© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at



# Beitrag zur Wirkung mineralischer Suspensionen auf Fische

*Kurt Slanina*

## 1. Einleitung

Zu hohe Mengen von Mineralschlamm oder anderen im Wasser enthaltenen Feststoffen verursachen bekanntlich eine Verminderung oder Vernichtung der Fischnährtiere und der Gewässerflora. Die Salmonidenlaichstätten werden durch Verlegung des Lückenvolumens der Kiesbänke zerstört oder die dort abgelegten Fischeier verschüttet. Das Ausmaß des Schadens hängt von der Konzentration der Feststoffe im Gewässer und dem Umfang der Sedimentation ab. Bedeutende Erhöhungen des Schwebstoffgehaltes treten unterhalb der Einleitung ungereinigter Abwässer von Flotationsbetrieben des Bergbaues, Kohlenwäschereien, Brikettfabriken, Kieswäschereien, Kaolinwerken, bei Abschlammungen von Staugewässern usw. auf.

Nach allgemeiner Ansicht findet eine direkte Schädigung der Fische durch im Wasser suspendierte Feststoffe, außer bei ungewöhnlich hohen Schwebstoffgehalten, nicht statt. Als Schädigung wird offensichtlich nur der Tod der Fische angesehen, da die überlebenden Tiere äußerlich und in ihrem Verhalten keine auffällige Beeinträchtigung aufweisen. Erst bei genauer Untersuchung feststellbare und nicht zum Verlust der Fische führende pathologische Veränderungen wurden u. W noch nicht berücksichtigt.

Neue englische Veröffentlichungen kamen nun zu dem Ergebnis, daß auch durch langandauernde Einwirkungen geringer Feststoffkonzentrationen eine Beeinträchtigung eines Salmonidenbestandes möglich ist. In einem durch Porzellanerde verunreinigten Fluß schien neben der Verschlammung des Gewässerbettes und der Verringerung des Nahrungsangebotes auch eine direkte Schädigung der Fische zur Verringerung des Fischbestandes zu führen (Herbert u. a. 1961): Während 60 mg/l noch unschädlich waren, verursachte eine Konzentration von 1000 mg/l eine Minderung des Fischbestandes von Brown Trout. Herbert und Merkens (1961) stellten in monatelangen

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at



Laborversuchen mit *Salmo gairdnerii* in Aufschwemmungen von Diatomeenerde und Kaolin fest, daß 30 mg/l keine Schädigung, 90 mg/l eine schwache und 270 mg/l und mehr eine Schädigung der Fische herbeiführen. An Hand von histologischen Präparaten wurde in den beiden genannten Veröffentlichungen jeweils eine charakteristische pathologische Veränderung der Kiemen nachgewiesen.

In verschiedenen Veröffentlichungen wird beschrieben, daß Fische hohe Schwebstoffkonzentrationen (bis 100 g/l) ohne wesentliche Verluste ertragen. Eine Untersuchung der Kiemen dieser anscheinend nicht beeinträchtigten Versuchsfische wurde u. W aber nicht durchgeführt. Auch an der Bundesanstalt für Wasserbiologie und Abwasserforschung, Wien-Kaisermühlen, in der herkömmlichen Art angestellte Fischversuche ergaben mit der üblichen Auswertung in Übereinstimmung mit der vorhandenen Literatur keine sichtbare Schädigung der Fische. Da jedoch zu gewärtigen war, daß in ähnlicher Weise wie bei lang andauernder Einwirkung niederer Feststoffkonzentrationen auch hier pathologische Veränderungen der Kiemen auftreten, wurden diese im weiteren Verlauf speziell zum Gegenstand der Untersuchungen gemacht.

## 2. Eigene Untersuchungen

### *a) Methodik und Material.*

Die Notwendigkeit, die in hohen Konzentrationen in den Versuchsgefäßen vorhandenen Schwebstoffe ständig in Bewegung und in Kontakt mit den Fischen zu halten, veranlaßten Herbert und Merkens, besondere Versuchsanordnungen zu treffen, da das zeitweilige, oft nur einmal am Tag erfolgte Aufrühren der abgesetzten Feststoffe, welches andere Autoren durchführten, nicht befriedigen konnte.

Mit der von Herbert und Merkens beschriebenen Versuchsanordnung (Fig. 1 a) sind nach eigener Erprobung nur Schwebstoffkonzentrationen von ca. 3—5 g/l feinster Mineralteilchen umwälzbar, was für die geplanten Untersuchungen zu gering war. Daher wurden für die folgenden Teste als Versuchsgefäße die zur Fischlaicherbrütung verwendeten Zugergläser mit 5 l Inhalt herangezogen und in den Flaschenhals 1 cm dicke Filzscheiben als Ausströmer eingesetzt. Die von unten her zugeführte Preßluft ermöglichte es, auch Feststoffgehalte bis 100 g/l ständig in Bewegung zu halten. Bei einer Konzentration von 300 g/l Mineralschlamm blieb

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at



jedoch ein Teil im unteren Abschnitt des Zugerglases dauernd sedimentiert. Die Ausströmerfilze wurden bei dem an jedem 2. Tag erfolgenden Wechsel des Versuchsmediums erneuert. Als Versuchsfische fanden von einer Teichwirtschaft gelieferte Regenbogenforellen in einer Größe von 8—12 cm Verwendung. Die Fische wurden durch Hälterung in den Versuchsgefäßen vor der Schlammzugabe an die besonderen Verhältnisse einigermaßen gewöhnt. Die Versuche wurden bei einer Temperatur von 15° C (± 1° C) geführt. Bei einer Versuchsserie trat eine 10stündige Temperaturerhöhung auf 21° C ein.

Das zur Verfügung stehende mineralische Testmaterial war das Sediment des Speicherwerkes eines in Tirol gelegenen hydroelektrischen Kraftwerkes. Es bestand vorwiegend aus Gletscherschluff. Der Wassergehalt des Mineralschlammes betrug 32—36 %. Eine Siebanalyse des trockenen Schlammes ergab, daß die Teilchen gewichtsmäßig folgenden Größenordnungen zuzuschreiben waren:

| | | |
|---|---|---|
| > 1.0 mm | | 0.3 % |
| 0.25 mm | — 1.0 mm | 1.2 % |
| 0.125 mm | — 0.25 mm | 5.4 % |
| 0.063 mm | — 0.125 mm | 12.5 % |
| < 0.063 mm | | 80.6 % |

In den wiederholt durchgeführten Versuchsserien betrugen die Schlammkonzentrationen 1, 2, 5, 10, 20, 50 und 100 g/l, mit 200 und 300 g/l Schlamm wurde nur je ein Versuch geführt. Die Versuchsdauer betrug 7—8 Tage. Während dieser kurzen Zeit konnte die Fütterung unterbleiben.

Nach Abschluß der Versuche wurden die Fische kurze Zeit zur Beobachtung ihres Verhaltens in reinem Wasser gehältert, dann abgetötet und die Kiemen zur weiteren Untersuchung in Bouin'schem Gemisch (Modif. nach Langeron) fixiert. In Übereinstimmung mit Herbert wurden die im Versuch abgestorbenen Fische für eine weitere Untersuchung nicht verwendet, da die Kiemen postmortal verändert und verschlammt waren.

*b) Die pathologischen Veränderungen der Fischkiemen durch mechanische Reizung.*

Fischkiemen reagieren auf mechanische, thermische, chemische und parasitäre Reize mit starken Wucherungen des Epithels. Diese gehen von Stellen aus, an denen das Epithel mehrschichtig ist. Die Epithelzellen füllen vor allem die Buchten zwischen den respiratorischen

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at



Fältchen aus, können diese aber auch weit überragen. (Schäperclaus, 1954 und J. Becker, 1942).

Bei der vorliegenden mechanischen Reizung durch mineralische Schwebstoffe entstehen besonders an den distalen Enden der Kiemenblättchen kolbenartige Verdickungen, die weiter mit den Epithelwucherungen benachbarter Kiemenblättchen verschmelzen können. Wie eigene Beobachtungen ergaben, entstehen dadurch sogar plattenartige Wucherungen auf den Kiemenbögen.

Eine Regeneration geschädigter Kiemen ist zu erwarten. Diese tritt bei jugendlichen Fischen rascher und in größerem Umfang ein als bei älteren Tieren.

*c) Ergebnisse*

Die Erscheinungen der Kolben- und Plattenbildung war an den fixierten Kiemenkörben schon mit freiem Auge oder besser mit Hilfe eines binokularen Stereomikroskopes deutlich erkennbar. Es erwies sich bei genauer Untersuchung, daß mit zunehmender Feststoffkonzentration die Kiemenblättchen der Testfische zunächst eine mehr oder weniger deutliche „Verschleimung" aufwiesen, dann eine „Verquellung" der respiratorischen Fältchen eintrat, schließlich die Kiemenblattspitzen keulenförmig verdicken und in weiterer Folge auch Verwachsungen benachbarter Kiemenblättchen auftraten.

Zur Protokollierung der pathologischen Veränderungen ist es erforderlich, jeden Kiemenbogen für sich zu beschreiben, d. h. die Anzahl der Verwachsungen, den Prozentsatz der Kiemenblätter mit Keulenbildungen oder andere Beobachtungen zu verzeichnen. Dies erleichtert die Beurteilung der Schädigung eines Fisches, da die pathologischen Veränderungen nicht an allen Abschnitten der Kiemenbögen gleichmäßig auftreten. Man kann aber erwarten, daß ab einer bestimmten Feststoffkonzentration ein bestimmter Effekt (beispielsweise die Bildung der keulenförmigen Verdickungen) auf den meisten Kiemenblättern eintritt.

Auffällig war, daß Verwachsungen benachbarter Kiemenblättchen insbesondere auf dem ersten und zweiten Kiemenbogen der linken und rechten Seite auftraten, während die beiden hinteren Kiemenbögen weniger Verschmelzungen trugen. Aus allen Versuchen ergab sich das Verhältnis von Verwachsungen auf dem 1 + 2 Kiemenbogen zu Verwachsungen auf den 3 + 4 Kiemenbogen wie 27 : 11. Zieht man hingegen die Anzahl der von der Verwachsung betroffenen Kiemenblätter heran, ist das Verhältnis 119 : 54.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at



Auf Grund der bisher durchgeführten Versuche kann eine *Übersicht über die makroskopisch feststellbaren Veränderungen an den Kiemen* von Regenbogenforellen bei verschiedenen Feststoffkonzentrationen gegeben werden:

| Feststoff-konzentration g/l | verursacht an den Kiemen der Versuchsfische nach 7-tägiger Versuchsdauer |
|---|---|
| 1 | schwache „Schleimbildung" auf den Kiemenblättern mancher Fische |
| 5 | zusätzlich „Verquellung" der respiratorischen Fältchen (d. h. Beginn der Erkennbarkeit der Epithelwucherungen) |
| 10 | Auftreten von keulenförmigen Verdickungen der distalen Enden der Kiemenblättchen in folge von Epithelwucherungen |
| 20 | diese Erscheinungen sind häufiger |
| 50 | neben deutlicher „Verquellung" vieler Kiemenblättchen treten keulenförmige Verdickungen der Kiemenblattenden bereits ziemlich häufig auf, Verwachsungen benachbarter Kiemenblättchen bei mehreren Fischen |
| 100 | ein Großteil der Kiemenblattenden bei allen Fischen ist keulenförmig ausgebildet (die respiratorischen Fältchen sind von den Epithelzellen überwuchert) |
| 200—300 | die meisten Kiemenblättchen haben keulenförmige Enden, Verwachsungen benachbarter Kiemenblättchen sind fast bei allen Fischen vorhanden. |

Es ist verständlich, daß mit einer makroskopischen Untersuchung der Kiemen nur die den Fisch stärker betreffenden Schädigungen erfaßt werden können. Es sind wahrscheinlich auch nur diese fischereilich von Bedeutung.

*Die histologischen Untersuchungen* der Kiemen erbrachten die schon bekannten Bilder wie sie schematisch bei Schäperclaus und als Mikrofotografie von Herbert u. a. veröffentlicht wurden und charakteristisch für die mechanische Reizung der Kiemen sind. Diese Längsschnitte durch die Kiemenblättchen parallel zu den Kiemen-

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at



bögen sollen hier nicht neuerlich wiedergegeben werden. Es wurden jedoch auch Querschnitte durch die Kiemenblättchen parallel zum Kiemenbogen angefertigt (vgl. bei Schäperclaus: schematische Zeichnung Abb. 23). — Abb. 1 zeigt nur wenig angegriffene Kiemen

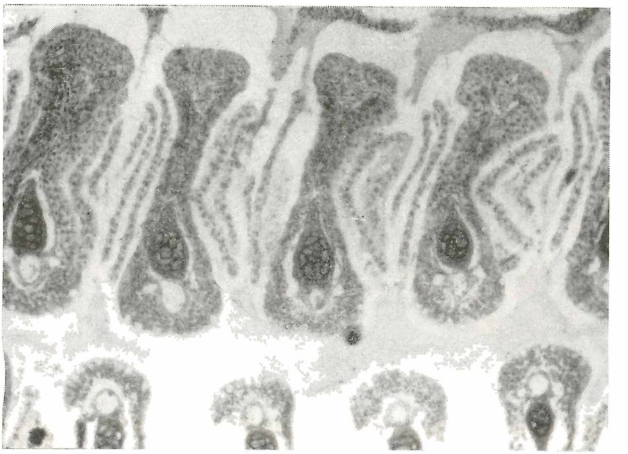

*Abb. 1*

nach 7-tägiger Versuchsdauer bei einer Mineralschlammkonzentration von 1 g/l. Schleimzellen sind am Innerand der Kiemenblättchen reichlich vorhanden. Die im Schnitt quer getroffenen respiratorischen Fältchen liegen völlig frei. — Auch auf Abb. 2 sind die Atemfält-

*Abb. 2*

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at



chen noch frei. Das Atemepithel ist aber bereits verstärkt und das Kiemenblatt von wuchernden Epithelzellen umgeben. Feststoffkonzentration 20 g/l. — In Abb. 3 sind mäßige, starke und stärkste Epitel-

*Abb. 3*

wucherungen abgebildet. Während bei dem Schnitt links in der Mitte die respiratorischen Fältchen noch frei liegen, sind sie rechts davon bereits von Epithelwucherungen umschlossen. Der große zentral gelegene Schnitt stellt eine Epithelwucherung dar, in welcher 4 Kiemenblätter verschmolzen sind. Feststoffkonzentration 50 g/l. — Abb. 4 zeigt nochmals eine Epithelwucherung um ein Kiemenblatt.

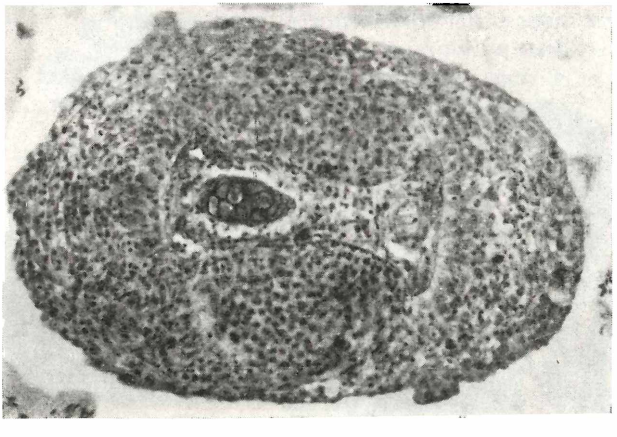

*Abb. 4*

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at



Die respiratorischen Fältchen sind zwischen den Epithelzellen zu erkennen. Die Mineralschlammkonzentration betrug 100 g/l.

Bemerkenswert ist, daß trotz der pathologischen Veränderung der Kiemen diese auch bei Fischen, welche eine Feststoffkonzentration von 300 g/l überlebten, noch völlig frei von Mineralteilchen waren. Während des Versuches abgestorbene Fische hatten dagegen stets stark verschlammte Kiemen. Gesunde Fische sind also anscheinend in der Lage, auch in hochkonzentrierten Mineralschlammsuspensionen das Atemepithel frei zu halten, sterben aber ab, wenn dies aus irgend einem Grund nicht mehr möglich ist.

## 3. Zusammenfassung

1. Es wurde eine neue Versuchsanordnung zur ständigen Durchmischung hoch konzentrierter Suspensionen von natürlichem Mineralschlamm im Wasser beschrieben.

2. Regenbogenforellen überlebten eine 7-tägige Versuchsdauer bei ca. 300 g/l Mineralschlamm und wiesen äußerlich keine Beeinträchtigung auf.

3. Die Kiemen der Fische wurden jedoch bei Mineralschlammkonzentrationen zwischen 1 und ca. 300 g/l nach 7-tägiger Versuchsdauer in steigendem Maße geschädigt. Eine Übersicht über die makroskopisch erkennbaren Erscheinungsformen der Kiemenreizung in Abhängigkeit von der Schwebstoffkonzentration wurde gegeben.

4. Die histologischen Untersuchungen der Kiemen erbrachten das Bild einer mechanischen Reizung der Kiemen wie es auch bei Fischen beobachtet wurde, die lange Zeit in niederen Schwebstoffkonzentrationen gehalten wurden.

## Literatur

1. Becker, J.: Die Abwehreinrichtungen von Haut und Kieme beim Karpfen gegenüber mechanischen, chemischen und parasitären Reizen. Int. Revue d. ges. Hydrobiologie und Hydrographie Bd. 41, p. 265. 1941.

Herbert, D. W. M. and Merkens, J. C.: The effect of suspended mineral solids on the survival of trout. Int. J. Air Wat. Poll. Pergamon Press Vol. 5, No. 1, pp. 46—55. 1961.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at



3. Herbert, D. W. M., Alabaster, J. S., Dart, M. C. and Lloyd, R.: The effect of china-clay wastes on trout streams. Int. J. Air Wat. Poll. Pergamon Press Vol. 5, No. 1, pp. 56—74. 1961.

4. Schäperclaus, W.: Fischkrankheiten, 3. Aufl., Akademie-Verlag, Berlin 1954.

Anschrift des Verfassers: Ob.-Koär. Dipl.-Ing. Kurt Slanina, Leiter der Abteilung Biologie der Bundesanstalt für Wasserbiologie und Abwasserforschung, Wien-Kaisermühlen.

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Wasser und Abwasser

Jahr/Year: 1962

Band/Volume: 1962

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

Artikel/Article: Beitrag zur Wirkung mineralischer Suspensionen auf Fische 186-194