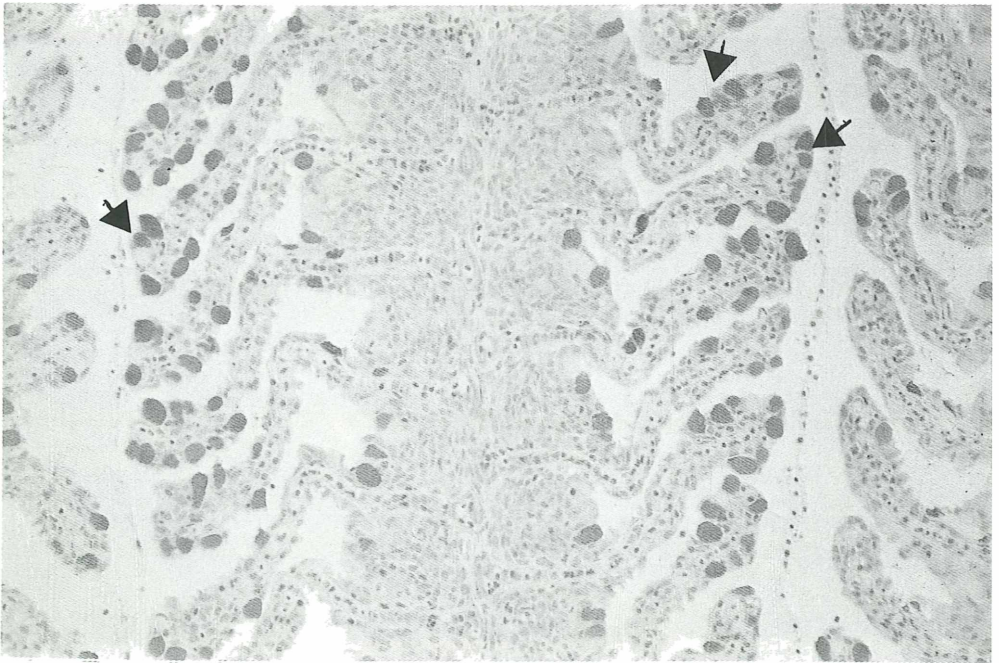


Abb. 4: Kieme eines Aitels mit Schleimzellproliferation (schwarze Zellen)

führen ist, kann noch nicht beurteilt werden. Eine vergleichende Untersuchung der Fische im Einflußbereich österreichischer Papier- und Zellstofffabriken mit unterschiedlichen Produktions- und Abwassertechnologien wäre in Hinblick auf die derzeit laufenden Bemühungen der Abwasserreinigung und Flußsanierung von größter Bedeutung.

Summary

Fishpathological aspects of paper and pulp production in Austria.

Since paper and pulp production lead to heavy contaminations of natural waters their effluents are progressively purified. Nevertheless, several organic compounds, particularly chlorinated hydrocarbons, still affect aquatic organisms. In three Austrian rivers the effect of paper, sulfite and kraft mills on fish have been studied.

Despite different technologies and different treatments of wastewaters the effluents of two paper mills, two bleached sulfite mills and one unbleached kraft mill located on three Austrian rivers, caused uniform histopathological changes in fish gills: hyperplasia and hypertrophy of gill epithelia, proliferation of chloride and mucous cells.

Only the effluent of a bleached kraft mill caused focal proliferations of pillar cells of the secondary lamellae.

In the kidney and particularly in the liver, however, the histopathological responses were extremely diverse at different localities, ranging from completely healthy organs to heavy pathological changes, like extended necroses or cholangiomas in the liver. The latter symptom was found only in the river polluted by a bleached kraft mill.

LITERATUR:

- Andersson, T. und Foerlin, L., 1988: Biochemical and physiological disturbances in fish inhabiting coastal waters polluted with bleached kraft mill effluents. *Marine Environmental Research* 24, 233-236
- Bengtsson, B.-E., 1988: Effects of pulp mill effluents on skeletal parameters in fish – a progress report. *Wat. Sci. Techn.* 20(2), 87-94
- Bengtsson, B.-E., Bengtsson, A., and Tjaernlund, U., 1988: Effects of pulp mill effluents on vertebrae of four-horn sculpin, *Myoxocephalus quadricornis*, bleak, *Alburnus alburnus*, and perch, *Perca fluviatilis*. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 17, 789-797
- Black, M. C. and McCarthy, J. F., 1988: Dissolved organic macromolecules reduce the uptake of hydrophobic organic contaminants by the gills of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Environ. Toxicol. Chem.* 7, 593-600.
- Couillard, C. M., Berman, R. A., and Panisset, J. G., 1988: Histopathology of rainbow trout exposed to a bleached kraft pulp mill effluent. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 17, 319-323
- Fleckseider, H., 1989: Die Abwassersituation der Zellstoff- und Papierindustrie im Einzugsbereich der Mur. Schlagwort Wasser, Reizwort Zellstoff – Tagung in Gratkorn, 1-10.
- Haerdig, J., Andersson, T., Bengtsson, B.-E., Foerlin, L., and Larsson, A., 1988: Long-term effects of bleached kraft mill effluents on red and white blood cell status, ion balance, and vertebral structure in fish. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 15, 96-106
- Howard, T. E., 1975: Swimming performance of juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) exposed to bleached kraft pulpmill effluent. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 32, 789-793.
- Jungwirth, M. and Schmutz, S., 1987: Kraftwerk Edt/Traun – Landschaftsökologische Begleitplanung: Hydrobiologie und Fischerei. Umweltforschung am Traunfluß, 65-88.
- Kainz, E., 1984: Fischereiliche Untersuchungen an der Traun bei Marchtrenk vor und nach dem Einstau des Kraftwerkes. *Österr. Wasserwirtschaft* 36(5/6), 123-126
- Larsson, A., Andersson, T., Foerlin, L., and Haerdig, J., 1988: Physiological disturbances in fish exposed to bleached kraft mill effluents. *Wat. Sci. Tech.* 20(2), 67-76
- McCarthy, J. F. and Jimenez, B. D., 1985: Reduction in bioavailability to bluegills of polycyclic aromatic hydrocarbons bound to dissolved humic material. *Environ. Toxicol. Chem.* 4, 511-521
- Myllyvirta, T. P. and Vuorinen, P. J., 1989: Effects of bleached kraft mill effluents (BKME) on the schooling behavior of vendace (*Coregonus albula* L.). *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 42, 262-269.
- Oikari, A. O. J., 1987: Acute lethal toxicity of some reference chemicals to freshwater fishes of Scandinavia. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 39, 23-28
- Sandstroem, O., Neuman, E., and Karas, P., 1988: Effects of a bleached pulp mill effluent on growth and gonad function in Baltic coastal fish. *Wat. Sci. Tech.* 20(2), 107-118
- Sivarajah, K., Franklin, C. S., and Williams, W. P., 1978: Some histopathological effects of aroclor 1254 on the liver and gonads of rainbow trout, *Salmo gairdneri* and carp, *Cyprinus carpio*. *J. Fish Biol.* 13, 411-414

- Soivio, A., Nikunen, E., and Tuurala, H., 1988: Acute response to sodium hypochlorite in rainbow trout acclimatized to pulp and paper mill effluents. *Aquat. Toxicol.* 13, 77-88
- Sprague, J. B. and Drury, D. E., 1969: Avoidance reactions of salmonid fish to representative pollutants. In »Advance in Water Pollution Research«. *Proc. 4th Internat. Conf.*, Prague. Pergamon Press, pp 169-179
- Vuorinen, M. and Vuorinen, P. J., 1987: Effects of bleached kraft mill effluent on early life stages of brown trout (*Salmo trutta* L.). *Ecotoxicol. Environ. Saf* 14, 117-128

Anschrift der Verfasser:

Univ.-Doz. Dr. Rudolf Hofer; Mag. Franz Bucher,

Institut für Zoologie der Universität Innsbruck, Technikerstraße 25, A-6020 Innsbruck

Österreichs Fischerei

Jahrgang 43/1990

Seite 116–119

Michael R. Wintersteiger

Zur Schätzung der Dichte einer Signalkrebspopulation mit der De-Lury-Methode

Einleitung

In den 20 Jahren seit der ersten Einführung von Signalkrebsen in Österreich hat sich das Interesse der Fischereibewirtschafter und auch der Öffentlichkeit für Krebse deutlich gegenüber den früheren Jahrzehnten belebt. Dem Zeitgeist entsprechend gab es in den letzten Jahren auch Initiativen zur Produktion von europäischen Edelkrebsen für Besatzzwecke.

Traditionell bedingt ist die Bewirtschaftung von Krebsbeständen als Felmbetrieb üblich, wobei alle Jahrgänge im selben Teich gehalten werden und nur die größten Krebse mehr oder weniger konsequent als Speisekrebse gefangen werden. Bis auf eine Ausnahme in Oberösterreich hat sich hier bisher keine professionelle Speisekrebszucht entwickelt. Die Gründe dafür liegen weniger in der Leistungsfähigkeit der zu Speisezwecken genutzten Arten, als vielmehr in einem gravierenden Mangel an Wissen zur Kребsteich- und Bestandspflege.

Um eine befriedigende Wuchsleistung der Tiere und damit einen nennenswerten Ertrag an Speisekrebsen zu erzielen, ist eine der wichtigsten Fragen die nach der jeweiligen Bestandsdichte. Krebse werden sehr oft in nicht ablaßbaren Gewässern gehalten. Man ist daher bei der Beurteilung von Populationsdichten auf Schätzungsmethoden angewiesen. Bei wissenschaftlichen Untersuchungen wird dafür meist eine Fang- und Rückfangmethode verwendet (Petersen, 1896). Dazu werden in einem ersten Arbeitsgang gefangene Krebse markiert und wieder ins Wohngewässer zurückversetzt. In einem zweiten Arbeitsgang werden nochmals Krebse gefangen und mit Hilfe des Verhältnisses von markierten zu unmarkierten Tieren kann dann die Gesamtzahl der fangbaren Tiere geschätzt werden. Für diese Methode ist keine Hälterung gefangener Tiere nötig, ein wichtiger Vorteil bei verkehrstechnisch oft ungünstig gelegenen Gewässern und bei einer oft großen Zahl zu markierender Tiere. Während es bei der Methode nach Petersen notwendig ist, einen erheblichen Teil der Tiere zumindest zweimal zu fangen, ermöglicht die bei der Schätzung von Fischbeständen mittels Elektrofischerei bewährte Regressionsmethode nach De Lury (1947) eine Schätzung der im Gewässer befindlichen Tiere allein aufgrund des von Fangversuch zu Fangversuch sinkenden Fangerfolges. Da der übliche Speisekrebsfang ohnehin auf die Entnahme der gefangenen Krebse abzielt und eine Hälterung daher meist zur Verfügung steht, würde sich hiermit eine elegante, für die Praxis geeignete Methode anbieten. Konträr zur Elektrofischerei, wo mit dem Fanggerät das Gewässer abgesucht wird, ist man aber beim Krebsfang mit Reusen darauf ange-

ZOBODAT - 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): Hofer Rudolf, Bucher Franz

Artikel/Article: [Fischpathologische Aspekte der Papier- und Zellstoffproduktion in Österreich 110-116](#)