

**Zeitschrift:** Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria

**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

**Band:** 90 (1998)

**Heft:** 5-6

**Artikel:** Vorfluter unter die Lupe genommen : Beispiel Alte Aare

**Autor:** Zürcher, Marcel / Schumann, Philipp / Burkhardt-Holm, Patricia

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-939394>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 10.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Vorfluter unter die Lupe genommen: Beispiel Alte Aare

Marcel Zürcher, Philipp Schumann,  
Patricia Burkhardt-Holm

In der Schweiz werden pro Jahr 2100 Mio t Abwasser in die Kläranlagen geleitet. Die technische Errungenschaft «Abwasserreinigungsanlage» verhalf allerorts zu sauberen Gewässern. Doch wie sauber ist sauber? Trotz weitgehender Einhaltung der vorgeschriebenen Werte (AbwVerordn 1975) wird beispielsweise in der Alten Aare, Kanton Bern, seit über 10 Jahren ein Rückgang der Forellenpopulation unterhalb der ARA Lyss beobachtet (Bild 1). In zahlreichen Studien wurden Daten zur Gewässermorphologie, zu den chemisch-physikalischen Parametern und zu Fauna und Flora im Vorfluter erhoben.

Biologische Gütebeurteilungen, wie der Saprobenindex, weisen den Fluss oberhalb der ARA Lyss als unbelastet bis gering und unterhalb als mässig belastet aus (Rüfenacht & Spörri, 1988, Lukes et al., 1995). Die Wasserstandsregulierung des Kraftwerkes Aarberg hat monotone Abflussverhältnisse und eine Sohlenkolmation zur Folge. Ein deutlicher Einfluss des ARA-Wassers auf den Gesundheitszustand von Bachforellen, die für ein aktives Monitoring in der Alten Aare gehältert worden waren, konnte in einem Forschungsprojekt der Universität Bern gezeigt werden (Burkhardt-Holm et al., 1997, Escher et al., 1998). Trotz der vielfältigen bisherigen Untersuchungen können noch keine eindeutigen Ursachen für den Fischrückgang festgestellt werden. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit<sup>1</sup> sollten deshalb weitere Parameter der Lebensbedingungen von Forellen untersucht werden, um deren möglichen Einfluss auf die Fische abzuschätzen.

Folgende Hypothesen wurden aufgestellt und getestet (Bild 2):

1. Hypothese: Der ARA-Einlauf trägt zu einer erheblichen Erhöhung der Gesamtkeimzahl im Fluss bei. Die Keime würden einerseits eine erhöhte Sauerstoffzehrung, und damit einen Rückgang der O<sub>2</sub>-liebenden Bachflohkrebsen bewirken, gefolgt von einer Abnahme der Fischpopulation. Andererseits könnten pathogene Keime die Fische direkt schädigen.

2. Hypothese: Da auch metallverarbeitende Betriebe ihre Abwässer in der ARA Lyss klären lassen, erwarten wir eine erhöhte Schwermetallfracht des ARA-Einlaufes, die sich in Sedimenten wiederfindet und im Laufe der Nahrungskette, vom Bachflohkrebs zur Forelle, akkumuliert. Demzufolge würden die Schwermetalle zunächst die mit dem Sediment in Kontakt kommenden Amphipoden belasten und die Aufnahme über die Nahrung toxische Effekte bei den Forellen nach sich ziehen.

3. Hypothese: Die Unterschiede im Bodenbewuchs der Alten Aare ober- und unterhalb der ARA Lyss haben eine verringerte Aufenthaltspräferenz von bodenlebenden Bachflohkrebsen unterhalb des ARA-Einlaufes zur Folge, wodurch ihre niedrigere Individuendichte dort zu erklären ist (Bild 3). Als wichtige Nährtiere der Forellen würde eine Veränderung der Amphipodenanzahl einer Abnahme im Forellbestand vorausgehen.

Die Keimzahlen wurden mit der Membranfiltermethode (Sartorius GmbH, Göttingen, Deutschland) und Bebrütung

von Nährkartonscheiben (Dr. Vaudaux AG, Schönenbuch, CH) ermittelt. Da neben den autochthonen Keimen im Wasser Bakterien sowohl durch Kläranlagen-Abwässer als auch durch Ausschwemmung aus dem Erdreich ins Gewässer eingetragen werden können, wurden die Keimzahlbestimmungen an Tagen mit unterschiedlicher Witterung durchgeführt. Die Keimzahlen schwanken oberhalb des ARA-Einlaufs zwischen 600 Keimen/ml nach mehreren trockenen Tagen und 7000 Keimen/ml nach Regenfällen. Direkt am Einlauf ist die Keimzahl unter beiden Witterungsbedingungen je um das Hundertfache erhöht, sie sinkt jedoch im Verlauf der Alten Aare schnell wieder ab.

Die Reduzierung der Keimzahl innerhalb von Kläranlagen beträgt nur etwa 2 bis 3 Zehnerpotenzen (Gunkel, 1994). Dementsprechend ist mit einem sprunghaften Anstieg der Gesamtkeimzahl unterhalb von Kläranlagen zu rechnen, was durch unsere Resultate bestätigt wird. Normalerweise sollten diese Keime aufgrund der Verdünnung durch den Vorfluter und der Selbstreinigungskraft des Gewässers kein Problem darstellen. Bereits der erste optische und olfaktorische Eindruck am Abwassereinlauf der ARA Lyss in die Alte Aare zeigt jedoch, dass die Qualitätsziele für Fließgewässer hier nicht erreicht werden (AbwVerordn 1975), das Wasser ist milchig trüb und weist einen unangenehmen Geruch auf. An den Ufern sind grosse Mengen von Abwasserpilzen und Schlamm unübersehbar, bei Berührung des Sedimentes steigen gashaltige Blasen auf, die auf einen anaeroben Abbau hinweisen. Der massive Eintrag an organischem Material (tot oder lebendig) wird als Ursache für die starke Sauerstoffzehrung direkt am Auslauf der ARA Lyss angesehen. Neben der Beeinträchtigung der sauerstoffbedürftigen Fauna ist ein direkter Einfluss von Keimen im Wasser auf die Fischgesundheit bekannt. *Aeromonas hydrophila* ist ein ubiquitär im Wasser auftretendes Bakterium, das bei erhöhten Mengen von organischer Verschmutzung zahlenmäßig zunimmt (Dalsgaard, 1981) und für die beobachteten Erkrankungen der Forellen Mitursache ist (Escher et al., 1998). Da verschiedene Keime im Sediment mehrere Monate überleben, können sie zum Beispiel bei Hochwasser resuspendiert werden und weisen damit ein erhebliches Belastungspotential als Pathogene auf.

Schwermetalle gelangen durch Kläranlagen in den Vorfluter. Offen blieb bisher jedoch die Frage, inwieweit ein Eintrag von Schwermetallen die Fauna in der Alten Aare zu beeinflussen vermag. Zu diesem Zweck wurden sowohl Sedimente, Amphipoden und die Forellen selber auf ihren Schwermetallgehalt hin analysiert. Dem Sediment wurden Proben in zwei verschiedenen Tiefen (0 bis 10 cm und



Bild 1. Der Blick auf die Alte Aare stromabwärts (Brücke nahe ARA Lyss) zeigt scheinbar sauberes Wasser.

<sup>1</sup> Der vollständige Bericht zu dieser studentischen Projektarbeit (Bleuler et al., 1996) ist an der Interfakultären Koordinationsstelle für Allgemeine Ökologie der Universität Bern, Falkenplatz 16, 3012 Bern, einzusehen.

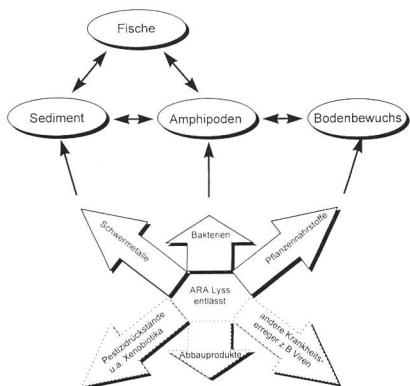


Bild 2, links. Der Einfluss der ARA Lyss auf die abiotischen und biotischen Lebensbedingungen im Vorfluter Alte Aare ist schematisch dargestellt. Die von der ARA entlassenen Substanzen und Lebewesen sind in Pfeilen bezeichnet. Davon sind die in dieser Arbeit untersuchten in vollständig umrandeten Pfeilen, die in dieser Arbeit nicht untersuchten in gestrichelten Pfeilen gezeichnet. In den Ellipsen sind die hier untersuchten Faktoren eingezzeichnet.

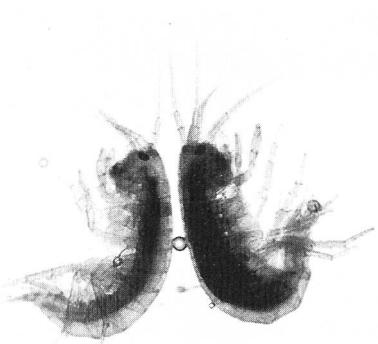


Bild 3, Mitte. *Gammarus pulex*, der Bachflohkrebs (Amphipoda), gehört zu den wichtigen Nährtieren der Forelle (Originalgrösse 1 cm).

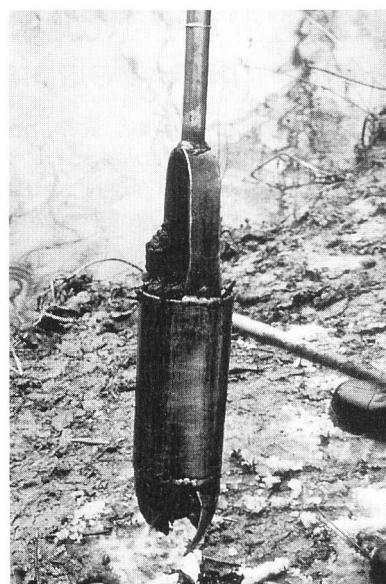


Bild 4, rechts. Mit dem Drehbohrer (Durchmesser 10 cm) wurden die Sedimentproben entnommen. Durch Teilung des Bohrkerns konnten die Sedimentabschnitte den beiden untersuchten Tiefen (0 bis 10 cm und 15 bis 25 cm) zugeordnet werden.

15 bis 25 cm) an sieben verschiedenen Stellen der Alten Aare entnommen und die Schwermetallgehalte (Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, Rb, Sr, Pb, Th) sowie Arsen und Brom mittels Röntgenfluoreszenz-Analyse ermittelt (Bild 4). Amphipoden und Fische von oberhalb und unterhalb des Kläranlagen-Auslaufs wurden mittels Massenspektrometrie auf den Gehalt an Cadmium und Blei untersucht, bei den Fischen erfolgte eine Trennung in Fleisch (ohne Eingeweide) und Haut (Bild 5).

Die gemessenen Konzentrationen im Sediment liegen bis zu dreifach höher als die natürlichen Hintergrundswerte. Blei und Nickel sind um den ARA-Einlauf am höchsten, während Kupfer in den beiden untersten Probennahmestellen ein Maximum aufweist, das um das Doppelte höher liegt als die Werte der anderen Probennahmestellen (Bild 6). Für Sedimente existieren in der Schweiz keine Grenz- oder Richtwerte. Zur Beurteilung der Belastungssituation können die Richtwerte der Bodenschutzverordnung herangezogen werden; aufschlussreich ist auch der Vergleich mit den natürlichen Hintergrundswerten. Im Untersuchungsgebiet liegen die Konzentrationen für Blei, Nickel und Zink unter den Richtwerten, das Bleimaximum übersteigt den natürlichen Hintergrundwert um über das Dreifache. Kurz vor dem Zusammenfluss mit dem Lyssbach, der ein grosses Landwirtschaftsgebiet entwässert und bei ansteigendem Wasserstand in die Alte Aare zurückzustauen vermag, liegt Kupfer (52 mg/kg Trockensubstanz) im Bereich des Richtwertes (50 mg/kg TS). An dieser Probennahmestelle und am ARA-Einlauf übersteigen Blei, Gallium, Brom und Rubidium die natürlichen Hintergrundswerte deutlich, was Daten aus früheren Untersuchungen bestätigt (VOKOS, 1995).

Amphipoden leben auf oder im Sediment, und ihre Kontamination durch Schwermetalle aus dem Sediment ist wahrscheinlich. Da sie andererseits eine wichtige Nahrungsgrundlage für die Forellen darstellen, ist eine Bioakkumulation der Schwermetalle in den Forellen über die Amphipoden wahrscheinlich. In den Bachflohkrebsen unterhalb der ARA Lyss ist eine erhöhte Bleibelastung deutlich (3,8 mg Pb/kg Trockensubstanz gegenüber 3,3 mg Pb/kg TS von oberhalb), während der Cadmiumgehalt an dieser Probennahmestelle niedriger ist als oberhalb (0,23 mg/kg

TS gegenüber 0,51 mg/kg TS von oberhalb). Die gemessenen Werte liegen jedoch unterhalb der LC50 (Redmond, 1996). Fische von unterhalb der ARA wiesen einen deutlich erhöhten Gehalt an Blei und Cadmium in ihrer Haut auf. Dies bestätigt Resultate anderer Schwermetallanalysen. Konsequenterweise sollte also auf den Genuss der Haut von Fischen aus belasteten Gebieten verzichtet werden. Ein Bioakkumulationseffekt ist in den Fischen nicht nachweisbar, vermutlich weil die Aufnahme von Schwermetallen zum grössten Teil über Haut und Kiemen und nur zu einem kleinen Teil über die Nahrung erfolgt oder weil die Schwermetalle in den Bachflohkrebsen grösstenteils in der Cuticula akkumulieren (Dallinger & Rainbow, 1993), die im Fischdarm nicht resorbiert wird. Dennoch sind chronische Effekte nicht auszuschliessen, die beispielsweise das Reproduktionsvermögen der Forellen beeinträchtigen können. Neben ihrer fischereibiologischen Bedeutung gelten Bachflohkrebs als klassische Bioindikatoren; sie zeigen eine bestimmte Gewässergüte an. Im Untersuchungsgebiet sind die zwei Arten *Gammarus pulex* und *G. fossarum* vertreten. Sie sind wenig empfindlich gegenüber Verschmutzungen, benötigen aber einen hinreichend hohen Sauerstoffgehalt (Wesenberg-Lund, 1993). Welche Faktoren sind ausschlaggebend für ihre niedrige Individuendichte unterhalb des ARA-Einlaufs (Lukeš et al., 1995)? Ist es eine Präferenz für den Algen- und Zooplanktonbewuchs oberhalb des ARA-Einlaufes oder ist es der unterschiedliche Gehalt an Sauerstoff? Im Laborexperiment wurden Gruppen von Amphipoden auf Bewuchs von oberhalb und unterhalb der Kläranlage gehalten. Dazu wurden Plexiglasplatten für zwei Wochen im Fluss exponiert und den Tieren dann für Frasspräferenzversuche angeboten. Die Platten von oberhalb zeigten einen feinen grünlichen Belag, der vorwiegend von Grün- und Kieselalgen und Protozoen gebildet wurde. Unterhalb der Kläranlage waren die Platten mit einem grobstrukturierten, bräunlichen Belag beschichtet, der von weisslichen Fäden, wahrscheinlich dem Abwasserpilz *Sphaerotilus natans*, überzogen war. Die Verhaltensbeobachtungen ergaben keine ausgeprägte Präferenz für eine Platte der einen oder anderen Exposition. Bei weiteren Versuchen, die mit kleineren Gefässen durchgeführt wurden, war die hohe Sterblichkeit auf der Platte von un-

terhalb der ARA augenfällig. Bereits 21 Stunden nach Versuchsbeginn waren alle Tiere gestorben, während sowohl bei der Kontrollgruppe (Plexiglasplatte ohne Bewuchs) als auch bei der Gruppe auf der Platte von oberhalb der ARA noch keine Beeinträchtigung festgestellt werden konnte. In einem weiteren Experiment wurden alle Gruppen mit zusätzlichem Sauerstoff versorgt. Die Mortalität der Bachflohkrebsen auf den Platten von unterhalb der ARA sank damit rapide in einen Bereich, der den Werten der anderen beiden Gruppen vergleichbar war (Bild 7). Grundsätzlich ist es schwierig, natürliche Bedingungen im Labor künstlich zu simulieren. Der Vorteil, im Labor bestimmte Rahmenbedingungen konstant halten zu können, kann andererseits wieder den Nachteil mit sich bringen, dass zum Verständnis der komplexen Situation notwendige Faktoren ausgeklammert oder in ihrer Bedeutung unterschätzt werden. Unsere Versuche sind ein deutliches Indiz, dass nicht das eigentliche Nahrungsangebot des Bewuchses für die geringe Populationsdichte der Amphipoden unterhalb der ARA die Ursache ist, sondern dass der geringere Sauerstoffgehalt, hervorgerufen durch die starke Sauerstoffzehrung des Bewuchses, die Lebensbedingungen der Amphipoden deutlich beeinträchtigt. Die Gewässerströmung dürfte den Effekt der O<sub>2</sub>-Zehrung durch den Bodenbewuchs allerdings wieder etwas ausgleichen, es muss jedoch berücksichtigt werden, dass im Gewässer noch andere Organismen mit den Amphipoden um den Sauerstoff konkurrieren, so dass letztlich sauerstoffbedürftige Arten durch andere, weniger anspruchsvolle Arten verdrängt werden. Die geringe Populationsdichte der Bachflohkrebsen unterhalb des Einlaufs der ARA Lyss ist sicher eine Beeinträchtigung der Nahrungsgrundlagen der Bachforellen.

### Schlussfolgerungen

Akute Fischsterben treten oft nach grösseren Regenereignissen oder Hochwasser auf. Unsere Daten weisen darauf hin, dass hierbei eine Kombination von resuspendierten Schwermetallen und pathogenen Bakterien negative Folgen für die Fischgesundheit haben dürfte. Chronische Effekte sind jedoch mit viel grösserer Wahrscheinlichkeit für Bestandesrückgänge die Ursache. Die Belastung des Vorfluters mit stickstoffhaltigen Verbindungen wird durch die geplante Sanierung der ARA Lyss sicher abnehmen. Unsere Daten legen jedoch die Frage nahe, wie gross ein Vorfluter in Relation zur Menge des eingeleiteten Abwassers sein sollte, damit der Verdünnungseffekt gross genug ist, um eine Beeinträchtigung des Ökosystems auszuschliessen.

Der Einfluss von nicht oder schwer abbaubaren Chemikalien, die mit dem gereinigten Abwasser in den Vorfluter gelangen, war nicht Gegenstand dieser Arbeit, er ist jedoch von nicht zu unterschätzender Tragweite (Ochsenbein, 1997).

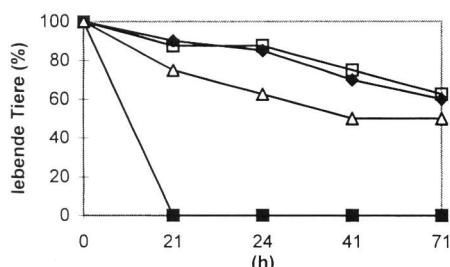


Bild 7. Überlebenswahrscheinlichkeit von Bachflohkrebsen auf bewachsenen Platten von oberhalb ( $\triangle$ : belüftet,  $\square$ : unbelüftet) und unterhalb ( $\blacktriangle$ : belüftet,  $\blacksquare$ : unbelüftet) des ARA-Einlaufs. Dazu wurden Plexiglasplatten ( $15 \times 10,5$  cm) an Messlatten befestigt und 10 Tage im Wasser exponiert. Bei Versuchsbeginn wurden die Tiere im Labor auf der jeweiligen Platte ausgesetzt und je nach Experiment wurde das Wasser zusätzlich belüftet. Belüftung bewirkt bei den Tieren von unterhalb des ARA-Einlaufs eine deutliche Erhöhung der Überlebenswahrscheinlichkeit. Tiere von unterhalb des ARA-Einlaufs ohne zusätzliche Belüftung zeigen eine ausserordentlich hohe Sterblichkeit, die auf eine verstärkte O<sub>2</sub>-Zehrung durch den Bewuchs hinweist.

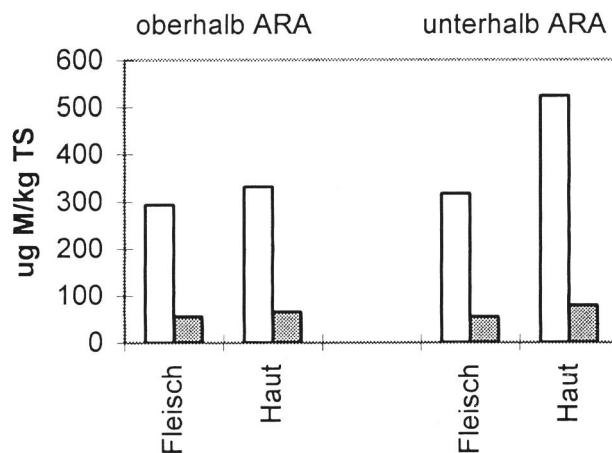


Bild 5. Blei- (□) und Cadmiumgehalt (■) in Fischen von ober- und unterhalb des Einlaufs der ARA Lyss. Von Bachforellen, die im aktiven Biomonitoring exponiert worden sind (Escher et al., 1998), wurden Haut und Fleisch schwermetallanalytisch untersucht. Auffallend ist der erhöhte Gehalt in der Haut der Tiere unterhalb des Einlaufs der ARA Lyss. M = Metall, TS = Trockensubstanz.

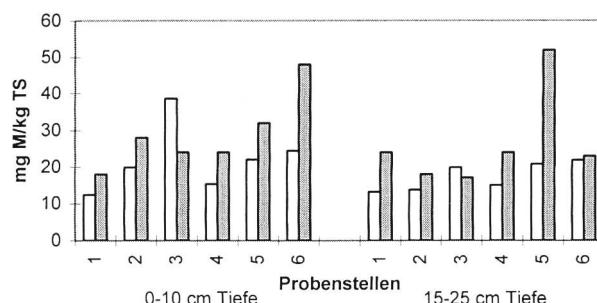


Bild 6. Blei- (□) und Kupfergehalt (■) im Sediment. An sechs verschiedenen Stellen wurden Sedimentprofile entnommen. Die Profilabschnitte wurden in 0 bis 15 cm und 15 bis 25 cm Höhen getrennt, um Informationen über den Schwermetallgehalt (M = Metall, TS = feinkörniges, getrocknetes Sediment) in Abhängigkeit von der Zeit zu erhalten.

1: oberhalb ARA Lyss, 2: Überlauf ARA, 3: unmittelbar unterhalb ARA, 4: 75 m unterhalb ARA, 5: vor Zufluss Lyssbach, 6: 75 m unterhalb Zufluss Lyssbach.

Tendenziell fällt auf, dass in den oberen 10 cm des Sediments höhere Schwermetallkonzentrationen vorliegen als in grösserer Tiefe. Der Schwermetallgehalt zeigt zwei Maxima, welche unmittelbar unterhalb der ARA (3) bzw. nach dem Zufluss des Lyssbaches (6) liegen. Da der Lyssbach bei Regenfällen das Wasser der Alten Aare zurückstaut, liegen auch unmittelbar vor dem Zufluss Lyssbach (5) erhöhte Schwermetallgehalte vor.

### Literatur

- AbwVerordn (1975). Verordnung über Abwassereinleitung, 814.225.21, Bern (8. Dezember 1975).  
 Bleuler, S., Indermühle, M., Mueggler, T., Schumann, P., Zürcher, M. (1996). Einfluss der Abwasserreinigungsanlage Lyss auf die Lebensbedingungen der Fische in der Alten Aare. Projektarbeit,

Interfakultäre Koordinationsstelle für Allgemeine Ökologie, Universität Bern.

Burkhardt-Holm, P., Escher, M., Meier, W. (1997). Waste water management plant effluents cause cellular alterations in the skin of brown trout *Salmo trutta*. *Journal of Fish Biology* 50: 744–758.

Dallinger, R., Rainbow, P. S. (eds) (1993). Accumulation and effects of trace metals in invertebrates. Lewis Publishers, Ann Arbor, Mich. pp. 133–148.

Dalsgaard, I. (1981). Spring ulcer disease in eels. *Bull. Eur. Ass. Fish Path.* 1 (1): 18–19.

Escher, T., Wahli, T., Büttner, S., Meier, W., Burkhardt-Holm, P. (1998). The effect of sewage plant effluent on brown trout (*Salmo trutta fario*). *Aquatic sciences*. Submitted.

Gunkel, G. (1994). Bioindikatoren im aquatischen Ökosystem, Fischer Verlag, Stuttgart.

Lukeš, R., Niederer, P., Ochsenbein, G., Ringgenberg, B., Ryser, A., Seewer, M. (1995). Zustand der Alten Aare im Einflussbereich der Abwasserreinigungsanlage der Region Lyss, Projektarbeit D2, Interfakultäre Koordinationsstelle für Allgemeine Ökologie, Universität Bern.

Ochsenbein, U. (1997). Schleichendes Fischsterben in bernischen Mittellandsgewässern, Informationsbulletin, Bau-, Verkehrs- und Energiedirektion des Kantons Bern, 1, 2–6.

Redmond, M. S., Crocker, P. A., Mc Kenna, K. M., Petrocelli, E. A., Scott, K. J., Demas, C. R. (1996). Sediment toxicity testing with the amphipod *Ampelisca abdita* in calcasieu estuary, Louisiana. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 30, 53–61.

Rüfenacht, H. U., Spörri, M. (1988). Chemisch-physikalische sowie fischereiologische und makrofaunistische Untersuchungen in der Alten Aare, Lizentiararbeit, Universität Bern.

VOKOS (Vollzugskonzept Siedlungsentwässerung, 1995). Fließgewässer und Seen 1993/94, Bern.

Wesenberg-Lund, C. (1993). Biologie der Süßwassertiere, Wirbellose, Springer Verlag, Berlin.

#### Dank

Wir danken Dr. Langhans, Dr. Vaudaux AG (Schönenbuch, Schweiz) für die kostenlose Bereitstellung der Materialien und hilfreiche Tips bei der Keimzahlbestimmung, für die Schwermetallmessungen B. Shotyk, D. Weiss (Geologisches Institut, Uni Bern) und A. Cherbukin (Geologisches Institut der ukrainischen Akademie der Wissenschaften, Kiew). Die weitere Infrastruktur und Sachmittel wurden grosszügigerweise von Prof. B. Erni und Prof. H. P. Pfander (Dept. Chemie und Biochemie, Uni Bern) zur Verfügung gestellt.

Adressen der Verfasser und Korrespondenz: Sascha Bleuler, Tulpenweg 109, CH-3098 Köniz, Marcel Indermühle, Hohniesenweg 21, CH-3110 Münsingen, Thomas Mueggler, Geyerzerstrasse 23, CH-3013 Bern, Philipp Schumann, Freiburgerstrasse 73, CH-3008 Bern, Marcel Zürcher, Breitenrainplatz 40B, CH-3014 Bern. Korrespondenz: Dr. Patricia Burkhardt-Holm, Interfakultäre Koordinationsstelle für Allgemeine Ökologie (IKAÖ), Falkenplatz 16, Universität Bern, CH-3012 Bern.

## Ungewolltes Öffnen von Wehrverschlüssen

### Otto Hartmann

Die Betreiber von Wasserkraftanlagen stellen mit einigem Aufwand sicher, dass die Wehrverschlüsse jederzeit geöffnet werden können (mehrfache elektrische Anspeisung, Notstromaggregat usw). Weniger Beachtung scheint der umgekehrte Fall zu finden, das ungewollte Öffnen von Wehrverschlüssen. Zu Unrecht, wie die folgenden Beispiele zeigen. Die beiden ersten Fälle verliefen glimpflich, es entstand nur Sachschaden. Im dritten geschilderten Fall kamen zwei Menschen ums Leben.

Als Mitglied einer Expertenkommission für die Sicherheit der Dämme in Irland erlangte der Verfasser Kenntnis von zwei einschlägigen Vorkommnissen.

In einem Fall drang Meerwasser infolge einer schadhafte Dichtung in den Schaltkästen einer Hubschütze ein und bewirkte das ungesteuerte Heben der Schütze. Da der Heben-Schalter direkt kurzgeschlossen war, blieben die Endschalter wirkungslos. Die Schütze lief gegen das Hubwerk bis die Antriebsketten rissen und die Schützentafel abstürzte und Totalschaden erlitt. Da die Anlage unmittelbar an der Atlantikküste liegt, entstand sonst kein weiterer Schaden.

Der zweite Fall war gravierender. Hier waren die drei Schützen teilweise geöffnet, als der Maschinist den Befehl bekam, eine Schütze noch weiter zu öffnen. Er betätigte den Druckknopf «Heben», doch die Anzeige zeigte keine Schützenbewegung. Also drückte er «Heben» bei der zweiten Schütze und, als dies wieder kein Resultat zeitigte, schliesslich auch bei der dritten Schütze. Dann telefonierte er dem Wartungsdienst, mit den Schützenantrieben sei etwas nicht in Ordnung. In Tat und Wahrheit hatten sich die Schützen sehr wohl gehoben, so dass mehr als das 1000jährige Hochwasser – dafür sind die Schützen ausgelegt – ins Tal rauschte. Ein Wackelkontakt an der Anzeigetafel hatte verhindert, dass die Schützenbewegung angezeigt wurde. Dass es bei geringem Sachschaden blieb, wird dem Umstand zugeschrieben, dass es schon tagelang regnete und bereits vor dem Vorfall viel Wasser abgeführt wurde, weshalb sich weder Fischer noch spielende Kinder im Gefahrenbereich befanden.

Tragisch hingegen verlief ein Fall ungewollten Öffnens in den USA. Hier handelt es sich um ein Kanalkraftwerk. Das Flussbett parallel zum Kanal ist normalerweise nur vom Leckwasser der Hochwasserschützen durchströmt und bildet mit seinen tiefen Tümpeln zwischen riesigen Granitblöcken ein ideales Fischwasser. Aus nie geklärter Ursache öffnete sich eines Tages eine dieser Schützen. Zwei Fischer, die im Flussbett ihrem Hobby frönten, hatten keine Chance, den plötzlich anschwellenden Fluten zu entkommen.

Diese Beispiele, die sicher vermehrt werden könnten, machen deutlich, dass ungewolltes Öffnen von Wehrverschlüssen durchaus Gefahren birgt und verhindert werden muss. In Irland hat man die ganze Elektrik der Schützenantriebe erneuert und ins Innere der Wehrpfeiler verlegt. Die Schützenposition wird mehrfach überwacht. Außerdem wurde angeordnet, dass bei jeglichem Anzeichen einer Unregelmässigkeit der automatische und/oder ferngesteuerte Betrieb einzustellen ist und die Schützen nur vor Ort gesteuert werden dürfen, bis das Problem geklärt ist. Weil alle Anlagen – mit einer Ausnahme – entweder im Verhältnis zum Einzugsgebiet grosse Stauräume haben oder unterhalb grosser natürlicher Seen liegen, ist die Notwendigkeit von Schützenbewegungen Tage oder Wochen vorher bekannt, es kann keine Überraschungen geben. So wurde beschlossen, die Stromversorgung der Schützen normalerweise überhaupt abzuschalten. Sie wird aber einmal pro Woche getestet.

Mit dieser simplen Massnahme hätte sich auch der tragische Unfall in den USA verhindern lassen. Bei der fraglichen Anlage kommt alles Wasser von den obenliegenden Staustufen, das direkte Einzugsgebiet ist vernachlässigbar klein. Es gibt also keinen Grund, die Schützen dauernd unter Strom zu halten. Im übrigen zeigen die Erfahrungen in Irland, dass Kettenantriebe störanfällig und wartungsintensiv sind. Wo solche noch existieren, sollte man sie statt aufwendiger Revisionen und Nachbesserungen durch hydraulische Antriebe ersetzen.

Adresse des Verfassers: Otto Hartmann, dipl. Maschineningenieur SIA, Knubel 13, CH-3465 Dürrenroth.