



# **fischnetz-info**

**Projekt «Netzwerk Fischrückgang Schweiz»  
Projet «Réseau suisse poissons en diminution»**

**Schwerpunkt / thème principal**

**TeilprojektleiterInnenkonferenz vom März 2000**

**Conférence des directeurs et directrices de projets partiels de mars 2000**

**N° 4, Mai 2000**

## In dieser Ausgabe

- 2 Editorial
- 3 Fischsterben in der Schweiz in den Jahren 1989 bis 1998
- 4 Gesundheitszustand von Fischen aus Emmewasser /Grundwasser aus dem Emme-Einzugsgebiet
- 5 Quellen von Pestiziden für Schweizer Oberflächengewässer – zeitliche und örtliche Konzentrationsbereiche
- 6 Wirkung ausgewählter Pestizide auf Fische
- 7 Synthese zu verschiedenen Untersuchungen an Fischen in Vorflutern von 41 Kläranlagen
- 9 Vergleich der östrogenen Aktivität und Embryotoxizität zweier Kläranlagenausläufe im Kanton Luzern
- 9 Ausblick
- 9 Termine

## Dans ce numéro

- 10 Editorial
- 11 L'empoisonnement aigu des poissons en Suisse de 1989 à 1998
- 12 Etat de santé des poissons dans les eaux de l'Emme et dans les eaux souterraines du bassin versant de l'Emme
- 13 Sources de pesticides pour les eaux de surface suisses – domaines de concentration dans l'espace et dans le temps
- 14 Influence de certains pesticides sur les poissons
- 15 Synthèse des diverses études menées sur les poissons dans les émissaires de 41 stations d'épuration.
- 17 Comparaison de l'activité œstrogène et de l'embryotoxicité de deux effluents de stations d'épuration dans le canton de Lucerne
- 17 Perspectives
- 17 Agenda

### Impressum

«fischnetz-info» kann kostenlos bei der unten stehenden Adresse bezogen werden.

Verantwortlich für die Redaktion dieser Ausgabe:  
Patricia Holm (im Namen der Projektleitung)

Übersetzung ins Französische:  
Laurence Puech, D-Waldkirch

La brochure «fischnetz-info» peut être obtenue gratuitement auprès de l'adresse mentionnée ci-dessous.

Rédaction:  
Patricia Holm (pour la direction du projet)

Traduction:  
Laurence Puech, D-Waldkirch

Projekt Fischnetz, Helga Reutimann, EAWAG, PF 611,  
8600 Dübendorf, helga.reutimann@eawag.ch,  
Tel. 01-823 55 94, Fax 01-823 53 75

www.fischnetz.ch

## Editorial



Schweizweit wurden in den letzten 10 Jahren 40% weniger Fische gefangen als zuvor, ein Grund zu grosser Besorgnis. Der massive Fischrückgang, oft verbunden mit einer Verschlechterung der Fischgesundheit, war der Anlass zur Gründung des Projektes «Netzwerk Fischrückgang Schweiz», kurz «Fischnetz». Die Idee dieses Projektes war von Anfang an, national alle Interessierten und Beteiligten zu vernetzen und die verschiedensten «fischnetz»-relevanten Tätigkeiten zu koordinieren. Wichtig war uns ebenfalls, Verbindungen zur Forschung im Ausland sicherzustellen und Doppelspurigkeiten gar nicht erst aufkommen zu lassen. Über die verschiedenen Forscher im «Fischnetz» sind wir mit dem EU-Forschungsprogramm COMPREHEND eng liiert. Die Projektleitung unterhält enge Kontakte und intensiven Informationsaustausch mit allen europäischen Ländern, in denen ebenfalls an Veränderungen in Fischbestand und Fischgesundheit geforscht wird. Zum Forschungsprogramm «Long Range Research Initiative (LRI)» des Verbandes der Europäischen Chemischen Industrie, in dem Projekte zur hormonalen Wirkung chemischer Stoffe bearbeitet werden, pflege ich selbst einen direkten Kontakt. Ein reger Informationsaustausch findet ebenfalls zu den verschiedensten Forschungsgruppen in den USA statt.

Rund 770 Projekte nur zur Frage der hormonalen Wirkung von Chemikalien auf Lebewesen laufen heute weltweit, davon etwa 150 mit spezifischem Fokus auf Fische. Im GEDRI (Global Endocrine Disruptors Research Inventory) sind die meisten Projekte registriert und können einzeln über das World Wide Web abgerufen werden. Die OECD versucht, schrittweise das methodische Vorgehen auf diesem Gebiet zu vereinheitlichen. Die Projektleitung sorgt dafür, dass die relevanten Informationen über die internationalen Entwicklungen alle im «Fischnetz» verbundenen Forschungsgruppen erreichen.

Im «Fischnetz» beschränken wir uns nicht nur auf die Fragen der Wirkung von Chemikalien, sondern untersuchen ebenfalls die Bedeutung von Änderungen in der Wasserführung unserer Flüsse, die in den letzten Jahren als Resultat der klimatischen Verschiebungen aufgetreten sind, sowie den Einfluss von biologischen Faktoren und direkten Eingriffen des Menschen auf die Gewässer, z.B. durch Verbauungen. Es war uns von Anfang an klar, dass «Fischnetz» nicht als loser Verband von einigen Einzelnen getragen werden kann. Es war nötig, alle irgendwie Betroffenen ins Projekt einzubeziehen. Zu den Betroffenen gehören der Bund und die Kantone, die Industrie und Wirtschaft und natürlich auch die Fischer selbst.

«Fischnetz» soll im Jahre 2003 abgeschlossen sein. Getragen wird «Fischnetz» finanziell von Institutionen des Bundes (BUWAL & EAWAG), von einigen Kantonen (Bern, St. Gallen – einzelne Teilprojekte von weiteren Kantonen), von der chemischen Industrie (Ciba, Novartis und der Schweizerischen Gesellschaft für Chemische Industrie) und vom Schweizerischen Fischereiverband. Wir vom Lenkungsausschuss versuchen in der nächsten Zeit, noch mehr Kantone zu bewegen das «Fischnetz» zu unterstützen. Es ist unser Wunsch, «Fischnetz» noch stärker gesamtschweizerisch zu verankern, um die ambitionösen Ziele in der gegebenen Zeit auch zu erreichen.

Alexander J.B. Zehnder, Präsident des Lenkungsausschusses «Fischnetz»

# Die 1. TeilprojektleiterInnenkonferenz im Jahr 2000 vom 21. März in Zürich

Auf Wunsch der vorangegangenen TeilprojektleiterInnenkonferenz wurde diesmal den fachlichen Beiträgen mehr Zeit gewährt. Referate zu 6 verschiedenen «Fischnetz»-Teilprojekten wurden den etwa 30 TeilnehmerInnen präsentiert. Anschliessend wurden die Resultate in einer regen Diskussion einer kritischen Prüfung unterzogen und Überlegungen zur Konsequenz des Gehörten angestellt. In dieser Ausgabe haben die AutorInnen ihre Referate für Sie zusammengefasst. Die entsprechenden Literaturangaben finden Sie auf unserer Homepage oder können bei der Projektleitung angefordert werden.

Die Projektleitung hat in den letzten Monaten intensiv an den 12 Arbeitshypothesen gearbeitet; zu jeder dieser Hypothesen sind detaillierte Untersuchungspläne aufgestellt worden. Daraus resultierende neue Teilprojekte sollen demnächst gestartet werden. Alle TeilprojektleiterInnen, kantonale Vertretungen und Forschungsinstitutionen sind aufgerufen, derartige Projekte zu bearbeiten (in Kürze auf unserer Homepage).

## Fischsterben in der Schweiz in den Jahren 1989 bis 1998\*

Claudia Friedl (BUWAL)

Mit dem Begriff «Fischsterben» wird die akute Mortalität von Fischen in einem Gewässer umschrieben. Er beinhaltet nicht die unspektakulär verlaufenden Fischsterben infolge chronischer Belastungen der Fische.

Bereits in früheren Jahren wurde die Anzahl der Fischsterben und ihre Ursachen durch den Bund gesamtschweizerisch zusammengestellt. Im Herbst 1999 erfolgte die aktuelle Erhebung bei den Kantonen über die 10 Jahre von 1989–1998. Dabei wurde für jedes Jahr die Anzahl der Fischsterben je Ursache sowie die dazugehörige Schadensumme erfragt. Die Einteilung der Ursachenkategorien basierte auf den früheren Erhebungen und den damals gemachten Erfahrungen. Sie umfassten: Gülle, Pestizide, Desinfektionsmittel,

Siloabwässer, Abwasser (häusliche, gewerbliche, industrielle), Öl/Teer/organische Lösungsmittel, Zementwasser (inkl. Baustellenabwasser), Stauraumspülungen, Sauerstoffmangel, zu geringer Wasserstand, Fischkrankheiten, andere Ursachen, unbekannte Ursachen.

In den 10 Jahren zwischen 1989 und 1998 wurden gesamtschweizerisch 1697 Fischsterben registriert. Die Anzahl nahm in der ersten Hälfte der Beobachtungsperiode ab, stieg aber nach 1994 wieder an. Diese Zunahme war vor allem auf einen Anstieg bei den durch Gülle sowie Abwasser verursachten Fällen zurückzuführen. Gülle und Abwasser waren gesamtschweizerisch wie in den früheren Jahren die Hauptursachen für die Fischsterben. Von den Güllefällen am stärksten betroffen waren die Kantone mit den höchsten Viehbeständen. Bei der Ursache «Abwasser» lagen vor allem bevölkerungsdichte Kantone vorne. Für einen hohen Anteil von 22% aller Fälle konnte keine Ursache nachgewiesen werden. Oft handelt es sich dabei um kleine Fischsterben, bei denen eine Ursachenermittlung schwierig ist.

\* Erscheint auf deutsch, französisch und italienisch in der BUWAL-Reihe Mitteilungen zur Fischerei Nr. 65

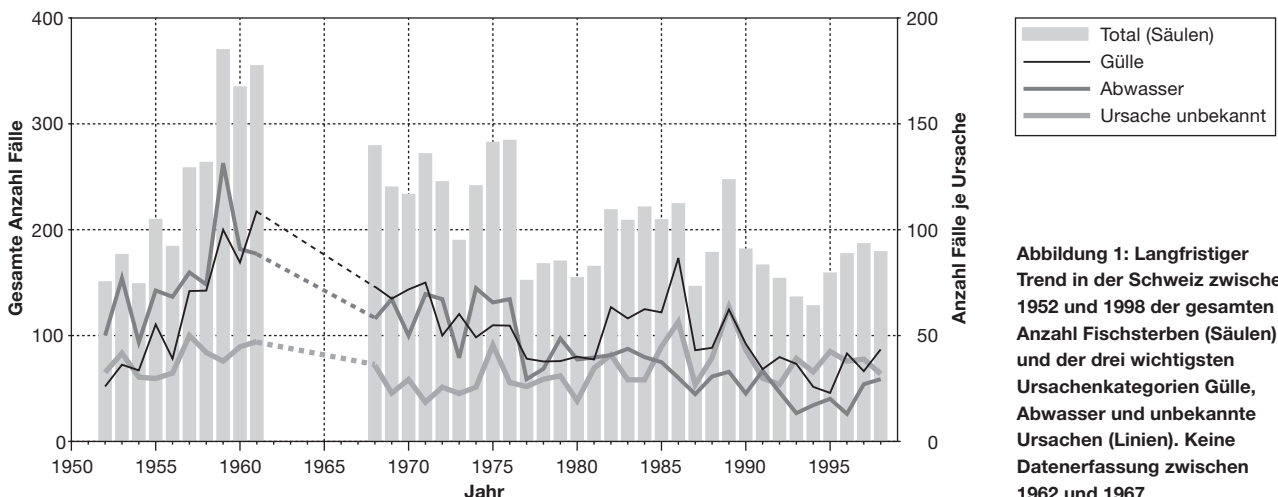


Abbildung 1: Langfristiger Trend in der Schweiz zwischen 1952 und 1998 der gesamten Anzahl Fischsterben (Säulen) und der drei wichtigsten Ursachenkategorien Gülle, Abwasser und unbekannte Ursachen (Linien). Keine Datenerfassung zwischen 1962 und 1967.

Die erfasste Schadensumme für die letzten 10 Jahre betrug gesamtschweizerisch 4,4 Mio. Franken. Die Schadensumme konnte nicht als Vergleichsgrösse für das Ausmass der Schäden herangezogen werden, da bei deren Berechnung eine unterschiedliche Praxis herrscht.

Im langjährigen Trend (seit 1952) zeigte die aktuelle 10-Jahresperiode mit durchschnittlich 170 Ereignissen pro Jahr einen klaren Rückgang der Fallzahl gegenüber den früheren Zeitabschnitten. Die Anzahl Fälle sagt jedoch nichts über das Ausmass der einzelnen Fischsterben und somit den Eingriff auf den Fischbestand und die Fischnährtiere aus. Kein Rückgang konnte bei den Fallzahlen mit unbekannter Ursache festgestellt werden. Nicht auszuschliessen ist, dass die Fische heute aufgrund einer höheren multifaktoriellen Gesamtbelastung bereits geschwächt sind und daher akute Fischsterben ausgelöst werden, ohne dass die dafür verantwortliche Ursache in den Vordergrund tritt.

### Gesundheitszustand von Fischen aus Emmewasser / Grundwasser aus dem Emme-Einzugsgebiet

Thomas Wahli (Zentrum für Fisch- und Wildtiermedizin FIWI, Universität Bern)

Klagen aus Fischereikreisen über einen Einbruch der Fangerträge von Bachforellen in der Emme bildeten den Ausgangspunkt dieses durch das Gewässer- und Bodenschutzlabor des Kantons Bern finanzierten Projektes. Erste Abklärungen von Fischen aus der Emme zeigten histologische Veränderungen v.a. in Leber und Niere. Der Schweregrad dieser Veränderungen nahm in Fließrichtung tendenziell zu. Von Bedeutung ist, dass im betroffenen Gebiet ein substantieller Anteil des Grundwassers und damit des Trinkwassers aus Infiltrat aus der Emme besteht. Ziel des Projektes war es, den Einfluss von Wasser unterschiedlicher Herkunft auf den Gesundheitszustand von Bachforellen zu ermitteln und die Effekte zu vergleichen.

Fische wurden in mit Emmewasser bzw. mit Grundwasser gespiesenen Tanks gehalten. Ein im Emmekanal fixierter Käfig wurde ebenfalls mit Fischen bestockt. Aufgabe des FIWI war es, die Fische regelmässig auf infektiöse Erreger und Organveränderungen zu untersuchen, während Mitarbeiter des Fischereivereins an der Emme, in deren Anlage der Versuch durchgeführt wurde, die Pflege und Überwachung der Fische übernahmen.

Auffälligstes Resultat des Versuches war die unterschiedliche Mortalitätsrate in den verschiedenen Becken. Während in den Grundwasseransätzen kaum Abgänge zu verzeichnen waren, starben in Bachwasseransätzen immer wieder Tiere. Dies hatte einen mehrmaligen Neubesatz der Becken zur Folge. Eine mögliche Todesursache war die Infektion von Fischen der Bachwassergruppe mit *Aeromonas salmonicida*, dem Erreger der Furunkulose. Diese Krankheit wurde nur in den im Bachwasser gehaltenen Tieren festgestellt.

In keinem Fall liessen sich Viren nachweisen, dagegen wurden verschiedene Parasitenarten gefunden. In allen Gruppen wurden, mit einer Ausnahme, die gleichen Arten und derselbe Befallsgrad registriert. Der in den Grundwassergruppen stärkere Befall durch *Costia necatrix* (Flagellat) könnte die makroskopisch und histologisch festgestellten Hautveränderungen, die bei Fischen aus den Grundwassertanks deutlich ausgeprägter waren, teilweise erklären.

Weitere Unterschiede in Bezug auf histologische Veränderungen im ersten Ansatz betrafen Leber- und Nierenveränderungen, die in Fischen der Bachwasser- und Hälterkasten-Gruppe deutlicher waren als in der Grundwassergruppe. Im zweiten Ansatz konnten diese Befunde weitgehend bestätigt werden. In einem dritten Ansatz zeigten sich mit zunehmender Expositionsdauer auch bei den Fischen der Grundwassergruppe nebst Veränderungen in Haut und Kiemen auch solche in der Leber und Niere, wenn auch tendenziell etwas weniger ausgeprägt als bei den Fischen der Bachwassergruppe. In einem vierten Ansatz mit Grundwasser konnten diese Befunde reproduziert werden. Die Veränderungen in den Lebern der Grundwassergruppe waren vorwiegend degenerativer Natur (Zytoplasma und Kern-



Bachforelle mit Furunkulose.

alterationen), während in den Lebern der Fische aus dem Bachwassertank mehr proliferative und entzündliche Prozesse gefunden wurden.

Die Resultate zeigten, dass sowohl Bach- als auch Grundwasser Organveränderungen provozieren kann, die allerdings in ersterem, mit Ausnahme von Hautläsionen, ausgeprägter sind. Insgesamt waren die Unterschiede zwischen den Gruppen nicht sehr ausgeprägt, und in keinem Fall konnten hochgradige Veränderungen festgestellt werden.

**Quellen von Pestiziden für Schweizer Oberflächengewässer – zeitliche und örtliche Konzentrationsbereiche**

Stephan Müller (Wasser und Landwirtschaft, EAWAG)

Die Hauptziele dieses Beitrages sind:

- das Aufzeigen der verschiedenen Pestizidanwendungen in der Schweiz und der damit verbundenen verschiedenen Eintragswege in die Oberflächengewässer sowie
- die für die Beurteilung einer möglichen Wirkung der Pestizide auf den Fischrückgang wichtigen Grössen, wie der Konzentrationsbereich einiger ausgewählter Pestizide und deren zeitlichen Schwankungen aufzuzeigen. Die möglichen Wirkungen der Pestizide auf den Fischrückgang werden im nachfolgenden Beitrag von Patricia Holm dargestellt.

Pestizide werden vor allem in den Bereichen Landwirtschaft (ca. 1700 t/Jahr), Haus und Garten (unbekannt) sowie im Bauwesen (ca. 170 t/Jahr) eingesetzt. Diese verschiedenen Anwendungen haben zur Folge, dass die Pestizide sowohl durch oberflächliche Abschwemmungen und Drainagen nach der landwirtschaftlichen Anwendung mehr oder weniger direkt in die Oberflächengewässer gelangen, dass sie aber auch durch Abwasserreinigungsanlagen (ARA) in die Vorfluter eingetragen werden.

**Die verschiedenen zeitlichen Konzentrationen und die verschiedenen Wege des Herbizides Atrazins**

Atrazin wird in der Schweiz nur noch im Maisanbau in den Monaten Mai und Juni eingesetzt. Nach der Applikation wird es durch Regenereignisse in die Oberflächengewässer eingetragen. Die Konzentrationsbereiche sind von verschiedensten Faktoren wie z.B. ausgebrachte Menge, Regenmenge, Lage des Maisfeldes, des Einzugsgebietes des Gewässers usw. abhängig. Die Konzentrationen sind in den Abflussspitzen am höchsten (bis zu 100 µg/l während kurzer Zeit), sind jedoch auch bei Basisabfluss des Gewässers in den Monaten Mai-Juli höher (einige hundert ng/l) als während des restlichen Jahres (siehe Abbildung 2). Dieses Konzentrationsmuster kann auf andere Herbizide übertragen werden.

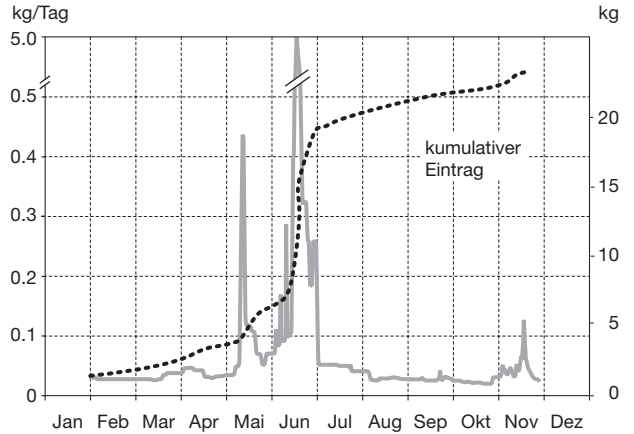


Abbildung 2: Täglicher und kumulativer Atrazineintrag in den Greifensee 1991.

Unsere Untersuchungen im Einzugsgebiet des Greifensees haben jedoch auch gezeigt, dass ca. 20% des total in den See eingetragenen Atrazins via ARAs in die Gewässer gelangen (siehe Abbildung 3a). Ursachen dafür sind das Waschen von Spritzgeräten, Tropfverluste auf Strassen etc.

**Mecoprop – ein Herbizid mit verschiedensten Anwendungen**

Mecoprop ist ein Herbizid, welches vor allem im Frühjahr (schon ab März) im Getreideanbau eingesetzt wird. Es wird aber auch als verstecktes Herbizid in Bitumen eingesetzt, mit dem Flachdächer abgedichtet werden. Dort ist es chemisch verändert als Ester vorhanden, der aber rasch hydrolysiert und dadurch Mecoprop freisetzt. Dies hat zur Folge, dass Mecoprop einerseits wie Atrazin aus der landwirtschaftlichen Anwendung und andererseits je nach Anschlusssituation des Dachwassers ans Entwässerungssystem (Kanalisation, Versickerungsanlage etc.), aber auch via ARAs in die Oberflächengewässer gelangt. Im Einzugsgebiet des Greifensees ist der Anteil des Mecoprops, welches über die ARAs in die Oberflächengewässer gelangt, ca. 70% (siehe Abbildung 3b).

**Schlussfolgerungen**

Diese Resultate illustrieren die zeitliche und örtliche Dynamik von Pestizidkonzentrationen in unseren Gewässern. In An-

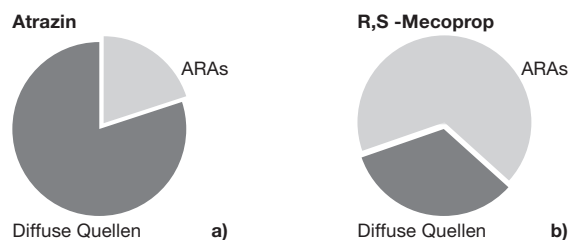


Abbildung 3: Pestizeintrag in den Greifensee: Anteil der diffusen Quellen vs. Einträge via Abwasserreinigungsanlagen.

betrachtet dieser Resultate und der Vielzahl der eingesetzten Pestizide (einige hundert Wirkstoffe) ist es äusserst schwierig, die Gewässerqualität bezüglich der Belastung mit Pestiziden allgemein zu beschreiben. Daher müssen für das Fischnetz klare Fragestellungen formuliert und daraus Projekte erfasst und initiiert werden, welche alle möglichen Parameter (von der Pestizidkonzentration bis hin zu Abbauprodukten) berücksichtigen.

Einige der dargestellten Resultate sind in verschiedenen Publikationen zusammengefasst und beim Autor erhältlich, und weitere entsprechende Publikationen sind in Vorbereitung.

### Wirkung ausgewählter Pestizide auf Fische

Patricia Holm (EAWAG)

Die Möglichkeiten des Organismus, auf chemische Exposition zu reagieren, ist in Abbildung 4 zusammengefasst: Eine Substanz, in eine Zelle aufgenommen, löst dort Prozesse aus, entweder in Richtung auf eine Adaptation oder als Veränderungen pathologischer Art. Letzteres kann eine Krankheit und schliesslich den Tod zur Folge haben. In jedem Fall bedeutet das Reagieren auf aufgenommene Stoffe einen erhöhten Energieaufwand für das Tier, dies kann sich z.B. als verminderte Reproduktions- oder Wachstumsleistung ausdrücken. Je nach Ausmass und Intensität können Effekte auf der Populationsebene auftreten.

#### Beispiel Atrazin

Atrazin, ein im Maisanbau eingesetztes Herbizid, kommt, wie im vorangehenden Artikel von S. Müller dargestellt, in z.T. hohen Konzentrationen in unseren Oberflächengewässern vor. Es wird als Beispiel für Wirkungen auf Fische herangezogen, die je nach Fischart und betrachtetem Endpunkt unterschiedlich ausfallen: Während der LC<sub>50</sub>-Wert (die Konzentration im Toxizitätstest, bei der 50% der Fische sterben) für die Karausche bei 76 mg/l liegt, bewegt er sich zwischen 4,8 und 8,8 mg/l bei der Regenbogenforelle. Für Embryonen und Larven dieser Art liegt er zwischen 0,87 und 1,1 mg/l. Mit neuen, sensitiven Testverfahren wird nach Exposition von Regenbogenforellen eine Veränderung in der Feinstruktur der Nierenzellen bereits bei 10 µg/l festgestellt.

#### Beispiel 3,4-Dichloranilin

3,4-Dichloranilin ist ein Abbauprodukt des Diurons (ein Herbizid mit Anwendung im Obst- und Gemüsebau und als Algizid in Dispersionsfarben zu finden). Um die Bedeutung unterschiedlicher Empfindlichkeiten von Arten in einer Biozönose zu betrachten, wurden Experimente mit Barschen und Rotaugen unter dem Einfluss von 3,4-Dichloranilin gemacht: Bei larvalen Rotaugen treten durch die Testsubstanz

(200 µg/l) verursachte zusätzliche Mortalitäten von 70–95% auf, die zu einem deutlichen Einbruch der Populationsgrösse führen können.

Bei 200 µg/l ist beim Barsch das Wachstum der Larven gehemmt und die Mortalität ist um bis 40% erhöht. Da die Substanz jedoch in weitaus geringeren Konzentrationen eine hohe Toxizität auf Kleinkrebse hat, führt dies bei den Barschen bereits bei niedrigeren Konzentrationen zu Hunger und erhöhten kannibalistischen Aktivitäten. Dies kann zu gravierenden Populationseinbrüchen führen.

In gemeinsam von Barschen und Rotaugen bewohnten Gewässern sind die Rotaugenlarven, da bessere Schwimmer und Jäger, den Barschlarven überlegen. Bei Vorhandensein einer toxischen Substanz mit den geschilderten Effekten könnte der Barsch jedoch von den stärkeren Auswirkungen auf die Rotaugen profitieren, die letztlich zu einem Ausfall der Konkurrenz führen.

#### Beispiel 4-Chloranilin

Diese Substanz ist ein Zwischenprodukt bei der Herstellung von Farbstoffen, Antioxidantien und Agrochemikalien. 4-Chloranilin kommt in Konzentrationen bis ca. 2 µg/l in Oberflächengewässern vor. Im Bereich von 40–50 µg/l werden bei Zebrabärblingen und Regenbogenforellen Veränderungen in der Leber-Feinstruktur und im Schwimmverhalten

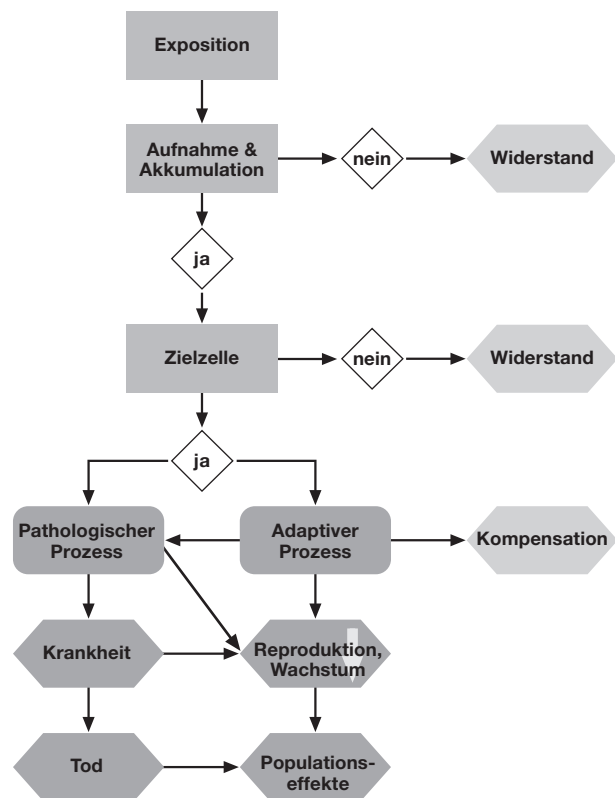


Abbildung 4: Mögliche Reaktionen des Organismus auf chemische Exposition (nach Segner & Braunbeck, 1998).

beobachtet. Hervorgehoben werden soll an diesem Beispiel die enorme Bedeutung der Umweltfaktoren für die Toxizität: Je nach Zusammensetzung des Futters (fettreich vs. fettarm) und der Temperatur (14 °C vs. 20 °C) liegt der LC<sub>50</sub>-Wert für die Goldorfe zwischen 9,8 und 26,5 mg/l.

### Schlussfolgerungen

Subletale Wirkungen können bereits bei Konzentrationen ausgelöst werden, die bis 800-fach unter den akut toxischen Konzentrationen liegen, wie das Beispiel Atrazin zeigt.

Je nach der Fischart, der ökologischen Strategie, den Lebensraumbedingungen und der Konkurrenzsituation kann auch eine geringe Konzentration eine Beeinträchtigung und nachfolgend eine verringerte Fitness bewirken. Darüber hinaus müssen zeitliche Spitzen in der Konzentration berücksichtigt werden, die erheblich zur subletalen toxischen Belastung beitragen können, wie kürzlich im Rahmen eines Symposiums zu einem Verbundprojekt in Deutschland (VALIMAR) vorgestellt. Diese Zusammenhänge müssen Eingang in Projektkonzepte finden, mit denen «Fischnetz» die Bedeutung relevanter Chemikalien für die Fische in den Schweizer Gewässern untersuchen wird.

## Synthese zu verschiedenen Untersuchungen an Fischen in Vorflutern von 41 Kläranlagen

*Daniel Bernet (Zentrum für Fisch- und Wildtiermedizin FIWI, Universität Bern)*

In einem gross angelegten Monitoring-Projekt wurden die Effekte von 41 Abwasserreinigungsanlagen (ARAs) auf Fischbestände sowie auf den Gesundheitszustand und die Entwicklung von Bachforellen in den Vorflutern untersucht (Escher, 1999). Leberproben der untersuchten männlichen Bachforellen wurden am Zentrum für Fisch- und Wildtiermedizin (FIWI), Bern, histologisch bewertet und deren Vitellogeningehalt immunohistochemisch gemessen. Gonaden wurden histologisch auf das Auftreten von Ovotestis untersucht. Die fischereibiologischen, makropathologischen und biometrischen Daten des Projekts, die Ergebnisse der histologischen Leber- und Gonadenuntersuchungen, sowie der immunohistochemischen Vitellogeninmessungen liefern das Datenmaterial für die vorliegende Synthese des Projekts. Die Ergebnisse werden mit den zur Verfügung stehenden Kenndaten der Kläranlagen und der Morphologie der Vorfluter in Verbindung gesetzt.

### Vitellogenin-Gehalt in der Leber

Vitellogenin ist ein Vorläuferprotein des Eidotters in den Gonaden weiblicher Fische. Vitellogenin fehlt den Männchen bzw. kommt nur in kaum messbaren Mengen vor. Unterhalb der Kläranlagen Echallens, Eschenbach-Inwil, Märstetten

und Teufenthal konnte bei männlichen Bachforellen eine Induktion von Vitellogenin in der Leber nachgewiesen werden. Dies deutet auf die Anwesenheit von östrogenaktiven Substanzen im Vorfluter unterhalb dieser ARAs hin. Fische aller übrigen Stellen zeigten keine positive Reaktion für Vitellogenin.

### Konditions-Index (Gewicht × 100 / Länge<sup>3</sup>)

Unterhalb von 8 ARAs (Appenzell, Buttisholz, Densbüren, Einsiedeln, Gossau, Ruswil, Sion-Châteauneuf, Vulliens) wiesen die gefangenen Forellen bessere und unterhalb von 4 ARAs (Aadorf, Eclubens, Engelberg, Märstetten) schlechtere Konditionsindizes auf als oberhalb. Der wiederholt bessere Konditionszustand der Forellen unterhalb der ARAs könnte einerseits die Folge eines höheren Eutrophierungsgrades im Vorfluter unterhalb der Einleitungsstelle der ARA sein. Andererseits wurden gesteigerte Konditionsindizes wiederholt unterhalb von ARAs gefunden, die im Vergleich zu oberhalb der ARA eine niedrigere Populationsdichte aufwiesen (ARAs Appenzell, Buttisholz, Gossau, Ruswil, Sion-Châteauneuf, Vulliens). Möglicherweise steht an diesen Standorten für das einzelne Individuum ein höheres Futterangebot zur Verfügung.

### Hepatosomaler Index (HSI: prozentualer Anteil des Lebergewichts am Körpergewicht)

M. Escher zeigte im BUWAL-Bericht (Mitt. zur Fischerei Nr. 61), dass unterhalb der ARAs die mittleren HSI adulter männlicher Bachforellen häufig höher sind als oberhalb. Das Lebergewicht der männlichen Forellen scheint durch die Belastung durch ARAs zuzunehmen. Es konnte jedoch kein Zusammenhang zwischen dem Abwasseranteil im Vorfluter bzw. der Belastungsstärke der ARA und der Stärke der Veränderungen des HSI beim Vergleich oberhalb und unterhalb der ARA aufgezeigt werden. Bei der ARA Teufenthal kann bei den Männchen ein Zusammenhang zwischen dem erhöhten HSI und der Vitellogenin-Produktion vermutet werden.

### Gonadosomaler Index (GSI: prozentualer Anteil des Gonadengewichts am Körpergewicht)

Bei den adulten Weibchen wurden keine einheitlichen Effekte der ARAs auf den GSI nachgewiesen. Bei den adulten Männchen waren die GSI unterhalb der ARAs meist erhöht. Ausnahmen waren die vier ARAs Engelberg, Hagnau-Birsfelden, Teufenthal und Villars s/G. Der Nachweis von Vitellogenin in männlichen Fischen unterhalb der ARA Teufenthal weist auf die Anwesenheit östrogenaktiver Substanzen hin und könnte eine Ursache für den reduzierten GSI unterhalb dieser ARA sein.

### Histologie Leber

Forellen unterhalb der ARAs Hagnau-Birsfelden, Kemmental und Villars s/G wiesen deutlich stärkere Leberveränderungen

auf als Forellen oberhalb. Dagegen waren die Veränderungen in Forellen oberhalb der ARAs Dizy, Engelberg, Holzmühle, Huttwil, Reinach, Ruswil und Valangin deutlich stärker ausgeprägt als bei Forellen unterhalb. Die Unterschiede zwischen ober- und unterhalb liessen sich nicht mit der Belastungsstärke der ARAs, der Abwasserverdünnung im Vorfluter und der Grösse des Vorfluters in Verbindung bringen. Forellen mit deutlich ausgeprägten Leberveränderungen waren weit verbreitet. Sie fanden sich in 22 von 30 Vorflutern und treten sowohl unterhalb als auch oberhalb der ARAs auf.

**Schlussfolgerungen**

Für die Beurteilung negativer Effekte von Kläranlagen auf Fische wurden mehrere Bioindikatoren und Biomarker unter-

sucht (Tabelle 1). Dies ist eine wichtige Voraussetzung für verlässliche Aussagen über die Relevanz der Veränderungen. Die integrative Beurteilung der Auswirkungen der ARAs auf die Fische dokumentierte negative Effekte der ARAs Buttisholz, Eclublens, Märstetten, Sion-Châteauneuf, St.Imier/Villeret, Villars s/G und ganz besonders der ARAs Engelberg, Hagnau-Birsfelden, Kemmental, Reinach und Teufenthal. Bei 24 ARAs wurden aufgrund der gemessenen Parameter keine oder nur geringe negative Effekte auf die Fische nachgewiesen. 6 ARAs (Altstätten, Brunnen, Eschenbach-Inwil, Fenin, Surental, Zwingen) konnten nicht beurteilt werden, weil unter- und/oder oberhalb keine oder zuwenig Bachforellen gefangen wurden. Veränderungen an Fischen und Fischeiern oberhalb vieler ARAs deuten auf eine Grundbelastung dieser Gewässerläufe hin und erschwerten die Bewertung der Effekte der entsprechenden ARAs. Möglicherweise spielten dabei auch Wanderbewegungen der Fische eine Rolle (dies trifft jedoch nicht für die exponierten Fischeier zu). Grösse und Verdünnungsverhältnis der ARAs standen nicht in Beziehung mit dem Ausmass der vorgefundenen Ergebnisse. Indessen muss für die vorgefundenen Veränderungen dem qualitativen Schadstoffpotential des Abwassers (Inhaltsstoffe, Zusammensetzung etc.) Bedeutung zugemessen werden. Für alle ARAs zutreffende Aussagen (generelle Vergrösserung der Lebern, Vitellogenininduktion, histologische Veränderungen usw.) über die Wirkung von ARAs auf die Fische bzw. die Eientwicklung sind nicht möglich. Vielmehr müssen die Effekte für jede Kläranlage einzeln beurteilt werden.

|                   |   | Population | Biometrie | VTG | Ovotestis | Histologie | Early life | Makroskopie |
|-------------------|---|------------|-----------|-----|-----------|------------|------------|-------------|
| Aadorf            | ↘ |            | 0.6       |     |           |            | 1          |             |
| Altstätten        |   |            |           |     |           |            |            |             |
| Appenzell         | ↘ | 0.5        | 0.4       |     |           |            |            | 0.3         |
| Boveresse         | → |            | 0.4       |     |           |            |            | 0.6         |
| Brunnen           |   |            |           |     |           |            | 1          |             |
| Buttisholz        | ↓ | 1          | 0.2       |     |           |            | 1          |             |
| Chevilly          | → |            |           |     |           |            |            |             |
| Court SECOR       | → |            | 0.4       |     |           |            |            |             |
| Densbüren         | ↘ |            |           |     |           |            | 1          |             |
| Dizy              | ↘ |            | 0.2       |     |           |            | 1          |             |
| Echallens         | ↘ |            |           | 1   |           |            | 1          |             |
| Eclublens         | ↓ | 1          |           |     |           |            | 1          | 0.3         |
| Egg-Oetwil        | ↘ | 1          | 0.4       |     |           |            |            |             |
| Einsiedeln        | ↘ |            | 0.4       |     |           |            | 1          |             |
| Engelberg         | ↓ | 1          | 0.6       |     |           |            | 1          | 0.3         |
| Eschenbach-Inwil  |   |            |           | 1   |           |            |            |             |
| Gossau            | ↘ | 1          | 0.2       |     |           |            |            | 0.3         |
| Hagnau-Birsfelden | ↓ |            | 0.4       |     |           | 1          | 1          | 0.3         |
| Holzmühle         | ↘ | 0.5        | 0.4       |     |           |            |            | 0.3         |
| Huttwil           | ↘ | 1          | 0.4       |     |           |            |            | 0.6         |
| Kemmental         | ↓ | 0.5        | 0.6       |     |           | 1          | 1          |             |
| Konolfingen       | → |            | 0.4       |     |           |            |            |             |
| Lugano            | ↘ |            |           |     |           |            | 1          |             |
| Märstetten        | ↓ | 1          |           | 1   |           |            |            | 0.3         |
| Mönchaldorf       | ↘ | 0.5        | 0.2       |     |           |            | 1          |             |
| Reinach           | ↓ | 1          | 0.4       |     |           |            | 1          | 0.3         |
| Ruswil            | → |            |           |     |           |            |            | 0.3         |
| Schönengrund      | ↘ |            | 0.4       |     |           |            | 1          |             |
| Seuzach           | ↘ | 1          | 0.2       |     |           |            |            |             |
| Sion-Châteauneuf  | ↓ | 1          | 0.4       |     |           |            | 1          |             |
| St.Imier/Villeret | ↓ | 0.5        | 0.8       |     |           |            | 1          |             |
| Surental          |   |            |           |     |           |            |            |             |
| Teufenthal        | ↓ | 1          | 0.8       | 1   |           |            | 1          | 0.3         |
| Travers           | → |            | 0.4       |     |           |            |            |             |
| Unterehrendingen  | ↘ |            | 0.4       |     |           |            | 1          |             |
| Valangin          | → |            | 0.4       |     |           |            |            |             |
| Villars s/G       | ↓ |            | 0.2       |     |           | 1          | 1          | 0.3         |
| Vulliens          | ↘ | 1          |           |     |           |            |            |             |
| Wartau            | ↘ | 0.5        |           |     |           |            | 1          |             |
| Zwingen           |   |            |           |     |           |            |            |             |

**Tabelle 1: Integrative Beurteilung negativer Effekte der ARAs auf die Fische bzw. die Eientwicklung der Bachforellen, basierend auf Populationsuntersuchungen, biometrischen Indizes, Vitellogenin-Untersuchungen (VTG), Ovotestis, Leberhistologie, Early life stage Tests und makroskopischen Veränderungen.**

Die Zahlen repräsentieren den relativen Anteil an nachgewiesenen potenziell negativen Effekten der ARAs. Die Summe der sieben Zahlen pro ARA bildet die Grundlagen für die Bewertung der Auswirkungen der ARAs auf Fische bzw. Fischeier: Bei den ARAs mit Werten >2 wurde angenommen, dass sie einen negativen Einfluss auf die Fische bzw. Fischeier haben; sie sind mit dem Symbol ↓ bezeichnet. ARAs mit Werten zwischen 1 und 2 (Symbol ↘) werden als ARAs mit leichtgradig negativem Effekt bezeichnet. Bei ARAs mit einem Wert von <1 (Symbol →) wurde kein negativer Effekt auf Fische und Eier nachgewiesen. Gerasterte Zellen kennzeichnen Untersuchungen, die mangels Bachforellen nicht durchgeführt werden konnten oder wo keine Beurteilung möglich war.

## Vergleich der östrogenen Aktivität und Embryotoxizität zweier Kläranlagenausläufe im Kanton Luzern

Heiko Krieger (Ökotoxikologisches Institut, Universität Konstanz)

Seit einigen Jahren wurden global zunehmend negative Effekte auf Fischbestände vor allem in Fließgewässern beobachtet. Zu diesen negativen Effekten zählen Veränderungen der Niere, der Leber sowie der Gonaden der Fische, eine geringe Überlebensfähigkeit von Embryonen, eine sogenannte «Feminisierung» adulter, männlicher Tiere, langsame Bestandsabnahmen oder auch akute Fischsterben. Diese Phänomene treten sehr oft in Flüssen auf, die durch Einleitung von gereinigtem Abwasser aus Kläranlagen belastet werden. Die genauen Gründe für diese Beeinträchtigungen der Fischpopulationen sind bis heute noch weitgehend unklar. Sicher ist aber, daß nicht abgebaute Substanzen, die in gereinigtem Abwasser und in Flüssen v.a. unterhalb von Kläranlagen nachweisbar sind, eine zentrale Rolle bei diesen Problemen spielen.

Um die Wirkungsweise dieser Stoffgemische in Kläranlagenausläufen auf aquatische Organismen zu untersuchen, wurden Eier von Zebrafischen und Krallenfröschen für 96 h in Wasserproben von 2 Kläranlagenausläufen exponiert. Die östrogene Aktivität der Proben wurde anhand eines kompetitiven Östrogenrezeptor-Bindungsassay bestimmt. Zusätzlich wurden Flusswasserproben vor und nach den Kläranlagen untersucht.

Allgemein wurde eine geringere Empfindlichkeit der Zebrafische im Vergleich zu den Krallenfröschen beobachtet. Auch konnten starke Unterschiede in der Toxizität der verschiedenen Proben, abhängig von der jeweiligen Kläranlage und des Zeitpunkts der Probennahme, festgestellt werden. Eine Bindung der lipophilen Stoffe in den Kläranlagenausläufen an den Östrogenrezeptor konnte nur in Konzentraten der Proben detektiert werden. Ein Vergleich der embryotoxischen Wirkung und der östrogenen Aktivität der Proben ergab, daß die toxische Wirkung der Kläranlagenausflüsse nicht durch eine endokrine Interaktion der darin enthaltenen Substanzen verursacht wurde.

## Ausblick

Auf unserer Homepage [www.fischnetz.ch](http://www.fischnetz.ch) finden Sie aktuelle Angaben zu allen Aspekten des Projektes Fischnetz.

In der nächsten Ausgabe stellen wir Ihnen die Zusammenfassung der Referate des Fachseminars vor. Wir informieren Sie dann auch über neu angelaufene Teilprojekte.

## Termine

Die nächste TeilprojektleiterInnenkonferenz im Herbst 2000 findet (NEU!) statt am:

► Freitag, 27. Oktober 2000

Auch für diese Konferenz ist eine Zeit von 9.00 Uhr bis 15.00 Uhr eingeplant, mit gemeinsamem Mittagessen.

## Dans ce numéro

- 10 Editorial
- 11 L'empoisonnement aigu des poissons en Suisse de 1989 à 1998
- 12 Etat de santé des poissons dans les eaux de l'Emme et dans les eaux souterraines du bassin versant de l'Emme
- 13 Sources de pesticides pour les eaux de surface suisses – domaines de concentration dans l'espace et dans le temps
- 14 Influence de certains pesticides sur les poissons
- 15 Synthèse des diverses études menées sur les poissons dans les émissaires de 41 stations d'épuration.
- 17 Comparaison de l'activité œstrogène et de l'embryotoxicité de deux effluents de stations d'épuration dans le canton de Lucerne
- 17 Perspectives
- 17 Agenda

## In dieser Ausgabe

- 2 Editorial
- 3 Fischsterben in der Schweiz in den Jahren 1989 bis 1998
- 4 Gesundheitszustand von Fischen aus Emmewasser / Grundwasser aus dem Emme-Einzugsgebiet
- 5 Quellen von Pestiziden für Schweizer Oberflächengewässer – zeitliche und örtliche Konzentrationsbereiche
- 6 Wirkung ausgewählter Pestizide auf Fische
- 7 Synthese zu verschiedenen Untersuchungen an Fischen in Vorflutern von 41 Kläranlagen
- 9 Vergleich der östrogenen Aktivität und Embryotoxizität zweier Kläranlagenausläufe im Kanton Luzern
- 9 Ausblick
- 9 Termine

### Impressum

La brochure «fischnetz-info» peut être obtenue gratuitement auprès de l'adresse mentionnée ci-dessous.

Rédaction:

Patricia Holm (pour la direction du projet)

Traduction:

Laurence Puech, D-Waldkirch

«fischnetz-info» kann kostenlos bei der unten stehenden Adresse bezogen werden.

Verantwortlich für die Redaktion dieser Ausgabe:

Patricia Holm (im Namen der Projektleitung)

Übersetzung ins Französische:

Laurence Puech, D-Waldkirch

Projekt Fischnetz, Helga Reutimann, EAWAG, CP 611, 8600 Duebendorf, helga.reutimann@eawag.ch, Tel. 01-823 55 94, Fax 01-823 53 75

www.fischnetz.ch

## Editorial



Au cours de la dernière décennie, les eaux nationales ont livré 40% de moins de poissons que les années précédentes. Ce recul considérable des prises, souvent accompagné d'une détérioration de la santé des populations piscicoles, est suffisamment inquiétant pour qu'on ait jugé nécessaire de lancer un projet d'étude sur le déclin des populations piscicoles en Suisse, succinctement appelé «Fischnetz». L'idée était, dès le début, de créer un réseau national réunissant les groupes et institutions intéressés, dans le but de coordonner les activités les plus diverses en relation avec les objectifs du projet. Il a également été jugé important de collaborer avec l'étranger afin de s'informer sur les recherches effectuées dans ce domaine et éviter ainsi des répétitions inutiles. Grâce aux chercheurs participant au «Fischnetz», des liens étroits sont noués avec le programme de recherche COMPREHEND de l'UE. Par ailleurs, les membres de la direction du projet entretiennent des relations étroites et participent à un échange intensif d'informations avec tous les pays européens conduisant des recherches sur l'évolution et la santé des populations piscicoles. Je suis moi-même directement intéressé au programme de recherche «Long Range Research Initiative (LRI)» de la Société européenne des industries chimiques qui soutient des projets d'études sur l'impact hormonal des substances chimiques. Un échange permanent a également lieu avec différents groupes de recherche américains.

Aujourd'hui, quelque 770 projets uniquement consacrés à l'étude de l'impact hormonal des substances chimiques sur les êtres vivants sont en cours dans le monde entier; 150 environ étudient spécifiquement les poissons. La plupart des projets sont enregistrés dans le GEDRI (Global Endocrine Disruptors Research Inventory) et leurs travaux accessibles sur le web. L'OCDE cherche à uniformiser progressivement les méthodes mises en oeuvre. La direction du projet veille à ce que les informations importantes en relation avec les développements internationaux parviennent à tous les groupes de recherche membres du «Fischnetz».

Le «Fischnetz» ne se limite pas à la seule étude de l'impact des produits chimiques. Il analyse également l'ampleur des changements dans les débits fluviaux suite aux fluctuations climatiques de ces dernières années, ainsi que l'impact des facteurs biologiques et des interventions directes de l'homme sur les systèmes aquatiques, par de nouvelles constructions notamment. Dès le début, nous avons été conscients du fait que le «Fischnetz» ne pouvait être un projet isolé, mais qu'il devait unir tous les personnes et groupes concernés: la confédération et les cantons, l'industrie et l'économie, et bien évidemment aussi les pêcheurs.

Le projet «Fischnetz» devrait se terminer en 2003. Sur le plan financier, il bénéficie du soutien d'institutions fédérales (l'OFEFP et l'EAWAG), de quelques cantons (Berne, Saint-Gall – quelques projets partiels sont soutenus par d'autres cantons), de l'industrie chimique (Ciba, Novartis et la Société suisse des industries chimiques), ainsi que par la Fédération suisse de pêche. Nous, du comité stratégique, faisons tous les efforts possibles pour tenter de convaincre d'autres cantons de l'importance d'un soutien au projet «Fischnetz». Nous souhaitons ancrer encore plus ce projet dans la recherche conduite sur le plan national en vue de réaliser, dans les délais fixés, les objectifs ambitieux que nous avons formulés.

Alexander J.B. Zehnder, président du comité stratégique «Fischnetz».

# La 1ère conférence des directeurs et directrices de projets particuliers de l'an 2000 tenue le 21 mars à Zurich

A la demande des participants de la dernière conférence des directeurs et directrices de projets particuliers, il a été décidé d'accorder cette fois-ci plus de temps aux contributions scientifiques. Les travaux concernant six différents projets particuliers de «Fischnetz» ont été présentés aux quelque 30 participants de la conférence. Les résultats ont ensuite fait l'objet de discussions animées au cours desquelles ils ont été évalués et commentés de manière critique; on s'est particulièrement interrogé sur les conséquences des faits exposés. Dans ce numéro, les auteurs ont résumé pour vous leurs présentations. Les références correspondantes sont disponibles sur notre page internet ou peuvent être obtenues auprès de la direction du projet.

Ces derniers mois, la direction du projet a travaillé activement sur les 12 hypothèses de travail; des plans détaillés de recherche ont été établis pour chaque hypothèse. Ceux-ci ont appelé la création de nouveaux projets particuliers qui devraient démarrer prochainement. Tous les directeurs et directrices de projets particuliers, les représentants des cantons et les institutions de recherche sont priés de traiter ce genre de projets (sous peu sur notre page internet).

## L'empoisonnement aigu des poissons en Suisse de 1989 à 1998\*

Claudia Friedl (OFEFP)

Par empoisonnement aigu des poissons on entend une mortalité aiguë de poissons dans un lac ou cours d'eau. Ce terme n'englobe pas la mort non spectaculaire de poissons sous l'effet de contraintes chroniques.

Dans les années passées, la Confédération avait déjà recensé pour l'ensemble de la Suisse le nombre et la cause des cas d'empoisonnement aigu de poissons. En automne 1999, les cantons réalisèrent un recensement portant sur les dix années allant de 1989 à 1998. Pour ce faire, on a relevé pour chaque année le nombre de cas d'empoisonnement aigu par cause ainsi que les coûts liés aux dommages. La répartition des causes en catégories se base sur les en-

quêtes précédentes et sur l'expérience qui en a découlé. Elles distinguent: épandage de purin, pesticides, désinfectants, eaux de lavage de silos, eaux usées (domestiques et industrielles), huiles/goudrons/solvants organiques, eaux de ciment (y compris les eaux usées de chantiers), curage et vidange des retenues, manque d'oxygène, niveau des eaux insuffisant, maladies des poissons, autres causes, causes inconnues.

Dans les 10 années allant de 1989 à 1998, 1697 cas d'empoisonnement aigu de poissons ont été recensés sur l'ensemble de la Suisse. Le nombre d'empoisonnements aigus a baissé au cours de la première moitié de cette période pour augmenter à partir de 1994. Cette remontée s'explique principalement par une augmentation du nombre de cas dus à l'épandage de purin et aux eaux usées. Sur l'ensemble de la Suisse, le purin et les eaux usées sont comme par le passé les deux causes principales de l'empoisonnement aigu des poissons. Les cantons présentant les chep-

\* (paraît en allemand, en français et en italien dans les Séries de l'OFEFP «Cahiers de la Pêche», N° 65)

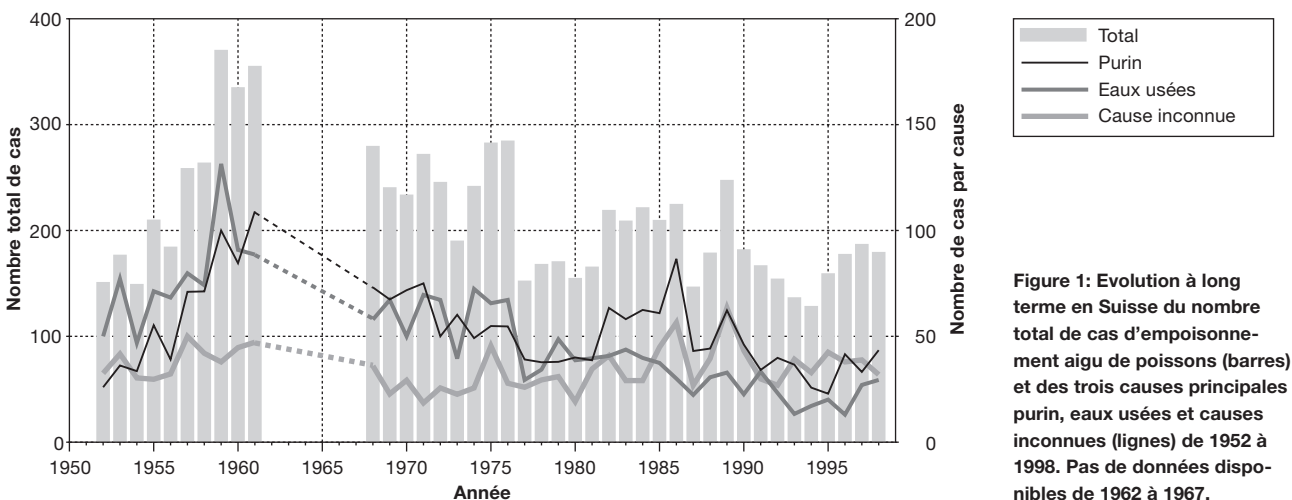


Figure 1: Evolution à long terme en Suisse du nombre total de cas d'empoisonnement aigu de poissons (barres) et des trois causes principales purin, eaux usées et causes inconnues (lignes) de 1952 à 1998. Pas de données disponibles de 1962 à 1967.

tels les plus importants sont particulièrement concernés par les problèmes liés aux épandages de purin. Dans la catégorie «eaux usées» les cantons les plus peuplés arrivent en tête. Dans une forte proportion de 22% des cas aucune cause n'a pu être déterminée. Il s'agit alors souvent d'empoisonnements aigus de faible dimension pour lesquels une recherche des causes s'avère difficile.

Les coûts liés aux dommages recensés dans les 10 années de l'étude s'élèvent à 4,4 millions de francs. Le coût des dommages ne peut être pris comme valeur de référence pour estimer l'étendue des dommages étant donné qu'il a été calculé sur la base de méthodes variables.

Si l'on considère une évolution à long terme (depuis 1952), la dernière période d'étude de 10 ans présente avec ses 170 cas d'empoisonnement aigu par an une nette baisse du nombre de cas par rapport aux décennies précédentes. Le nombre de cas n'indique cependant pas l'étendue des morts individuelles et ne donne donc pas d'information sur les chutes d'effectifs ou sur l'état des populations d'animaux servant de nourriture aux poissons. Aucune baisse du nombre de cas à cause inconnue n'est observable. Il n'est pas exclu que les poissons soient affaiblis par tout un ensemble de facteurs défavorables et que des cas d'empoisonnement aigu se déclenchent, sans pour autant qu'une cause particulière puisse être mise en évidence.

### Etat de santé des poissons dans les eaux de l'Emme et dans les eaux souterraines du bassin versant de l'Emme

Thomas Wahli (Centre pour la médecine des poissons et des animaux sauvages FIWI, Université de Berne)

Des plaintes provenant du milieu de la pêche et s'indignant d'une chute du nombre de truites fario capturées dans l'Emme ont été à l'origine de ce projet financé par le Laboratoire de protection des eaux et des sols du canton de Berne. De premières observations effectuées sur des poissons issus de l'Emme ont révélé des altérations histologiques surtout localisées dans le foie et les reins. La gravité de ces

altérations a tendance à augmenter dans le sens du courant. Il est important de noter que dans la région concernée une part importante des eaux souterraines et donc de l'eau potable provient d'infiltrations de l'Emme. Le but du projet était d'estimer l'influence d'eaux de provenances différentes sur la santé des truites fario et de comparer ces effets entre eux.

Des poissons ont été tenus dans des réservoirs alimentés soit avec de l'eau de l'Emme soit avec de l'eau souterraine. Des poissons ont également été retenus dans une cage placée dans le canal de l'Emme. Le Centre pour la médecine des poissons et des animaux sauvages était chargé d'examiner régulièrement les poissons à la recherche d'agents infectieux ou d'altérations histologiques, pendant que des membres de l'Association de pêche de l'Emme, dont les installations abritaient l'étude, assuraient l'entretien et la surveillance des poissons.

Le résultat le plus frappant était l'observation de taux de mortalité différents en fonction des viviers. Alors que pratiquement aucun cas de mortalité n'était observé chez les animaux tenus en eau souterraine, ces cas se répétaient chez le groupe tenu en eau de rivière. Ce phénomène a entraîné une répétition fréquente des empoisonnements dans les viviers. Une infection par *Aeromonas salmonicida*, agent de la furunculose, peut avoir causé la mort des poissons tenus en eau de rivière. Cette maladie n'a été constatée que dans les animaux tenus en eau de rivière.

Dans aucun des cas la présence de virus n'a pu être mise en évidence; par contre on a constaté la présence de diverses espèces de parasites. Dans tous les groupes à une exception près on a observé les mêmes espèces et le même degré d'atteinte. L'infection la plus importante par *Costia necatrix* (flagellé) constatée dans le groupe «eau souterraine» pourrait partiellement expliquer les altérations cutanées chez ces poissons.

D'autres différences concernant des altérations d'ordre histologique dans le premier essai ont été constatées au niveau d'altérations du foie et des reins plus répandues chez les poissons du groupe «eau de rivière» et du groupe tenu dans la cage que chez ceux du groupe «eau souterraine». Ces résultats ont pu être confirmés lors d'un deuxième essai. Dans le cadre d'un troisième essai, même les poissons du



Truite fario avec furunculose.

groupe «eau souterraine» montraient au bout d'un certain temps d'exposition une altération du foie et des reins en plus d'affections de la peau et des branchies. Ils avaient cependant tendance à être moins touchés que les poissons du groupe «eau de rivière». Au cours d'un quatrième essai avec de l'eau souterraine, ces observations ont pu être reproduites. Les altérations dans le foie des poissons du groupe «eau souterraine» étaient principalement de nature dégénérative (altérations cytoplasmiques et nucléaires) alors que celles constatées dans le foie des poissons issus du réservoir alimenté à l'eau de rivière étaient plutôt liées à des processus de prolifération et d'infection.

Les résultats ont montré qu'aussi bien l'eau de rivière que l'eau souterraine pouvaient causer des altérations histologiques et, sauf pour les lésions cutanées, de manière plus prononcée dans le premier cas. Dans l'ensemble, les différences entre les groupes n'étaient pas très importantes et aucune altération grave n'a pu être constatée.

### Sources de pesticides pour les eaux de surface suisses – domaines de concentration dans l'espace et dans le temps

Stephan Müller (*Eau et Agriculture, EAWAG*)

Les objectifs principaux de cette contribution sont:

- de présenter les diverses utilisations des pesticides en Suisse et donc les différentes possibilités dont ils disposent pour atteindre les eaux de surface
- de présenter des grandeurs importantes pour l'évaluation du rôle éventuel des pesticides dans le phénomène de déclin des poissons, comme par exemple le domaine de concentration de pesticides particuliers et leurs variations dans le temps. L'influence éventuelle des pesticides sur le déclin des poissons sera traitée dans la contribution suivante par Patricia Holm.

Les pesticides sont principalement employés dans les domaines de l'agriculture (env. 1700 t/an), de la maison et du jardin (inconnu) ainsi que dans celui du bâtiment (env. 170 t/an). Ces diverses utilisations ont pour conséquence que les pesticides peuvent atteindre les eaux de surface soit directement par lessivage ou drainage suite à un usage agricole soit indirectement après passage dans une station d'épuration.

#### Les différentes concentrations de l'atrazine en fonction du temps et les différentes voies qu'emprunte cet herbicide

L'atrazine n'est employée en Suisse que pendant les mois de mai et juin pour la culture du maïs. Après l'application, elle atteint les eaux de surface par les pluies. Les domaines de concentration dépendent de nombreux facteurs comme par

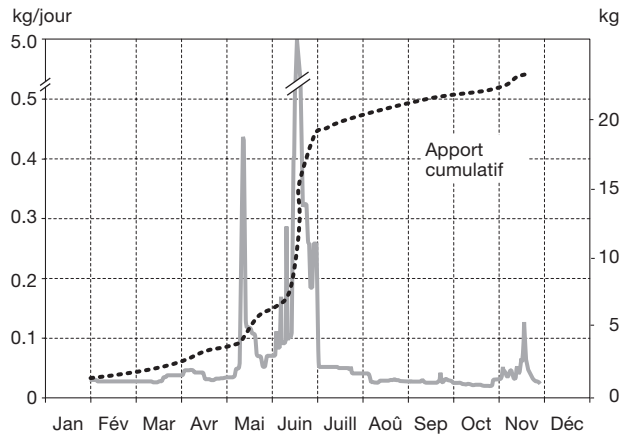


Figure 2: Quantités journalières et cumulatives d'atrazine déversées dans le Greifensee 1991.

ex. de la quantité de pesticide employée, de la pluviométrie, de l'emplacement du champ de maïs, du bassin versant du lac ou cours d'eau, etc. Les concentrations sont maximales lors de pointes de débit (jusqu'à 100 µg/l sur une période restreinte), mais même en écoulement de base elles sont plus élevées (quelques centaines de ng/l) en mai et juin que le reste de l'année (voir figure 2). Ce genre de variations est également valable pour d'autres herbicides.

Cependant, les recherches que nous avons menées dans le bassin versant du Greifensee ont également montré que près de 20% de l'atrazine totale qui pénètre dans le lac passe par des stations d'épuration (voir figure 3a). La cause en est le lavage des engins de pulvérisation de l'herbicide, les pertes sur la chaussée lors du transport, etc.

#### Mecoprop – un herbicide aux usages multiples

Le mecoprop est un herbicide principalement utilisé au printemps (dès mars) pour la culture des céréales. Mais il est également présent de manière cachée dans les bitumes qui servent à étancher les toits plats. Il est alors présent sous une forme chimiquement dérivée, sous la forme d'ester. Celui-ci est cependant rapidement hydrolysé, libérant du mecoprop. On retrouve donc le mecoprop dans les eaux de surface d'une part comme l'atrazine suite à un emploi agricole et

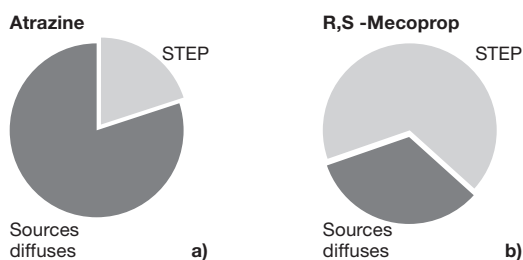


Figure 3: Déversement de pesticides dans le Greifensee: part des sources diffuses et des déversements par les stations d'épurations.

d'autre part, suivant le système auquel est rattachée l'eau d'écoulement des toits, soit par les systèmes d'évacuation des eaux (canalisations, systèmes d'infiltration) soit par les stations d'épuration. Dans le bassin versant du Greifensee la part de mecoprop atteignant les eaux de surface par une station d'épuration est d'env. 70% (voir figure 3b).

**Conclusions**

Ces résultats illustrent bien la dynamique dans le temps et l'espace des concentrations de pesticides dans nos lacs et cours d'eau. Au vu de ces résultats et de la multitudes de pesticides employés (quelques centaines de substances actives), il apparaît extrêmement important d'avoir une description générale de la charge en pesticides des lacs et cours d'eau. Pour le «Fischnetz» il faut donc que les questions de départ soient clairement formulées et que des projets tenant compte de tous les paramètres possibles (de la concentration en pesticide jusqu'aux dérivés) soient initiés en conséquence.

Une part des résultats présentés font également partie de diverses publications et peuvent être obtenus auprès de l'auteur. D'autres publications sont en préparation.

**Influence de certains pesticides sur les poissons**

Patricia Holm (EAWAG)

Les différentes possibilités dont dispose un organisme pour réagir à une exposition à des produits chimiques sont rassemblées dans la figure 4: Une fois absorbée par une cellule, une substance peut y déclencher des processus qui vont dans le sens d'une adaptation ou bien qui apparaissent sous la forme d'altérations d'ordre pathologique. Dans ce dernier cas, le processus peut entraîner une maladie et finalement conduire à la mort. Dans tous les cas, la réaction à des substances absorbées nécessite un surcroît d'énergie de la part de l'animal, ce qui peut se traduire par une diminution de la capacité de reproduction ou par une baisse de croissance. Selon l'étendue et l'intensité des contraintes, des effets peuvent être visibles au niveau de la population.

**L'exemple de l'atrazine**

L'atrazine, un herbicide employé dans la culture du maïs, peut être parfois présente sous de fortes concentrations dans nos eaux de surface, comme l'indique l'article précédent de S. Müller. Cet herbicide est souvent pris comme exemple pour illustrer les effets sur les poissons qui varient en fonction de l'espèce piscicole et du point d'observation: Alors que la LC<sub>50</sub> (dans les tests de toxicité, la concentration à laquelle 50% des poissons périssent) est de 76 mg/l pour le carassin, elle va de 4,8 à 8,8 mg/l pour la truite arc-en-ciel.

Pour les embryons et les larves de cette espèce, elle se situe entre 0,87 et 1,1 mg/l. Dans le cadre de nouveaux tests plus sensibles, on observe déjà une altération de la microstructure des cellules rénales de truites arc-en-ciel exposées à partir de 10 µg/l.

**L'exemple de la 3,4-dichloroaniline**

La 3,4-dichloroaniline est un produit de dégradation du diuron, un herbicide principalement employé en arboriculture et en culture maraîchère que l'on trouve également en tant qu'algicide dans les peintures à émulsion. Pour évaluer les différentes sensibilités des espèces d'une biocénose, on a lancé des essais d'exposition de perches et de gardons à la 3,4-dichloroaniline: Chez les gardons larvaires, on observe une augmentation de 70 à 95% de la mortalité sous l'effet de la substance testée (200 µg/l), ce qui entraîne une chute considérable des effectifs de la population.

A partir de 200 µg/l, la croissance des larves de perches est limitée, et la mortalité est augmentée de 40%. Etant donné que la substance considérée présente déjà une forte toxicité pour les petits crustacés lors de concentrations beaucoup plus faibles, sa présence entraîne, lors de faibles concentrations, déjà des situations de famine et de canni-

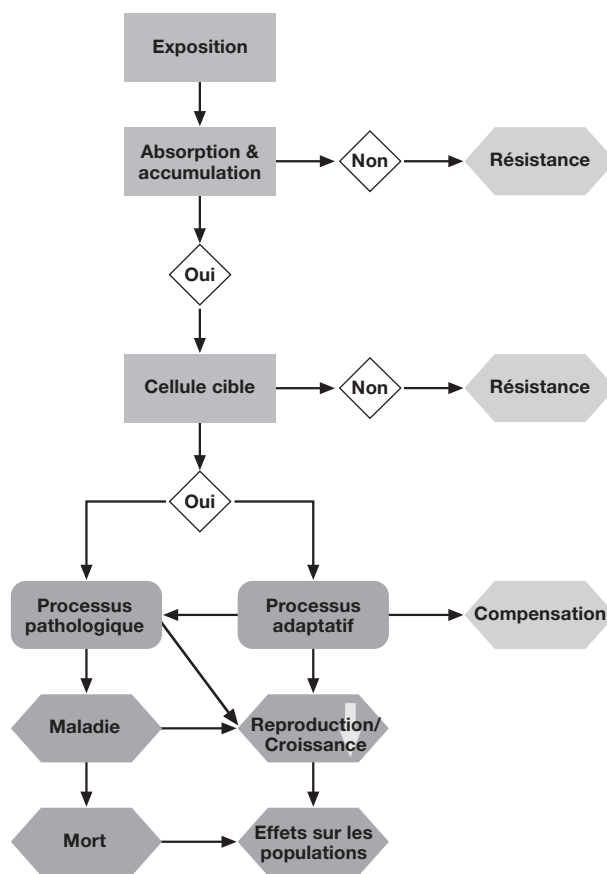


Figure 4: Réactions possibles de l'organisme à une exposition chimique (d'après Segner & Braunbeck, 1998).

balisme chez les perches. Ceci peut entraîner une chute considérable des effectifs.

Dans les lacs et cours d'eau abritant aussi bien des perches que des gardons, les larves de gardons qui savent mieux nager et chasser dominent les larves de perches. En présence d'une substance toxique ayant les effets décrits ci-dessus, les perches pourraient profiter des effets plus importants sur les gardons, ce qui conduirait à une disparition de la concurrence.

#### L'exemple de la 4-chloroaniline

Cette substance est un produit intermédiaire de la fabrication de peintures, d'antioxydants et de produits phytosanitaires. La 4-chloroaniline est présente dans le Rhin (Hollande) à des concentrations pouvant atteindre env. 2 µg/l. Vers 40 à 50 µg/l, on observe des altérations de la microstructure du foie et une modification du comportement natatoire chez le petit danio (*Brachydanio rerio*) et la truite arc-en-ciel. Au vu de cet exemple, il faut souligner l'énorme influence des facteurs environnementaux sur la toxicité: En fonction de la composition de la nourriture (riche ou pauvre en graisses) et de la température (14 °C ou 20 °C), la LC<sub>50</sub> varie de 9,8 à 26,5 mg/l pour le gardon rouge.

#### Conclusions

Des lésions sublétales peuvent déjà être provoquées par des concentrations jusqu'à 800 fois plus faibles que les concentrations de toxicité aiguë, comme le montre l'exemple de l'atrazine. En fonction des espèces, de la stratégie écologique, des conditions de l'habitat et de la situation de concurrence, une concentration relativement faible peut déjà entraîner des perturbations et donc une baisse de vitalité chez les poissons. De plus, il faut considérer les pointes de concentration limitées dans le temps, qui peuvent fortement contribuer à des atteintes toxiques sublétales, comme cela a été rapporté lors du symposium d'un projet en Allemagne (VALIMAR). Ces relations doivent être intégrées à la conception des projets qui permettront à «Fischnetz» d'étudier l'effet de substances chimiques susceptibles d'influencer les poissons des lacs et cours d'eau suisses.

### Synthèse des diverses études menées sur les poissons dans les émissaires de 41 stations d'épuration.

*Daniel Bernet (Centre pour la médecine des poissons et des animaux sauvages FIWI, Université de Berne)*

Dans le cadre d'un projet de monitoring de grande envergure, des recherches ont été menées sur l'influence de 41 stations de traitement des eaux usées (STEP) sur les effectifs de populations piscicoles ainsi que sur l'état de

santé et le développement des œufs de truites fario dans les émissaires (Escher, 1999). Au Centre pour la médecine des poissons et des animaux sauvages, des échantillons prélevés dans le foie des truites fario mâles étudiées ont été soumis à une analyse histologique et leur contenu en vitellogénine a été mesuré par voie immunohistochimique. Les gonades ont été soumises à une analyse histologique visant à détecter une éventuelle apparition d'ovotestis. Les données ichtyologiques, macropathologiques et biométriques du projet, les résultats de l'étude histologique du foie et des gonades et les mesures immunohistochimiques de la vitellogénine ont servi à la rédaction de la présente synthèse. Les résultats sont mis en relation avec les données caractéristiques dont on dispose sur les stations d'épuration et sur la morphologie des émissaires.

#### Contenu en vitellogénine du foie

La vitellogénine est une protéine vitelline précurseur présente dans les gonades de poissons femelles. La vitellogénine n'apparaît pas chez les mâles ou du moins n'y est présente qu'en quantités à peine mesurables. En aval des stations d'épuration d'Echallens, d'Eschenbach-Inwil, de Märstetten et de Teufenthal, une induction de vitellogénine dans le foie de truites fario mâles a été mise en évidence. Ceci suggère une présence de substances à activité œstro-gène dans les émissaires en aval de ces stations. Les poissons des autres sites étudiés n'ont pas montré de réaction positive à la détection de vitellogénine.

#### Indice de condition (masse × 100/longueur<sup>3</sup>)

Les poissons étudiés présentaient des indices de condition plus élevés en aval de 8 STEP (Appenzell, Buttisholz, Densbûren, Einsiedeln, Gossau, Ruswil, Sion-Châteauneuf, Vulliens) et plus faibles en aval de 4 STEP (Aadorf, Eclubens, Engelberg, Märstetten) qu'en amont. L'amélioration répétée de la condition des truites en aval des STEP pourrait d'un côté s'expliquer par un plus fort degré d'eutrophisation de l'émissaire en aval du point de rejet de la STEP. D'un autre côté, on a observé à plusieurs reprises des indices de condition augmentés en aval de STEP où les densités de populations étaient plus faibles qu'en amont (STEP d'Appenzell, de Buttisholz, de Gossau, de Ruswil, de Sion-Châteauneuf et de Vulliens). Il se peut que sur ces sites chaque individu dispose de davantage de nourriture.

#### Indice hépatosomique (HSI: pourcentage de la masse hépatique sur la masse totale)

M. Escher a montré dans le rapport de l'OFEPF (Cahiers de la Pêche N° 61) qu'en aval des STEP l'indice hépatosomique moyen des truites fario mâles était souvent plus élevé qu'en amont. La masse hépatique des truites fario mâles semble augmenter sous l'influence des STEP. Aucun rapport n'a pu cependant être mis en évidence entre la part des rejets de

station dans l'émissaire ou la charge causée par la station et l'importance de la variation de l'indice hépatosomique entre l'amont et l'aval de la STEP. Pour la STEP de Teufenthal, on peut supposer qu'il existe chez les mâles un rapport entre l'augmentation de l'indice hépatosomique et la production de vitellogénine.

**Indice gonadosomatique (GSI: pourcentage de la masse de gonade sur la masse totale)**

Chez les femelles adultes, on n'a pu mettre en évidence d'effet homogène des STEP sur l'indice gonadosomatique. Chez les mâles adultes, l'indice gonadosomatique était en général plus élevé en aval des STEP. Les STEP d'Engelberg, de Hagnau-Birsfelden, de Teufenthal et de Villars s/G forment

une exception. La vitellogénine mise en évidence dans les poissons mâles en aval de la STEP de Teufenthal suggère la présence de substances à activité œstrogène et pourrait avoir causé la baisse de l'indice gonadosomatique constatée à cet endroit.

**Histologie du foie**

Les truites prélevées en aval des STEP de Hagnau-Birsfelden, Kemmental et Villars s/G présentaient des altérations du foie beaucoup plus importantes que celles prélevées en amont de ces stations. Par contre, les altérations étaient beaucoup plus prononcées chez les truites prélevées en amont des STEP de Dizy, d'Engelberg, de Holzmühle, de Huttwil, de Reinach, de Ruswil et de Valangin que chez celles prélevées en aval. Aucune corrélation n'a pu être constatée entre les différences observées en amont et en aval et la charge causée par les stations, le degré de dilution des rejets de station ou la taille de l'émissaire. Les truites présentant des altérations hépatiques prononcées étaient très répandues. On en a observé dans 22 des 30 émissaires étudiés et aussi bien en amont qu'en aval des STEP.

**Conclusions**

Pour évaluer les effets néfastes de stations d'épuration, plusieurs indicateurs et marqueurs biologiques ont été employés (tableau 1). C'est la condition *sine qua non* pour s'assurer de conclusions fiables sur la signification des modifications. L'évaluation intégrative des effets des STEP sur les poissons révèle une influence négative des stations de Buttisholz, Eclubens, Märstetten, Sion-Châteauneuf, St.Imier/Villeret, Villars s/G et tout particulièrement des stations d'Engelberg, de Hagnau-Birsfelden, de Kemmental, de Reinach et de Teufenthal. Dans le cas de 24 STEP, les paramètres mesurés ne permettent de discerner que peu ou pas d'effets négatifs sur les poissons. 6 stations d'épuration (Altstätten, Brunnen, Eschenbach-Inwil, Fenin, Surental et

|                   |   | Population | Biométrie | VTG | Ovotestis | Histologie | Early life | Macroscopie |
|-------------------|---|------------|-----------|-----|-----------|------------|------------|-------------|
| Aadorf            | ↘ |            | 0.6       |     |           |            | 1          |             |
| Altstätten        |   |            |           |     |           |            |            |             |
| Appenzell         | ↘ | 0.5        | 0.4       |     |           |            |            | 0.3         |
| Boveresse         | → |            | 0.4       |     |           |            |            | 0.6         |
| Brunnen           |   |            |           |     |           |            | 1          |             |
| Buttisholz        | ↓ | 1          | 0.2       |     |           |            | 1          |             |
| Chevilly          | → |            |           |     |           |            |            |             |
| Court SECOR       | → |            | 0.4       |     |           |            |            |             |
| Densbüren         | ↘ |            |           |     |           |            | 1          |             |
| Dizy              | ↘ |            | 0.2       |     |           |            | 1          |             |
| Echallens         | ↘ |            |           | 1   |           |            | 1          |             |
| Ecublens          | ↓ | 1          |           |     |           |            | 1          | 0.3         |
| Egg-Oetwil        | ↘ | 1          | 0.4       |     |           |            |            |             |
| Einsiedeln        | ↘ |            | 0.4       |     |           |            | 1          |             |
| Engelberg         | ↓ | 1          | 0.6       |     |           |            | 1          | 0.3         |
| Eschenbach-Inwil  |   |            |           | 1   |           |            |            |             |
| Gossau            | ↘ | 1          | 0.2       |     |           |            |            | 0.3         |
| Hagnau-Birsfelden | ↓ |            | 0.4       |     |           | 1          | 1          | 0.3         |
| Holzmühle         | ↘ | 0.5        | 0.4       |     |           |            |            | 0.3         |
| Huttwil           | ↘ | 1          | 0.4       |     |           |            |            | 0.6         |
| Kemmental         | ↓ | 0.5        | 0.6       |     |           | 1          | 1          |             |
| Konolfingen       | → |            | 0.4       |     |           |            |            |             |
| Lugano            | ↘ |            |           |     |           |            | 1          |             |
| Märstetten        | ↓ | 1          |           | 1   |           |            |            | 0.3         |
| Mönchalt Dorf     | ↘ | 0.5        | 0.2       |     |           |            | 1          |             |
| Reinach           | ↓ | 1          | 0.4       |     |           |            | 1          | 0.3         |
| Ruswil            | → |            |           |     |           |            |            | 0.3         |
| Schönengrund      | ↘ |            | 0.4       |     |           |            | 1          |             |
| Seuzach           | ↘ | 1          | 0.2       |     |           |            |            |             |
| Sion-Châteauneuf  | ↓ | 1          | 0.4       |     |           |            | 1          |             |
| St.Imier/Villeret | ↓ | 0.5        | 0.8       |     |           |            | 1          |             |
| Surental          |   |            |           |     |           |            |            |             |
| Teufenthal        | ↓ | 1          | 0.8       | 1   |           |            | 1          | 0.3         |
| Travers           | → |            | 0.4       |     |           |            |            |             |
| Unterehrendingen  | ↘ |            | 0.4       |     |           |            | 1          |             |
| Valangin          | → |            | 0.4       |     |           |            |            |             |
| Villars s/G       | ↓ |            | 0.2       |     |           | 1          | 1          | 0.3         |
| Vullyens          | ↘ | 1          |           |     |           |            |            |             |
| Wartau            | ↘ | 0.5        |           |     |           |            | 1          |             |
| Zwingen           |   |            |           |     |           |            |            |             |

Tableau 1: Evaluation intégrative des effets négatifs des STEP sur les poissons ou sur le développement des œufs de truite fario se basant sur une étude des populations, des indices biométriques, de la vitellogénine (VTG), de l'ovotestis, de l'histologie du foie, des tests early-life et des modifications macroscopiques. Les chiffres représentent la contribution relative à des effets reconnus comme potentiellement négatifs des STEP. La somme des 7 valeurs de chaque station sert de base à l'évaluation de l'influence des STEP sur les poissons ou sur les œufs. Pour les STEP dont la somme est supérieure à 2, on estime qu'elles ont un effet négatif sur les poissons ou sur les œufs; elles sont marquées du symbole ↓. Les STEP dont la somme se situe entre 1 et 2 (symbole ↘) sont considérées comme ayant un léger effet négatif. Dans le cas des STEP dont la somme est inférieure à 1 (symbole →), aucun effet négatif sur les poissons ou sur les œufs n'a pu être constaté. Les cases hachurées indiquent des études qui, faute de truites fario, n'ont pas pu être menées ou qui n'ont pas permis de se prononcer.

Zwingen) n'ont pas permis d'évaluation car trop peu ou pas de truites fario ont pu être capturées en amont ou/et en aval. Des altérations observées sur les poissons et leurs œufs en amont de nombreuses stations d'épuration indiquent une pollution de base des cours d'eau dans lesquels elles se déversent et rendent difficile l'évaluation de l'influence des stations correspondantes. Il est possible que des phénomènes de migration des poissons entrent en jeu (mais cela ne saurait concerner les œufs exposés). La taille des STEP et le degré de dilution de leurs effluents n'avaient pas de rapport avec l'importance des résultats obtenus. C'est donc plutôt à la nocivité qualitative des effluents (substances nocives présentes, composition, etc.) qu'il faut prêter d'attention pour tenter d'expliquer les modifications observées. Cette étude n'a pas permis de tirer des conclusions valables pour l'ensemble des stations d'épuration (comme par exemple une augmentation générale de la taille du foie, une induction générale de vitellogénine, des altérations histologiques générales, etc.) quant à l'effet des STEP sur les poissons et le développement des œufs. Il semble plutôt que l'effet des STEP doit être étudié cas par cas.

### **Comparaison de l'activité œstrogène et de l'embryotoxicité de deux effluents de stations d'épuration dans le canton de Lucerne**

*Heiko Krieger (Institut d'écotoxicologie, Université de Constance)*

Depuis quelques années, on observe globalement de plus en plus d'effets négatifs sur les populations de poissons surtout dans les cours d'eau. Ces effets négatifs se traduisent par des altérations des reins, du foie et des gonades des poissons, une capacité de survie amoindrie chez les embryons, une certaine «féminisation» d'animaux adultes mâles, une chute progressive des effectifs ou des cas de mortalité aiguë. Ces phénomènes apparaissent très souvent dans des cours d'eau qui reçoivent des rejets d'eaux traitées de stations. Les raisons exactes des dommages causés aux populations piscicoles restent jusqu'à présent encore peu élucidées. On sait par contre avec certitude que les substances non dégradées détectables dans les eaux traitées et dans les cours d'eau, surtout en aval de stations d'épuration, jouent un rôle capital dans ces problèmes.

Pour étudier l'effet de ce cocktail de substances des effluents de station sur les organismes aquatiques, des œufs de petits danios (*Brachydanio rerio*) et de xénopes (*Xenopus laevis*) ont été exposés pendant 96 heures à des échantillons d'eau de 2 effluents de station. L'activité œstrogène des échantillons a été déterminée à l'aide d'un test compétitif de liaison à des récepteurs d'œstrogènes. De plus, les échantillons ont été analysés avant et après les stations.

Dans l'ensemble, les petits danios ont montré une faible sensibilité par rapport aux xénopes. On a d'autre part constaté de fortes variations de la toxicité des différents échantillons en fonction de la station d'épuration dont ils proviennent et du moment de la prise d'échantillon. Une liaison des substances lipophiles des effluents de station aux récepteurs d'œstrogènes n'a pu être détectée qu'après concentration des échantillons. Une comparaison de l'effet embryotoxique et de l'activité œstrogène des échantillons a montré que l'effet toxique des effluents de station d'épuration n'est pas dû à une interaction endocrine des substances qu'ils contiennent.

### **Perspectives**

Sur notre page internet [www.fischnetz.ch](http://www.fischnetz.ch), vous trouverez des informations actuelles sur tous les aspects du projet Fischnetz.

Dans le prochain numéro, nous vous présenterons les résumés des présentations faites au cours du séminaire spécialisé. Nous vous informerons également sur les projets partiels qui auront démarré entre-temps.

### **Agenda**

La prochaine conférence des directeurs et directrices de projets particuliers se tiendra cet automne le (attention nouvelle date!):

► vendredi 27 octobre 2000

Elle se tiendra comme la précédente de 9 h à 15 h et prévoit un déjeuner pris en commun.