

fischnetz-info

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

Schwerpunkt / thème principal

4. Fachseminar Fischnetz vom 19. April 2002

4^e Séminaire Fischnetz du 19 avril 2002

N° 9, Juli/Juillet 2002

In dieser Ausgabe

- 2 **Fischnetz auf der Zielgeraden**
- 3 **Die Schweizerische Chemische Industrie und ihr Verhältnis zur Umwelt**
- 5 **Die innere Kolmation von Fließgewässersohlen – eine neue Methode zur Erkennung und Bewertung**
- 6 **Feinsedimente in Fließgewässern – Auswirkungen auf den Fischfangrückgang**
- 8 **Untersuchungen zum Fischrückgang in den Jura-Fließgewässern**
- 11 **Kleine Saane – Bestandesaufbau, Besatz und Naturverlaichung von Bachforellen**
- 13 **Hormonaktive Verbindungen in schweizerischen Gewässern – Ergebnisse des EU-Projekts COMPREHEND**
- 15 **Veränderungen bei Bachforelleneiern und -brütlingen in einem belasteten Fluss**
- 17 **Zustand der aquatischen Fauna im Rhonesystem**
- 18 **Angler über sich selbst – Verhalten, Motive, Zufriedenheit 1980 bis heute**
- 20 **«Fischnetz»-Projekte und Prioritäten im letzten Drittel**
- 21 **Ausblick**
- 21 **Termine**

22 Traduction française

Impressum

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

Verantwortlich für die Redaktion dieser Ausgabe:
Patricia Holm, Monika Meili

Übersetzung ins Französische:
Laurence Frauenlob-Puech, D-Waldkirch

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

Rédaction:
Patricia Holm, Monika Meili

Traduction:
Laurence Frauenlob-Puech, D-Waldkirch

Projekt Fischnetz, Eva Ruh, EAWAG, Postach 611,
8600 Dübendorf, eva.ruh@eawag.ch,
Tel. 01-823 51 54, Fax 01-823 53 75

www.fischnetz.ch



Fischnetz auf der Zielgeraden



Zweimal war ich nun dabei: Als Zentralpräsident des Schweizerischen Fischereiverbandes und Nachfolger von Dr. Kurt Meyer an den Sitzungen des Lenkungsausschusses «Netzwerk Fischrückgang Schweiz». Meine Eindrücke: Da entsteht eine wissenschaftliche Arbeit, die beispielhaft ist. Das hat in erster Linie mit den Menschen zu tun, die sich engagieren und das Projekt führen, lenken und unterstützen. Patricia Holm als Projektleiterin ist zweifellos ein Glücksfall. Sie vereinigt hohe

wissenschaftliche Professionalität mit ebenso hoher Freude an Kommunikation und ergänzt diese Elemente noch mit einer gehörigen Portion Charme. Im persönlichen Gespräch habe ich erfahren, dass die Herren Direktoren Alexander Zehnder von der EAWAG und Philippe Roch vom BUWAL hundertprozentig hinter dem Projekt stehen, welches nicht nur einen Gesamtüberblick über die Problemlage auflisten, sondern im Schlussbericht auch Handlungsoptionen in der Form von konkreten Umsetzungsvorschlägen zur Verbesserung der Situation unterbreiten soll. Beeindruckt bin ich auch vom Engagement der Regierungsvertreter der Kantone Bern und St. Gallen, Elisabeth Zölch und Peter Schönenberger resp. deren Mitarbeitern Peter Friedli und Christian Rühlé. Schliesslich trägt auch der Vertreter der Privatwirtschaft, Kaspar Eigenmann, als Leiter GSU (Gesundheit, Sicherheit und Umwelt) bei Novartis mit konstruktiven Beiträgen dazu bei, mit seinem nautischen Talent das Projektschiff möglichst unbeschadet in den sicheren Hafen zu führen.

Noch sind wichtige Arbeiten zu tun. Zur Zeit werden die 12 Arbeitshypothesen zum Fischfangrückgang quasi als einzelne Kapitel des Schlussberichtes zusammengestellt und die Untersuchungsergebnisse formuliert. In einer gesamthaften Synthese, welche alte und neue Ergebnisse und Erkenntnisse zusammenführt und analysiert, soll ein konkreter Massnahmenkatalog formuliert werden.

Ist damit die Arbeit getan, die Ziellinie überquert?

Nein! Zwei Dinge sind notwendig, wenn die wissenschaftliche Arbeit wirklich Früchte tragen soll: Eine professionelle Kommunikation der geleisteten Arbeit und ein harträckiges Vorgehen bei der Verwirklichung unaufschiebbarer Massnahmen zur Verbesserung der Situation.

Zur Kommunikation: Der ca. 200-seitige Schlussbericht soll auf 20 Seiten komprimiert in Sprache und Grafik so gestaltet werden, dass er auch für den einfachen Mann auf der Strasse lesbar und verständlich wird. Die Arbeit beinhaltet auch die Chance, die Notwendigkeit ökologischen Handelns in weite Bevölkerungskreise einzubringen. Wie richtig ist doch die Feststellung, dass die Befindlichkeit der Fische in unseren Gewässern ein Frühwarnsystem darstellt. Wer kommt als nächstes dran?

Ein zweiter Schritt im Bereich «Kommunikation» ist vorzunehmen: Die methodisch-didaktische Aufarbeitung der Projektergebnisse in Form eines modernen Lehr- und Lernmittels, stufengerecht von der Volksstufe bis zum Gymnasium. Grundwissen trägt bei zur Sensibilisierung für eine Problemlage und erhöht damit die Akzeptanz für Massnahmen, die einen auch im persönlichen Bereich im weiteren oder engeren Sinn treffen könnten.

Was erwarten die Fischerinnen und Fischer vom Projekt «Fischnetz»? Sind sie Vertreter von Partikulärinteressen, die nur ihr eigenes Fangchörbli sehen? Beileibe nicht. Generell ist die Feststellung richtig, dass Fischerinnen und Fischer zu den Naturschützern der ersten Stunde gehören. Sie wehren sich daher mit Recht, wenn ihre Anglertätigkeit von extremen Kreisen gelegentlich als frevlerisches Tun abgestempelt wird. Sie erwarten aber auch, dass die Ergebnisse der Studie nicht zu übereilten Radikalmassnahmen führt, die den Fangertrag weiter schmälern oder gar verunmöglichen. Auch hier muss die Kommunikation spielen. Ich werde mich dafür einsetzen. Weil ich verhindern möchte, dass «meine» Fischerinnen und Fischer ihre Angelruten anstatt an Reuss, Aare und Rhein dereinst auf dem Bundesplatz in Bern schwingen müssten.

Werner Widmer, Präsident des Schweizerischen Fischereiverbandes SFV, Mitglied des Lenkungsausschusses «Fischnetz»

Das Fachseminar vom 19. April 2002 in Fribourg

Ein breit gefächertes Programm wurde den etwa 170 Teilnehmenden geboten. Den Anfang machte ein Beitrag zur Auseinandersetzung der chemischen Industrie mit ihrem Verhältnis zur Umwelt. Anschliessend wurden Aspekte der un belebten Natur wie Kolmation und Feinsedimente beleuchtet. In einigen Beiträgen wurde der Umfang und die Veränderung von Fischbeständen und Artengemeinschaften in verschiedenen Fließgewässern vorgestellt. Die Wirkung von Besatzmassnahmen und die Bedeutung hormonaktiver Stoffe standen ebenfalls zur Diskussion. Auch über die Angler selbst brachten Ergebnisse einer Umfrage Interessantes an den Tag. Schliesslich war das weitere Vorgehen im «Fischnetz» offenzulegen und zu diskutieren. Den ReferentInnen danken wir herzlich für die interessanten und lehrreichen Vorträge, die im Folgenden schriftlich zusammengefasst sind.

Die Schweizerische Chemische Industrie und ihr Verhältnis zur Umwelt

Kaspar Eigenmann (Schweizerische Gesellschaft für chemische Industrie)

Wenn wir heute eine Standortbestimmung des Verhältnisses der chemischen Industrie zur Umwelt vornehmen, sollten wir wissen, woher wir kommen, damit wir erahnen können, wohin uns der Weg in Zukunft führt.

Der Blick zurück

In der Anfangszeit der chemischen Industrie um 1850 war eine zentrale Aufgabe der Firmen die Sicherstellung der sozialen und wirtschaftlichen Bedürfnisse ihrer Mitarbeiter und deren Angehörige sowie der Schutz ihrer Gesundheit. Aufwendungen zum Schutz der Umwelt waren für die Menschen damals kein Anliegen. Beim Gesundheitsschutz wurden vor allem akute Gefahren wahrgenommen und mit Schutzmassnahmen unter Kontrolle gebracht. Gefahren infolge chronischer Einwirkung erlangten erst viel später den heutigen Stellenwert. Beim Umweltschutz wurden die ersten Massnahmen höchstens für die Abwehr einer Gefährdung des Menschen ergriffen. Heute ist der Umweltschutz ein eigenständiges Ziel von hohem Stellenwert und unser Handeln entwickelt sich immer mehr weg von lokalen Problemlösungen hin zum Umweltmanagement mit globaler Perspektive.

Die Firmenarchive zeigen uns, dass die chemische Industrie von Menschen geführt wurde, die durch das Denken und die Wertvorstellungen ihrer Zeit geprägt waren. Die Firmen haben Aufgaben übernommen und Prioritäten gesetzt, wie es das gesellschaftliche Umfeld zur jeweiligen Zeit von ihnen erwartet und manchmal auch eingefordert hat. Sie haben alle Paradigmawechsel der Gesellschaft mitgemacht, waren jedoch aus heutiger Sicht nicht die treibende Kraft für die Veränderungen.

Diese grossen Paradigmawechsel im Bereich des Gesundheits- und Umweltschutzes zeigen sich in einer veränderten Wahrnehmung und Gewichtung von

- ▶ Effekten: von akuten hin zu chronischen Gefahren,
- ▶ Fokus: vom Menschen hin zur Umwelt,
- ▶ Grenzen: von lokalen hin zu globalen Auswirkungen.

Diese Veränderungen haben in vier, zum Teil zeitlich überlappenden Phasen, den Gesundheits- und Umweltschutz in der chemischen Industrie geprägt.

Erste Phase: Schutz der menschlichen Gesundheit vor akuten Gefahren

Die Aufgabe zielte auf den Schutz der Arbeiter und Anwohner vor akut wirkenden Stoffen, die in hoher Konzentration auftreten oder sehr giftig sind. Die Aufgabe wurde zwischen 1850 und 1900 im Wesentlichen gelöst. Dazu gehört die Anstellung von Werkärzten, das Ausscheiden von Schutzzonen für das Trinkwasser, die räumliche Trennung von Lebensraum und Emissionsquellen (Hochkamine, Einleitungen in der Flussmitte) sowie die Entwicklung spezifischer Arbeitsschutzkleidung. Die getroffenen Massnahmen sind seither ständig verbessert worden.

Zweite Phase: Schutz der Umwelt vor Gefahren aus Punktquellen

Die Aufgabe wurde um 1930 angegangen und ist heute weitgehend gelöst. In diese Phase fällt der Umweltschutz durch Verdünnen der Einleitungen, später die Entwicklung alternativer Entsorgungswege und von «end of pipe»-Technologien wie Deponien, Kläranlagen, Verbrennungsöfen und Nassoxidationsanlagen. Seit 1980 werden zudem Unfallszenarien modelliert und die Schutzkonzepte an die Resultate angepasst (z.B. Bau von Rückhaltebecken ab 1990). Ein entscheidender Beitrag zur Reduktion der Emissionen kommt heute auch durch das «umweltbewusste» Design von Herstellungsverfahren und durch das Recycling zustande.

Dritte Phase: Schutz der menschliche Gesundheit vor Gefahren aus diffusen Quellen

Die Aufgabe wurde um 1950 erstmals angegangen und ist heute erst ansatzweise gelöst. In diese Etappe fällt der Gesundheitsschutz durch Expositionsbeschränkungen (MAK-

Werte) und die Substitution von unerwünschten oder gefährlichen Stoffen wie Smogbildner, Tetraethylblei, Ozon oder Schwermetalle. Neu hinzugekommen ist die gezielte Suche nach möglichen Langzeiteffekten sowie die Entwicklung und breite Anwendung der Risikoanalyse mit Langzeit-Toxikologieprüfungen oder einer Rückstandsanalytik in Lebensmitteln. Die heutigen Programme der OECD für «High Production Volume»-(HPV)-Chemikalien, die «Long Range Research Initiative» (LRI) der Verbände der chemischen Industrie und Ansätze, die Chemikalien global zu regeln (UNEP-Programm) dienen ebenfalls dieser Zielsetzung.

Vierte Phase: Schutz der Umwelt vor Gefahren aus diffusen Quellen

Solche Gefahren wurden einem weiteren Publikum 1962 durch das Buch «Silent Spring» von Rachel Carson bekannt. Es hat zu einem Umdenken in der Umweltpolitik geführt. Seither werden Stoffe unter neuen Gesichtspunkten bewertet, vom Markt zurückgezogen oder verboten. Seit circa 1970 entwickelt die chemische Industrie ihre Produkte so, dass Umwelanforderungen von der Planung weg zum Produktprofil gehören. Die Industrie hat ab 1980 ein internes und später ein externes Programm zum Umweltmanagement eingeführt. Diese Aufgabe ist noch nicht abgeschlossen und die meisten Probleme sind erst ansatzweise gelöst.

Durch den wirtschaftlichen Erfolg der chemischen Industrie mit dem damit verbundenen Mengenwachstum und der Zunahme von Produkten und Einsatzgebieten wurden die erzielten Erfolge im Umweltbereich teilweise wieder zunichte gemacht.

Die Situation heute

Alle grossen Hersteller in Europa und die meisten weltweit operierenden Firmen haben sich vor 10 Jahren freiwillig zum «Responsible Care»-Programm bekannt. Mit diesem Programm verpflichteten sich die Firmen mit Regeln für ihr Management zum verantwortungsvollen Handeln und zur Übernahme der Verantwortung für ihre Produkte über den vollen Lebenszyklus, d.h. von der Synthese bis und mit der Entsorgung. Das Bekenntnis zum «Responsible Care»-Programm bedeutet für die schweizerische chemische Industrie zum Beispiel:

- ▶ Laufende Verbesserung von Anlagen und Prozessen zugunsten von mehr Sicherheit und weniger Emissionen,
- ▶ Schaffung von Transparenz durch jährliche Veröffentlichung von Emissionen und Energieverbrauch (Umweltberichte),
- ▶ Interne und externe Überprüfung des Umweltverhaltens und des Umweltmanagements (Umweltaudits),
- ▶ Forschung im Hinblick auf umweltverträglichere Produkte,
- ▶ Verpflichtung zur Sanierung von Altlasten (z.B. Bonfol),
- ▶ Teilnahme am Projekt «Fischnetz», am LRI und anderen Projekten.

Die nahe Zukunft

Zwei neue grosse Herausforderungen beeinflussen zur Zeit die chemische Industrie: Das Anstreben von Nachhaltigkeit und die Umsetzung des Vorsorgeprinzips (Precautionary Principle). Mit der Nachhaltigkeit versuchen wir ein Gleichgewicht zwischen den gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und ökologischen Zielen unserer Tätigkeit zu finden. Mit dem Vorsorgeprinzip werden Regeln für das Vorgehen im Falle einer möglichen Gefährdung von grosser Tragweite und unsicherer wissenschaftlicher Grundlage aufgestellt.

Für die chemische Industrie ist das nachhaltige Handeln eine zentrale Bedingung für die Globalisierung. Es geht darum, in einer ganzheitlichen Analyse mit globaler Perspektive die Risiken und den Nutzen der Produkte von ihrer Synthese bis zur Entsorgung zu beurteilen und die gewonnen Erkenntnisse in ein besseres Design umzusetzen. Ich möchte jedoch vor zu hohen Erwartungen innert kurzer Zeit warnen: Ein Ziel der Nachhaltigkeit, der Ersatz von persistenten Substanzen durch biologisch abbaubare Produkte, ist schwierig und wird für die meisten Substanzklassen und Wirkstoffe 30 Jahre oder noch länger dauern. Eine weitere Aufgabe auf unserem Weg zur Nachhaltigkeit ist der schonendere Umgang mit beschränkt vorhandenen Ressourcen. Für die chemische Industrie bedeutet dies Investitionen in die weitere Verbesserung der Anlagen und Prozesse und damit zu grösserer Prozesssicherheit, weniger Energieverbrauch und weniger Emissionen. Nachhaltiges Handeln beinhaltet aber auch den Einbezug von Aspekten wie das Schaffen von Transparenz und Fairness gegenüber der Gesellschaft. Umgekehrt ist von der Gesellschaft Innovationsbereitschaft gefordert, um technologische und gesellschaftliche Weiterentwicklungen zu ermöglichen. Hier sind für Industrie und Gesellschaft grosse Hürden zu überwinden und zentrale Fragen zu lösen (z.B.: Corporate Governance, Zugang zu Medikamenten, sozial akzeptable Marketingpraktiken, Verhältnis zur Gentechnologie).

Die Umsetzung des Vorsorgeprinzips bedeutet für die Industrie den Einsatz von mehr Ressourcen für vorausschauendes Denken, Entscheiden und Handeln. Es gilt, sich nicht (wie in der Vergangenheit oft geschehen) von der Entwicklung überholen zu lassen. Aus wirtschaftlicher Sicht ist das Vorsorgeprinzip wichtig für die Minimierung des Innovations- und Investitionsrisikos. Aber ich möchte auch hier warnen: Es gibt kein Nullrisiko. Wir müssen ein gesellschaftlich akzeptiertes Gleichgewicht von Risiko und Innovation finden. Nachhaltigkeit kann nur durch Innovation erreicht werden – sowohl technisch-wissenschaftlich als auch gesellschaftlich. Gerade deshalb sind eine gemeinsame Sicht der Gesellschaft sowie akzeptierte und vernünftige Regeln der Anwendung des Vorsorgeprinzips erforderlich.

Einige Aspekte sprechen dafür, dass das Projekt «Fischnetz» oder das LRI Pilotprojekte für unser zukünftiges Vorgehen sind. Beide Projekte werden international beachtet,

sind Projekte mit grosser Komplexität und stellen eine hohe wissenschaftliche Herausforderung dar. Die Risiken und Resultate erfordern differenzierte Kommunikation, und gerade bei «Fischnetz» handelt es sich auch um eine «neue» Koalition von Wissenschaft, Behörden, Fischern und chemischer Industrie.

Obwohl die Herausforderungen gewaltig sind, bin ich optimistisch, dass wir Fortschritte machen werden. In 30 Jahren Tätigkeit für Umweltschutz und Sicherheit in der Basler chemischen Industrie habe ich erfahren,

- ▶ dass Investitionen in den Umweltschutz und in die Sicherheit sich auch wirtschaftlich auszahlen,
- ▶ dass die Reputation immer mehr mitentscheidend für den geschäftlichen Erfolg ist und damit zu einer wichtigen Triebfeder auch für Fortschritte in Sicherheit und Umweltschutz wird, und
- ▶ dass Innovation mit einer verbleibenden Unsicherheit verbunden ist und deshalb nur mit einem minimalen Mass an gegenseitigem Vertrauen («Network of Trust») machbar ist.

Wenn wir die bevorstehenden Ziele, ein nachhaltiges und auf das Vorsorgeprinzip ausgerichtetes Handeln, erreichen wollen, müssen wir – und die Gesellschaft – verschiedene Herausforderungen meistern: Gerade wegen der Globalisierung geht es nicht ohne globale Rahmenbedingungen und Koordination. Wir müssen lernen, offen über Risiken zu sprechen, aber auch Resultate differenziert zu kommunizieren. Schliesslich können die grossen Herausforderungen der Nachhaltigkeit und des «Precautionary Approach» nur durch Zusammenarbeit der verschiedenen Akteure in unkonventionellen Partnerschaften gelöst werden. Nur so haben wir eine Chance.

Die innere Kolmation von Fliessgewässersohlen – eine neue Methode zur Erkennung und Bewertung

Ueli Schälchli (Schälchli, Abegg + Hunzinger, Zürich)

Jedes Fliessgewässer transportiert mit dem Abfluss Schwebstoffe. Bei der Infiltration von Wasser in die Gewässersohle werden die Schwebstoffpartikel im Lückenraum der Sohle ausgefiltert. Dies führt zu einer Verstopfung des Porenraums, einer Verfestigung des Substrats und zu einer Reduktion der Sauerstoffzufuhr. Dieser Prozess, die so genannte innere Kolmation, beeinträchtigt den aquatischen Lebensraum und wirkt sich besonders nachteilig auf die Reproduktion von kieslaichenden Fischen aus. Im Rahmen eines Auftrags von «Fischnetz» wurde eine neue Methode zur einfachen und nachvollziehbaren Bewertung der inneren Kolmation erarbeitet. Im vorliegenden Artikel werden die Resultate zusammengefasst.



Abbildung 1: Keine Kolmation (Klasse 1). Lockeres kiesiges Substrat unter der Deckschicht. Töss bei Saland (Foto: U. Schälchli, 3.2.02).

Was ist innere Kolmation?

Als innere Kolmation wird die Ablagerung von Schwebstoffen im Lückenraum der Gewässersohle bezeichnet. Dabei werden die Schwebstoffpartikel durch infiltrierendes Wasser in den Porenraum der Gewässersohle transportiert und dort ausgefiltert oder abgelagert. Dies führt zu einer Verdichtung der Sohle und einer Verringerung des Porenraums unmittelbar unter der Deckschicht.

Die innere Kolmation ist ein natürlicher Prozess. Bei erhöhter Trübung des Fliessgewässers werden vermehrt Schwebstoffe abgelagert, was zu einer beschleunigten inneren Kolmation führt. Demgegenüber kann sich bei klarem Abfluss die Kolmation kaum weiterentwickeln. Wird die Gewässersohle bei Hochwasserabfluss aufgerissen und bewegt, so werden die abgelagerten Feinpartikel weggeschwemmt und damit die innere Kolmation wieder aufgehoben (Dekolmation).

Die innere Kolmation kann durch anthropogene Eingriffe wie Flussverbauungen, Wasser- oder Geschiebeentnahmen verstärkt werden. Gegenüber den unbeeinflussten Verhältnissen kann es dadurch zu einer erheblichen Beeinträchtigung kommen.

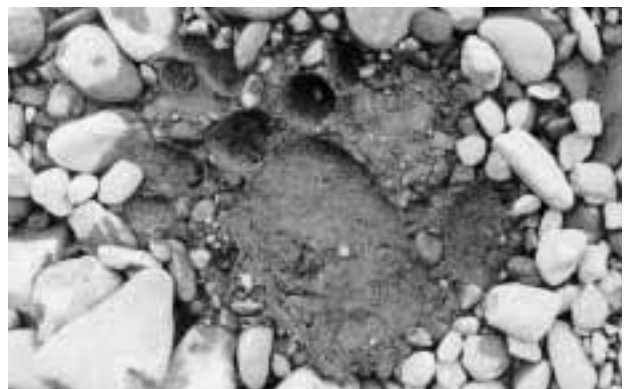


Abbildung 2: Starke Kolmation (Klasse 4). Mit Sand und kohäsiven Partikeln verfüllter Lückenraum, Sohle verfestigt. Ilfis bei Trubschachen (Foto: U. Schälchli, 17.3.02).

Klasse	Substrat (unter Deckschicht)	Lückenraum
1 keine Kolmation	sehr locker und grobkörnig (Steine, Kies, wenig Sand)	grobporig
2 schwache Kolmation	locker und breit abgestuft (Steine, Kies, Sand)	grob- bis feinporig
3 mittlere Kolmation	leicht verfestigt, Sand mit örtlichen kohäsiven Ablagerungen (Silt, Ton)	feinporig, örtlich verstopft (keine Poren sichtbar)
4 starke Kolmation	deutlich verfestigt, Sand und kohäsive Ablagerungen	feinporig bis vollständig verstopft
5 vollständige Kolmation	stark verfestigt, praktisch flächendeckend kohäsive Ablagerungen	vollständig verstopft (keine Feinporen sichtbar)

Tabelle 1: Die Bewertung der inneren Kolmation erfolgt anhand von fünf Klassen. Dazu werden das Substrat unter der Deckschicht sowie der Lückenraum untersucht. Kohäsive Ablagerungen sind Ablagerungen der Silt- und Tonfraktion, d.h. alles, was feiner als Sand resp. kleiner als 0,06 mm ist. Als Grobporen werden hier Poren bezeichnet, die grösser als 1 mm sind (also Poren im kiesigen bis kiesig-sandigen Material). Feinporen sind kleiner, aber von blosser Auge noch sichtbar (also Poren in sandigem Material). In siltig-tonigem Material sind von Auge keine Poren mehr zu erkennen.

gung des aquatischen Lebensraums kommen, sodass die Gewässersohle für das Makrozoobenthos und für die Reproduktion von kieslaichenden Fischen nicht mehr oder nur noch in reduziertem Umfang nutzbar ist.

Bewertung der inneren Kolmation

Eine einfache und zuverlässige Methode zur Beurteilung der inneren Kolmation besteht darin, in trockenen Sohlenbereichen einige Steine der Deckschicht zu entfernen und das darunterliegende Substrat und den Lückenraum zu bewerten. Die Untersuchung einer Vielzahl von Fliessgewässersohlen zeigte, dass die Unterscheidung von 5 Klassen gute und nachvollziehbare Resultate liefert. Auch bei einer Mehrfachbewertung durch verschiedene (erfahrene) Personen wird dasselbe Ergebnis resultieren. Die Genauigkeit der Zuteilung entspricht etwa 0,5 Punkte der Skala (z.B. Bewertungen 2 und 2,5, aber nicht 2 und 3). In der Tabelle 1 sind die 5 Klassen beschrieben und die Abbildungen 1 und 2 zeigen beispielhaft Sohlen mit keiner und starker Kolmation.

Morphologie, Geschiebehaushalt und anthropogene Einflüsse

Bei der Untersuchung der inneren Kolmation von Fliessgewässersohlen ist eine grobe Beurteilung der Morphologie und des Geschiebehaushalts sowie der bestehenden anthropogenen Eingriffe durchzuführen.

Unbeeinflusste Fliessgewässer mit vielfältiger Morphologie und intaktem Geschiebehaushalt zeigen meistens eine geringe innere Kolmation. Morphologische Dynamik mit der Verlagerung von Kiesbänken, Rinnen und Kolken führen zu einer tiefgründigen Umgestaltung der Flusssohle und regelmässige Geschiebeumlagerungen zu lockeren und grobporigen Kiesbänken.

Anthropogene Eingriffe führen in der Regel zu einer verstärkten Ausbildung der inneren Kolmation. Flussverbauungen (Kanalisierung, Sohlschwellen, Uferverbau) beeinträchtigen die morphologische Dynamik, Wasserentnahmen führen zu weniger häufig auftretender Dekolmation und bei

Geschiebeentnahmen oder Geschieberückhalt (Geschiebesammler, Stauhaltungen) fehlt im Gewässer der Nachschub für lockere Kiesbänke.

Ausblick

Mit der vorgestellten Methode kann die innere Kolmation von Fliessgewässersohlen relativ einfach und zuverlässig abgeschätzt werden. Dazu erforderlich sind Referenzbeispiele für die 5 Bewertungsklassen sowie gewisse Kenntnisse und Erfahrung betreffend die Morphologie von Fliessgewässern.

Die Methode erlaubt es, eine Zustandsabklärung von Fliessgewässern bezüglich der inneren Kolmation durchzuführen. Grundsätzlich ist auch eine flächendeckende Beurteilung der Schweizer Fliessgewässer denkbar. Damit leistet das Teilprojekt einen wichtigen Beitrag zur Frage, inwiefern und an welchen Gewässern eine innere Kolmation vorhanden ist und damit potenziell als mitverursachender Faktor für den Fischrückgang verantwortlich sein könnte.

Feinsedimente in Fliessgewässern – Auswirkungen auf den Fischfangrückgang

Roman Bucher (EAWAG)

Die Schwebstoffkonzentrationen in den schweizerischen Fliessgewässern sind sehr variabel. In der Regel liegen sie unterhalb der Erfahrungswerte, bei denen Beeinträchtigungen für die Fische auftreten können, weshalb die chronische Belastung durch Feinsedimente im Wasser relativ gering sein dürfte. Eine Zunahme der Einträge in den letzten 20 Jahren konnte nicht festgestellt werden. Extrem hohe Konzentrationen bei Hochwassern sind für die gesamte Biozönose eine grosse Belastung. Solche Ereignisse treten jedoch selten auf und sind durch den Menschen kaum beeinflussbar. Die Veränderungen in der Abflussdynamik und dem Geschiebehaushalt (durch Stauungen, Verbauungen oder Geschiebesammler) haben die Transport- und Ablagerungsprozesse

von Feinsedimenten in vielen Fliessgewässern verändert. Die daraus entstehende Kolmation der Flusssohle kann die natürliche Reproduktion der kieslaichenden Fische stark gefährden. Das Ausmass dieser Gefährdung muss abgeklärt werden.

Die Ursachen des Fischfangrückgangs in der Schweiz werden im Projekt «Fischnetz» anhand der Überprüfung von 12 Hypothesen untersucht. Hypothese 7 lautet: «Ein erhöhter Feinsedimentanteil ist verantwortlich für den Fischfangrückgang». Im Teilprojekt «Feinsedimente» (01/07) wurde der mögliche Einfluss von Feinsedimenten auf den Fischfangrückgang untersucht. Der vorliegende Artikel vermittelt eine Übersicht über die bisherigen Resultate einer Literatur- und Datenrecherche. Der vollständige Bericht wird ab Mitte 2002 vorliegen.

Was sind Feinsedimente?

Feinsedimente sind mineralische oder organische Partikel der Grössenklassen Ton, Schluff und Sand (0,02 µm bis 2 mm). Sie bilden einen natürlichen Faktor in den Prozessen der Fliessgewässer und sind massgeblich an der morphologischen Gestaltung der Flusssohle beteiligt. Im Artikel von R. Bucher (fischnetz-info N° 8) sind die verschiedenen Prozesse von Eintrag, Transport und Ablagerung der Feinsedimente eingehend dargestellt sowie die möglichen Beeinträchtigungen der Biozönose und der Fische im Speziellen geschildert.

Die wichtigsten Auswirkungen von Feinsedimenten sind die Trübung des Wassers und die Verschlammung oder Kolmation der Flusssohle durch Ablagerungen. Die Trübung kann die Schädigung der Kiemen oder eine Veränderung des Verhaltens der Fische (z.B. reduzierte Nahrungsaufnahme, Abwanderung) zur Folge haben. Die Ablagerungen können die natürliche Reproduktion der Fische gefährden oder das Nahrungsangebot verringern.

Die Menge der Feinsedimente (Konzentrationen und Frachten) werden in den Fliessgewässern der Schweiz durch Messungen der Schwebstoffe erhoben. Die Messungen werden im Rahmen des NADUF (Nationales Programm für die analytische Daueruntersuchung der schweizerischen Fliessgewässer) und durch die LHG (Landeshydrologie des Bundesamtes für Wasser und Geologie) ausgeführt.

Auswirkungen auf die Fische

Das Ausmass der direkten Schädigung der Fische ist abhängig von der Konzentration der Feinsedimente, der Dauer der Exposition und dem Zeitpunkt des Eintrages. Weiter spielen die chemische Beschaffenheit der Partikel und die herrschenden Umweltbedingungen (z.B. Temperatur, pH) eine Rolle. Eine Prognose zum Ausmass der Beeinträchtigung oder zu Mortalitätsraten bei Fischen ist nur grob möglich, und eigentliche Grenzwerte, ab welchen eine Schädigung auftritt, existieren nicht.

Die Reaktion eines Individuums auf eine Exposition ist artspezifisch und abhängig vom Lebensstadium des Fisches. Bekannt ist, dass Fische in der Lage sind, kurzfristig sehr hohe Konzentrationen von Schwebstoffen im Wasser (mehrere 10 000 mg/l) zu überstehen. Konzentrationen von 20 000 mg/l bei einer Expositionsdauer von 48 Stunden können aber starke Einbussen der Fischabundanz zur Folge haben. Die höchsten in der Schweiz gemessenen Werte von rund 30 000 mg/l bei Hochwassern oder Schneeschmelzen (siehe Tabelle 2) können von den Fischen überlebt werden, allerdings dürfte eine beachtliche Anzahl der juvenilen Fische zugrunde gehen. Diese Ereignisse sind aber selten, sie treten natürlicherweise auf und sind durch den Menschen kaum beeinflussbar.

In der Schweiz sind bisher keine Fische mit akuten Schädigungen (z.B. Läsionen der Kiemen) gefunden worden. Aus ausländischen Studien ist bekannt, dass die Fische in morphologisch reich strukturierten Fliessgewässern bessere Überlebenschancen besitzen als in eintönigen Kanalsystemen, da ihnen mehr Schutzmöglichkeiten zur Verfügung stehen, um die Belastung zu überdauern.

Die chronische Belastung der Fische durch Feinsedimente ist schwierig abzuschätzen. Aufgrund von Erfahrungswerten kann man davon ausgehen, dass bei Schwebstoffkonzentrationen unterhalb von 80 mg/l keine grossen Beeinträchtigungen für die Fische entstehen dürften. In der Schweiz liegen diese Konzentrationen in der Regel unterhalb von 80 mg/l (Tabelle 3). Die Messungen zeigen allerdings auch, dass durchschnittliche Konzentrationen von über 1000 mg/l über 14 Tage hinweg möglich sind. Eine eindeutige Einschätzung der Belastung ist nicht möglich, generell dürfte die chronische Belastung der Fische aber gering sein. Nicht erfasst werden Belastungen in den kleineren Seitengewässern, da

Station	Landquart Felsenbach	Arve Genève	Aare Brienzwiler	Linth Mollis	Thur Halden	Reuss Mühlau
Maximale Werte in mg/l	31 390	30 117	11 731	7 863	3 097	2 528
	30 953	13 451	9 663	5 823	2 713	2 488
	26 785	4 603	9 549	5 728	2 406	1 772
	19 362	2 993	4 363	5 623	2 231	1 282
	17 086	2 988	4 251	4 181	1 946	1 172

Tabelle 2: Maximale Schwebstoffkonzentrationen in Fliessgewässern bei Stichprobenmessungen. Angegeben sind jeweils die 5 höchsten gemessenen Konzentrationen an ausgewählten Stationen der LHG im Zeitraum von 1980–2000.

Station	Rhein Diepoldsau	Kleine Emme Littau	Thur Andelfingen	Saane Gümmenen	Glatt Rheinsfelden	Reuss Melligen	Aare Brugg
Median	53	47	16	15	11	9	8
90%-Perzentil	323	403	218	226	37	45	34
Maxima 1	1633	6193	2340	3182	494	390	540
Maxima 2	1203	1782	1759	1163	238	350	258

Tabelle 3: Durchschnittliche Schwebstoffkonzentrationen in schweizerischen Fliessgewässern von Sammelproben (über 14 Tage) an ausgewählten Stationen, die im Rahmen des NADUF im Zeitraum von 1980–2000 erhoben wurden. Der Median gibt den Mittelwert aller Messungen an, d.h. dass die Hälfte der Messungen über und die Hälfte unter diesem Wert liegen. Das 90%-Perzentil gibt den Wert an, welcher nur von 10% aller Messungen überschritten wird. Maxima 1 und 2 geben die 2 höchsten in den Sammelproben je gemessenen Konzentrationen der Stationen an.

die Messstationen für die Schwebstoffmessungen hauptsächlich an grösseren Flüssen installiert sind.

Die Auswertung der Schwebstoffmessungen der LHG und des NADUF seit 1980 hat keinen Hinweis auf eine Zunahme der Schwebstoffeinträge ergeben. Dieses Resultat überrascht, da aufgrund der Veränderungen in der Landwirtschaft und einer damit verbundenen Erhöhung der Erosion mit einem Anstieg der Schwebstoffkonzentrationen in den Fliessgewässern gerechnet wurde (siehe dazu den erwähnten Artikel im fischnetz-info N° 8).

Beeinträchtigung der natürlichen Reproduktion

Durch Ablagerungen von Feinsedimenten auf oder in der Flusssohle kann die natürliche Reproduktion der Fische beeinträchtigt werden. Aus zahlreichen Studien geht hervor, dass solche Ablagerungen zu einer Verminderung der Sauerstoffversorgung der Eier und Larven und damit zu schlechteren Überlebensraten führen. Zudem können die Brütlinge im Kies eingeschlossen werden, so dass ihnen der Zugang zum freien Wasser versperrt ist.

Aussagen über die Sauerstoffversorgung an den Laichplätzen oder über die Kolmation der Kieselsohle sind anhand der gemessenen Schwebstoffkonzentrationen im Wasser nicht möglich. Das Ausmass der Beeinträchtigung ist nicht bekannt. Die Beeinträchtigungen der natürlichen Reproduktion dürften regional und auch kleinräumig sehr unterschiedlich sein.

Durch Eingriffe des Menschen (z.B. Stauungen, Verbauungen, Geschiebesammler) haben sich Abflussregime und Geschiebehaushalt in vielen Fliessgewässern verändert. Diese Veränderungen könnten zu einer Zunahme der Kolmation der Flusssohlen geführt haben und eine Ursache für den Fischfangrückgang darstellen.

Schlussbetrachtungen

Die Studie hat ergeben, dass in der Schweiz die akuten wie auch die chronischen Belastungen der Fische durch Feinsedimente in der Regel gering sein dürften. Grosse Belastungen treten hauptsächlich bei natürlich bedingten Hochwassern auf. Eine Zunahme der Einträge konnte nicht

festgestellt werden. Das Ausmass der Beeinträchtigung der natürlichen Reproduktion durch Ablagerungen von Feinsedimenten und durch die Kolmation der Flusssohle ist nicht bekannt. Ablagerungen und Kolmation könnten aber in den letzten Jahrzehnten im Zusammenhang mit den Eingriffen in Abflussregimes und Geschiebehaushalten in vielen Fliessgewässern an Bedeutung gewonnen haben, weil sich die Prozesse und Zeitpunkte der Ablagerungen der Feinsedimente verändert haben. Weitere Abklärungen in dieser Hinsicht sind notwendig. Ebenfalls notwendig sind Untersuchungen zu toxischen Substanzen, die – an Feinsedimente adsorbiert – in die Gewässer gelangen und die Biozönose verändern können.

Untersuchungen zum Fischrückgang in den Jura-Fliessgewässern

Ami Lièvre und Guy Périat (Fischereiverband Jura), François Degiorgi (Bureau Teleos, Besançon), Jean-Paul Vergon (Direction régionale de l'environnement naturel Région Franche-Comté)

Einleitung

Eine Arbeitsgruppe des Fischereiverbandes Jura führt seit mehreren Jahren Untersuchungen durch, um die Ursachen des in dieser Gegend festgestellten Fischrückganges zu ermitteln. Mittlerweile wurde dazu ein Forschungsprogramm in Zusammenarbeit mit der Abteilung Fischerei des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) ins Leben gerufen. Das im November 2000 gestartete Programm entspricht gänzlich den Fragestellungen des Projekts «Fischnetz» und wird voraussichtlich Ende 2002 abgeschlossen sein. Dieses Forschungsprogramm zielt einerseits darauf, den aktuellen Zustand der Lebensgemeinschaften in den Jura-Fliessgewässern zu ermitteln, und andererseits, mögliche Beeinträchtigungen ihrer Entwicklung zu bestimmen und zu bewerten.

Um die Vielzahl der Parameter, die die Qualität der Biozönose in den Jura-Gewässern bestimmen, zu erkennen

und zu verstehen, stützte sich das ursprüngliche Forschungsprogramm auf fischereibiologische, chemische und morphologische Analysen sowie auf Benthos- und Umweltuntersuchungen. Zusätzlich wurde aber auch eine neue Hypothese formuliert, die besagt, dass die Kolmation der Flusssohle durch Algen und anorganische Partikel sowie die Belastung der Fliessgewässer durch toxische Stoffe für die Beeinträchtigung der Lebensgemeinschaften verantwortlich sind. Deshalb wurden diese, vermutlich eng verknüpften Aspekte besonders intensiv untersucht. Es ist anzunehmen, dass durch Bodenerosion eingetragene Schwebstoffe adsorbierte toxische Stoffe mit ins Gewässer transportieren. Die Kolmation durch Algen und anorganische Partikel und die toxische Belastung der verschiedenen Kompartimente in den Fliessgewässern (Wasser, Sedimente, Organismen) wurden ausserdem besonders gründlich untersucht, da wir von einer sehr engen Verknüpfung dieser beiden Belastungen ausgehen. Parallel dazu wurde eine Literaturrecherche über die gesamten morphologischen, physikalisch-chemischen und biologischen Parameter des jurassischen Gewässersystems durchgeführt. Ein Vergleich zwischen den Literaturdaten und den Ergebnissen der diversen Analysen wird zu einer Aussage über die Entwicklung der Qualität der Lebensgemeinschaften dieser Gewässer in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts führen und uns ermöglichen, Massnahmen für ein nachhaltiges Umweltmanagement in dieser Gegend vorzuschlagen. Da noch nicht alle Ergebnisse unserer Forschungstätigkeit vorliegen, bezieht sich dieser Artikel schwerpunktmässig auf die Ergebnisse der fischereibiologischen Studie.

Methoden der fischereibiologischen Analyse

Grundlagen

Die für die Studie verwendete Methode basiert auf dem Prinzip der Längszonierung der Fischregionen, wie sie von Verneaux (1973)¹ definiert wurde: «Jeder morphologisch homogene Gewässerabschnitt kann einer der 10 ökologischen Typen zugeordnet werden, die in einem Modellgewässer von der Quelle bis zur Mündung aufeinander folgen.» Zu jedem Gewässertyp gehört ein bestimmter «Biozönotyp», d.h. eine Gruppe von Arten, deren jeweilige Abundanz ihrer Affinität für diesen Gewässertyp entspricht. Die optimale Artenzusammensetzung kann also für jeden ökologischen Typ im Voraus errechnet und mit den aktuellen Populationen verglichen werden. Der Hauptumweltfaktor für die Bestimmung der verschiedenen ökologischen Typen ist die Wassertemperatur, aber auch andere Parameter werden bei der Berechnung der typologischen Stufe berücksichtigt. Fluss-

abwärts folgen diese ökologischen Typen einander aber nicht unbedingt linear.

Prinzip

Durch eine Elektrobefischung mit mehreren Durchgängen werden möglichst alle Fische einer für den Gewässerabschnitt repräsentativen, homogenen Teststrecke entnommen. Die Befischungsprobe wird ausgewertet, indem für jede Fischart ein Abundanzwert errechnet wird. Diese Werte werden dann mit dem optimalen quantitativen und qualitativen Artenspektrum des dem homogenen Gewässerabschnitt entsprechenden ökologischen Typs verglichen. Dafür wird die theoretische, typologische Stufe des Standortes anhand von einfachen Parametern bestimmt. Anschliessend wird berechnet, welche Arten mit welcher Abundanz den Standort besiedeln sollten. Dies ergibt eine potenzielle Struktur der Fischbiozönose, ausgedrückt in optimalen Abundanzwerten pro Fischart entsprechend des ökologischen Typs des untersuchten Gewässerabschnitts. Dieser Soll-Zustand wird dann mit dem Ist-Zustand verglichen, um etwaige Abweichungen zwischen potenziellem und realem Artenspektrum aufzuzeigen und fehlende oder bedrohte Charakterarten aufzulisten. Unter Berücksichtigung der Qualitäts- und Lebensraumansprüche dieser Arten kann die Struktur der vorhandenen Fischbiozönose eventuell auch Auskunft über eine stoffliche Belastung des Gewässers oder über Habitatsmängel geben.

Erste Ergebnisse

Fischbiologische Untersuchungen

Diese Methode ist sehr aufwändig und kann, je nach Art, mehrere Jahre in Anspruch nehmen. Die Ergebnisse sind aber zuverlässig und sehr genau, weil sie auf einer grossen Datenmenge beruhen. Die multidisziplinäre Untersuchung der Allaine weist auf eine deutliche Verbesserung des Fischbestandes seit der Inbetriebnahme der Kläranlage Porrentruy im Jahre 1986 hin (Abbildung 3). Vergleicht man die Ergebnisse der Elektrobefischung von Verneaux (1973)¹ mit denen aus dem Jahre 2001, stellt man fest, dass die Fischpopulationen unterhalb von Porrentruy einen akzeptablen Zustand erreicht haben. Trotzdem muss auch festgestellt werden, dass das Potenzial des Gewässers, das dem Biozönotyp 5 (B5) entspricht, nicht erreicht wird, und dass mehrere Arten fehlen oder in ihrem Bestand bedroht sind. Dies weist auf Belastungen hin, die von der Abwasserreinigung nicht beseitigt werden konnten. Es kann ausserdem vermutet werden, dass die Kolmation der Gewässersohle infolge des verstärkten Schwebstoffeintrages nach den Flurumgestaltungen von 1990 und 1992 die Verbesserung des Zustands der Lebensgemeinschaften bis 1999 teilweise verzögert haben kann. Seit 1999 wird eine stetige Verbesserung des Zustandes beobachtet, wahrscheinlich verbunden mit einer Abnahme der Kolmation, da eine relative Stabilisierung der Bodenerosion erreicht werden konnte. Diese Hypothese

¹ Verneaux J. (1973) : Cours d'eau de Franche-Comté (massif du Jura), Recherches écologiques sur le réseau hydrographique du Doubs, essai de biotypologie. Thèse de l'Université de Besançon 1973, 261 pp + annexes.

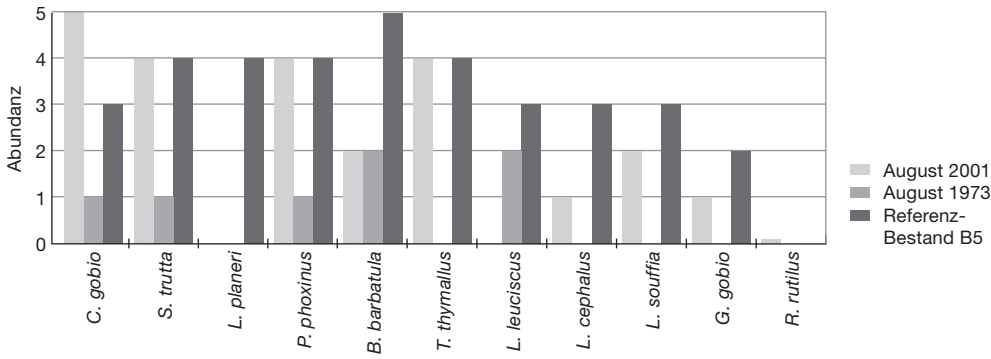


Abbildung 3: Fischbestandsentwicklung in der Allaine unterhalb von Porrentruy zwischen 1973 und 2001.

kann leider nicht verifiziert werden, da kaum Daten aus der Zeit vor der Flurumgestaltung existieren. Mehrere Beobachtungen weisen aber darauf hin, dass die Größe und Qualität der Fischpopulationen seit 1992–1993 insgesamt rückläufig sind. Eine genauere Auswertung der regelmässigen Benthos-Analysen, die seit damals von der kantonalen Fachstelle für Gewässer und Naturschutz (OEPN) durchgeführt werden, wird vermutlich eine immer wieder verzögerte und unterbrochene Verbesserung des biologischen Zustands in der Allaine zeigen.

Soweit wir heute wissen, zeichnete sich in den Flüssen Sorne und Birs eine ähnliche Entwicklung ab. Wie die Allaine waren sie in den 70er und 80er Jahren durch Einträge von Haushalt- und Industrieabwasser belastet. Sie weisen inzwischen ein breiteres Artenspektrum auf, haben aber das Potenzial ihres Biozönotyps nicht erreichen können (Abbildung 4). Diesbezüglich muss auch noch betont werden, dass wir die Zusammensetzung der Populationen der Jura-Gewässer Anfang des 20. Jahrhunderts nicht kennen, und dass der Soll-Zustand nur anhand des Vergleichs mit weitgehend unbeeinflussten Gewässern desselben Biozönotyps bestimmt wurde. Dieser Referenzzustand basiert auf kürzlich durchgeführten Erhebungen und unterschätzt wahrscheinlich die ursprüngliche Abundanz der Fischpopulationen in den Jura-Gewässern (Abbildung 4).

Die Entwicklung des Doubs verlief anders. Dieser Fluss wurde in den 80er Jahren nur wenig belastet und behielt

weitgehend seine physikalisch-chemischen und morphologischen Eigenschaften. Seine Populationen und Lebensgemeinschaften scheinen trotzdem dramatisch abzunehmen (Abbildung 4).

Mögliche Ursachen für die Beeinträchtigungen

Die totale Abwesenheit des Bachneunauges (*Lampetra planeri*) und der Hasel (*Leuciscus leuciscus*) in der Allaine (Abbildung 3) kann keine natürliche Ursache haben; ihre ursprüngliche Anwesenheit im schweizerischen Abschnitt des Flusses wird oft in der Literatur erwähnt, und stromabwärts, in Frankreich, sind sie noch heute anwesend. Die Tatsache, dass sie den oberen Lauf der Allaine nicht wieder besiedeln konnten, ist wahrscheinlich auf Migrationshindernisse zurückzuführen. Unsere Untersuchungen zeigen auch, dass die Populationen von Grundfischen wie Bartgrundel (*Barbatula barbatula*) und Gründling (*Gobio gobio*) und vom Alet (*Leuciscus cephalus*), einer ubiquitären Art, die sich aber häufig von Algen ernährt, Defizite aufweisen. Diese Beobachtungen deuten auf eine indirekte und/oder chronische Belastung der Allaine durch toxische Chemikalien hin, wahrscheinlich verbunden mit einer Kolmation der Gewässersohle infolge erhöhter Einträge von Schwebstoffen, verursacht durch eine verstärkte Bodenerosion, die eine harmonische Entwicklung der Lebensgemeinschaften beeinträchtigt. Immer wieder können ausserdem akute Belastungen durch Chemikalien auftreten, die verheerende Konsequenzen haben können, wie zum Beispiel die Katastrophe vom März 2002, die die gesamten Fischpopulationen vernichtet hat (Abbildung 5). Unser aktueller Wissensstand reicht nicht aus, um Erklärungsansätze für die stetige Abnahme der biologischen Qualität des Doubs zu liefern.

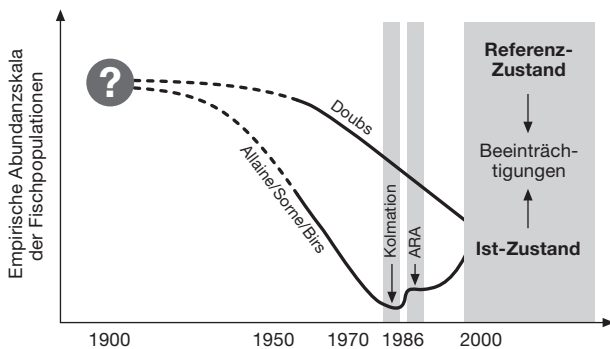


Abbildung 4: Entwicklungstendenz der Fischpopulationen in den Jura-Fließgewässern im 20. Jahrhundert.

Schlussfolgerungen und Ausblick

Festzustellen ist, dass die seit 1986 erfolgte Abwasserreinigung sich immer noch positiv auf die Fischpopulationen der Allaine, der Sorne und der Birs auswirkt. Bestimmte Belastungen konnten dadurch jedoch nicht beseitigt werden und verhindern, dass die ursprünglichen Populationen wieder hergestellt werden. Als Hauptursachen für die Beeinträchtigungen betrachten wir eine mehr oder weniger indirekte

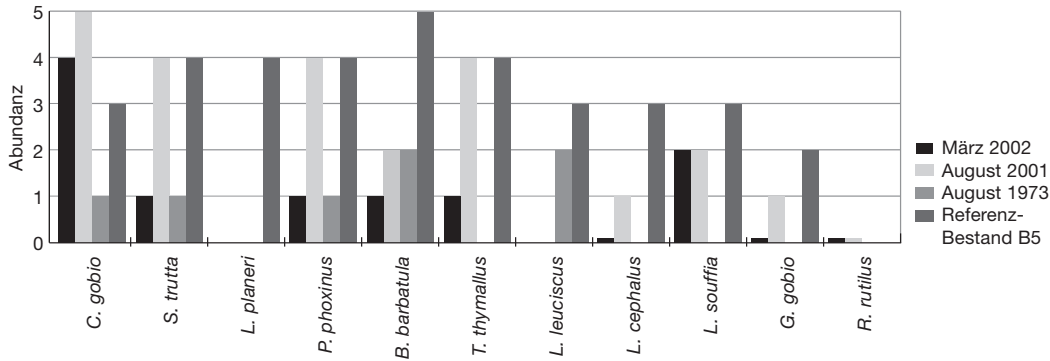


Abbildung 5: Auswirkung der akuten Belastung der Allaine im März 2002 auf den Fischbestand unterhalb von Porrentruy.

toxische Belastung der Gewässer durch Chemikalien, wahrscheinlich gekoppelt mit erhöhten Schwebstoffeinträgen, sowie eine Verschlechterung der morphologischen Struktur der Flüsse. Der Doubs zeichnet sich durch eine andere Entwicklung aus, doch wir sind leider noch nicht in der Lage, Erklärungsansätze für die Abnahme seiner biologischen Qualität zu liefern. Zahlreiche Analysen wurden bereits eingeleitet, um die Ursachen des Fischrückgangs in den Jura-Gewässern näher zu charakterisieren. In diesem Rahmen betrachten wir es als besonders wichtig, die unterste Stufe der Nahrungskette genauer zu untersuchen, nämlich die Benthos-Fauna. Diese widerspiegelt Beeinträchtigungen zwar weniger deutlich als die Fische, sie bildet aber – sowohl qualitativ als auch quantitativ – das Nahrungspotenzial eines Gewässers für die oberen Stufen der Nahrungskette. Erste Ergebnisse zeigen einen Zusammenhang zwischen der Quantität der Benthos-Fauna und der Abundanz der Fische in einem bestimmten Gewässerabschnitt. Dieser Aspekt wird deshalb in unseren zukünftigen Forschungsaktivitäten einen besonderen Platz einnehmen.

Kleine Saane – Bestandaufbau, Besatz und Naturverlaichung von Bachforellen

Heinz Renz (Mitglied des Fischereiverbandes des Kantons Freiburg)

Als Kleine Saane wird die Restwasserstrecke der Saane zwischen der Staumauer von Rossens und dem Elektrizitätswerk Hauterive bezeichnet (Länge ca. 14 km, mittlere Breite 20 m, Gefälle 2,6%, mittlere Höhenlage ca. 509 m ü.M., Restwassermenge 1 m³/sec).

Noch vor 20 bis 30 Jahren war die in riesigen Mengen vorhandene Nase der Leitfisch der Kleinen Saane. Heute ist sie, zusammen mit dem Alet, der Barbe und dem Schneider, vom Aussterben bedroht. Die Bachforelle ist zum Hauptfisch geworden, aber auch ihre Bestände sind zwischen 1979 und 2000 um mehr als 80% zurückgegangen. Unsere Untersuchungen befassen sich vor allem mit den Ursachen, die zu deren Rückgang geführt haben könnten. In der Tabelle 4

sind die in unserem Projekt untersuchten Parameter sowie die getroffenen Massnahmen aufgeführt.

Beim heutigen Stand der Arbeiten sind noch keine Schlussfolgerungen, jedoch eine Anzahl von Feststellungen möglich.

Feststellungen zur Naturverlaichung

- Die Naturverlaichung funktioniert in der Kleinen Saane noch relativ gut und sorgt für einen wichtigen Anteil am Forellenbestand.
- Die Laichzeit der Forellen dauert jeweils von Ende Oktober bis anfangs Januar.

zu kontrollierende Parameter	Massnahmen
Fangfenster	24–32 cm, bei einem gesetzlichen Mindestfangmass von 45 cm, eingeführt für 3 Jahre (2001–2003) zur Erhöhung des Bestandes laichstarker Elterntiere.
Fangdruck	Schongebiet mit einer Länge von 1,3 km, eingeführt für 3 Jahre (2001–2003).
Prädatoren	Überspannung einer Versuchsstrecke im Schongebiet, wirksam für Kormorane (Oktober–April) – Kormorananzählung und Abschätzen der Prädation durch exakte Beobachtungen.
Besatz	Erfolgskontrolle durch den Besatz mit markierten Brütlingen.
Naturverlaichung	Laichplatzkontrollen, Early-life-Tests und Inventar aller Laichplätze, 2 Jahre ohne Besatz.
Wachstum	Altersbestimmungen anhand von Schuppenproben und von Längenhistogrammen.
Fangentwicklung	Offizielle Fangstatistik und gezielte Verteilung von Fangprotokollen.
diverse Parameter	Informationen über das Abflussregime und die Wasserqualität einholen, Überprüfung des Temperaturverlaufes und der Kolmation.

Tabelle 4: Zu kontrollierende Parameter und getroffene Massnahmen im Teilprojekt Kleine Saane (00/24), womit nach Hinweisen auf den Rückgang des Forellenbestandes gesucht wird und nach Möglichkeiten zur Verbesserung der Lebensbedingungen für die Fische.



Abbildung 6: Kontrollstrecke der Kleinen Saane im Schongebiet bei Hauterive. Hier wird die Auswirkung des Fangdruckes überprüft. Vergleich der Forellenbestände mit Befischung und nach zwei Jahren ohne Befischung. Die Abfischungen erfolgen jeweils im Oktober. (Foto: H. Renz).

- ▶ Die Laichplätze verteilen sich recht gut auf die ganze Länge des Flusses. Ihre Anzahl und Standorte haben sich während der letzten Jahre nur unwesentlich geändert.
- ▶ Nach einem Jahr hat die Einführung des Fangfensters (siehe Tabelle 4) noch keine Auswirkungen auf die Naturverlaichung gezeigt. Hingegen ist eine leichte Zunahme der Laichplätze im Schongebiet festzustellen.

Feststellungen zu den Besatzversuchen

Der auf die ganze Länge des Flusses regelmässig verteilte Besatz erfolgte im Frühjahr 2001 mit 118 000 Bachforellenbrütlingen, die mit Alizarinrot markiert und im Verhältnis von ca. 1:1 zu den Brütlingen aus der Naturverlaichung ausgesetzt wurden. Die Abfischung der Sömmerlinge erfolgte 5 Monate nach dem Einsatz der Brütlinge in 3 ausgewählten Kontrollstrecken.

- ▶ Die eingesetzten Forellenbrütlinge machen im Durchschnitt aller Kontrollstellen ca. die Hälfte des vorgefundenen Sömmerlingsbestandes aus. Dort, wo der geeignete Lebensraum für Jungfische klein ist und in der Nähe grosser Laichplätze, ist der Anteil der naturverlaichten Fische grösser (z.B. 67% bei der Tuffière). Unterhalb mittlerer Laichplätze und grossem Lebensraum für junge Forellen ist der Anteil naturverlaichter Fische kleiner (43% bei Pont de fer).
- ▶ In verbauten Gewässerabschnitten mit verminderter Naturverlaichung trägt der Besatzfisch einen ganz bedeutenden Anteil (im begradigten und mit Blockschwellen versehenen Unterteil der Sense z.B. bis zu 70%) zum Bestand der jungen Forellen bei.
- ▶ Die naturverlaichten Forellenbrütlinge haben gemäss den Ende August durchgeführten Kontrollabfischungen zwei grosse Hochwasser mit beträchtlichem Geschiebetrieb, kurz vor und nach dem Ausschlüpfen, relativ gut überlebt.

- ▶ Im Herbst sind reichlich Sömmerlinge vorhanden, bis zu 1250 pro ha, das Nachwachsen der Forellen bis zu dieser Altersklasse ist kein Problem.
- ▶ Das Verhältnis zwischen den ausgesetzten und den naturverlaichten Forellen blieb bis zum Jährling gleich und ausgeglichen.

Feststellungen zur Bestandesaufnahme

Der Ausgangsbestand wurde im Oktober 2000 in 5 Kontrollstrecken mit einer totalen Länge von 811 m durch zweimaliges Abfischen mit Elektrofangeräten, aufgenommen. Zwei davon liegen in einem Schongebiet und wurden schon vor den Versuchen nicht mehr besetzt (siehe Abbildungen 6 und 7).

- ▶ Der Bestand an 0⁺-Forellen ist in den Gebieten mit Besatz etwa dreimal grösser als in den nicht besetzten Kontrollstrecken.
- ▶ Der Bestand der Forellen bricht vor dem Erreichen des Fangmasses von 24 cm, unabhängig vom Ausgangsbestand an Sömmerlingen, auf das gleiche, sehr tiefe Niveau zusammen.
- ▶ Der aussergewöhnliche Zusammenbruch des Bestandes erfolgt fast ausschliesslich in der Altersklasse der Jährlinge. Gemäss Untersuchungen, die im Auftrag des Kantons erfolgten, ist die Kleine Saane frei von PKD. Darauf deuten auch die Beobachtungen hin, dass die grossen Verluste in der kalten Jahreszeit aufgetreten sind.
- ▶ Die Konditionsfaktoren (berechnet aus dem Gewicht und der Länge) der Forellen liegen bei allen Altersklassen und in allen Kontrollstrecken zwischen 1,03 und 1,09. Diese Werte deuten darauf hin, dass die Lebensbedingungen und das Nahrungsangebot eine normale Entwicklung der überlebenden Fische erlauben.
- ▶ An nachwachsenden Forellen, also an einem ausreichenden Grundbestand an Sömmerlingen, fehlt es nicht. Bei normaler Mortalität, gemäss BUWAL-Schriftenreihe zur Fischerei Nr. 44, könnte sich ein Forellenbestand bilden, der ganz bedeutend höhere Erträge erlauben würde. An der nötigen Lebensraumkapazität fehlt es nicht, diese ist nach wie vor auch für grössere Fische durchaus vorhanden,
- ▶ Alle Fischarten, die sich im offenen Wasser aufhalten, wie Nase, Barbe, Alet, Schneider und Aesche sind stark vom Aussterben bedroht. Das belegen unsere Abfischungen, Untersuchungen von H. Marrer 1984 und A. Kirchhofer 2000 sowie die langjährigen Beobachtungen der Fischer.
- ▶ Diejenigen Fischarten, die sich bei Gefahren in Unterschlüpfen in Sicherheit bringen, wie zum Beispiel Forelle, Bartgrundel und Elritze, überleben und entwickeln sich gemäss den Abfischungen im Herbst 2000 bedeutend besser. Damit wird eine genauere Überprüfung der Prädatoren, insbesondere der Gänsesäger, unumgänglich.

Genauere Resultate, die auch gewisse Schlussfolgerungen erlauben, sind nach den erneuten Abfischungen aller



Abbildung 7: Kontrollstrecke der Kleinen Saane beim Kloster Hauterive. Diese Strecke wird während drei Jahren jeweils von Oktober bis April mit Kabeln überspannt, um die Kormorane fernzuhalten. Ein Vergleich der Fischbestände mit und ohne Überspannungen dient der Erfolgskontrolle. (Foto: H. Renz).

Kontrollstrecken, der Wiederholung der Besatzversuche mit markierten Forellenbrütlingen, der Auswertung der Fangprotokolle und einer weiteren Kontrolle der Naturverlaichung, ab Herbst 2002 zu erwarten.

Hormonaktive Verbindungen in schweizerischen Gewässern – Ergebnisse des EU-Projekts COMPREHEND

Marc Suter, H.-R. Aerni, B. Kobler, B. Rutishauser, F. Wettstein, R. Fischer, A. Hungerbühler, M.D. Marazuela, R. Schönenberger, R.I.L. Eggen, W. Giger und A. Peter (EAWAG)

Stoffe mit östrogenen Wirkung – so genannte Umwelthormone – werden heute unter anderem für die Verweiblichung männlicher Fische verantwortlich gemacht. Im Rahmen des EU-Programms COMPREHEND hat die EAWAG die Wirkung von Wasser aus Kläranlagenabläufen auf männliche Regenbogenforellen untersucht und dabei erhöhte Vitellogeninkonzentrationen festgestellt. Dieser Vorläufer des Eidotterproteins kommt in grossen Mengen natürlicherweise nur in weiblichen Fischen vor. Gleichzeitig wurden Wasserproben aus den Kläranlagenabläufen analysiert. Mittels chemischer

Ultraspurenanalytik konnten in einigen Proben erhöhte Hormonkonzentrationen und mit Hilfe eines Hefetestsystems östrogene Aktivitäten nachgewiesen werden.

Umweltchemikalien, die störend in das Hormonsystem von Mensch und Tier eingreifen, werden als Umwelthormone bezeichnet. Im Vordergrund stehen heute so genannte östrogene Stoffe, die ähnlich wie weibliche Geschlechtshormone wirken. Dazu gehören

- ▶ das natürliche Östrogen Estradiol und seine Transformationsprodukte Estron und Estriol,
- ▶ synthetische Östrogene wie z.B. der in der Antibabypille gebräuchliche Wirkstoff Ethinylestradiol sowie
- ▶ in grösseren Mengen hergestellte Chemikalien, die beispielsweise in industriellen Reinigungsmitteln (Alkylphenolpolyethoxylate und ihre Abbauprodukte, z.B. Nonylphenol) und Kunststoffen (Bisphenol A) zu finden sind.

Viele dieser hormonaktiven Substanzen sind auch in der aquatischen Umwelt nachweisbar. So gelangen zum Beispiel natürliche und synthetische Östrogene durch menschliche Ausscheidungen mit dem Abwasser in die Kläranlagen, wo sie zum Teil zurückgehalten aber auch in die Oberflächengewässer ausgeschwemmt werden.

Wirkung von Umwelthormonen

Bei Fischen wird nach Induktion durch körpereigenes Estradiol das Protein Vitellogenin in der Leber gebildet. Dieser Vorläufer der Eidotterproteine gelangt mit dem Blutstrom in die Oocyten des Ovars und wird in grossen Mengen natürlicherweise nur im Blut geschlechtsreifer weiblicher Fische nachgewiesen. Deshalb waren erste Untersuchungen Mitte der 90er Jahre in Grossbritannien höchst alarmierend, die hohe Vitellogeninkonzentrationen auch in männlichen Fischen fanden. Die untersuchten Tiere hielten sich in Fließgewässerabschnitten unterhalb von Kläranlagenabläufen auf und man führte die Vitellogeninsynthese auf das mit östrogenen Stoffen belastete Wasser zurück. Darüber hinaus zeigte sich, dass männliche Fische in belasteten Gewässern Mischgonaden d.h. Hoden mit Eizellen aufweisen können, ein Phänomen, das als Verweiblichung oder Intersex bezeichnet wird und kürzlich auch an den Felchen im Thunersee beobachtet wurde.

Suche nach hormonaktiven Stoffen

Die EU veröffentlichte kürzlich eine Liste mit 553 Chemikalien plus 9 natürlichen und synthetischen Steroidhormonen, «die im Verdacht stehen, störend auf das Hormonsystem des Menschen und wild lebender Tiere einzuwirken». In nationalen und internationalen Projekten wird das Vorkommen von Umwelthormonen in Oberflächengewässern und ihre Wirkung auf aquatische Organismen untersucht.

Die in diesem Artikel beschriebenen Ergebnisse wurden im Rahmen des EU-Programms COMPREHEND (COMMunity

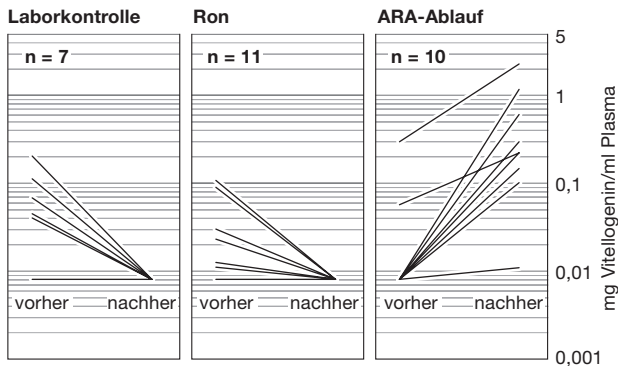


Abbildung 8: Vitellogenin-Induktion in männlichen Regenbogenforellen (n = Anzahl männlicher Fische).

Programme of Research on Environmental Hormones and Endocrine Disrupters) erarbeitet, das Ende 2001 abgeschlossen wurde. Ziel von COMPREHEND war, industrielle und kommunale Kläranlagenabläufe in ganz Europa auf hormonaktive Stoffe zu untersuchen und neue Nachweisverfahren für Umwelthormone zu entwickeln. Ausserdem wurden in Expositionsexperimenten die Einflüsse von endokrin wirksamen Stoffen auf Forellen untersucht.

Erhöhte Vitellogeninergehalte auch in Schweizer Fischen

Zwei Wochen lang wurden männliche Regenbogenforellen im Ablauf der Kläranlage (ARA) Rontal im Kanton Luzern exponiert. Kontrollfische wurden für den gleichen Zeitraum im Fluss Ron oberhalb des Kläranlagenablaufes und im Labor gehalten. Die Fische wurden während dieser Zeit nicht gefüttert. Aus Abbildung 8 ist ersichtlich, dass alle Kontrollfische während des Experiments abnehmende Vitellogeninergehalte aufwiesen. Dies ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass die Fische vor Beginn des Experimentes mit Fischfutter aufgezogen wurden, das möglicherweise hormonaktive Stoffe enthält. Dagegen zeigten die Fische nach Exposition im Ablauf der ARA Rontal erhöhte Vitellogeninkonzentrationen, was ein Indiz für die Belastung des Wassers mit hormonaktiven Verbindungen ist.

Kombinierte chemische und biologische Analytik

Gleichzeitig wurden Wasserproben aus dem Ablauf der ARA Rontal entnommen und auf potenziell hormonaktive Stoffe untersucht. Die EAAG kombiniert dabei zwei verschiedene

Methoden. Mit Hilfe der chemischen Ultrapurenanalytik wurden die Konzentrationen bekannter Umwelthormone in der Wasserprobe bestimmt. Demgegenüber misst man mit biologischen Testsystemen die östrogene Aktivität der untersuchten Probe. Dazu wurde ein Hefetestsystem eingesetzt, das den menschlichen Östrogenrezeptor und ein Reporter-gen enthält. Sind in einer Wasserprobe Umwelthormone vorhanden, binden sie an den Rezeptor, aktivieren das Reporter-gen und können anschliessend durch eine biochemische Farbreaktion nachgewiesen werden. Die Stärke der Farb-reaktion ist ein Mass für die Östrogenaktivität der Probe, die in Estradiol-Äquivalenten ausgedrückt wird. Jede Methode allein ist ungenügend, erst die Charakterisierung einer Wasserprobe sowohl auf ihren Gehalt an Umwelthormonen als auch auf ihre östrogene Aktivität ergibt ein Gesamtbild und hat eine Reihe von Vorteilen:

- ▶ hohe Sicherheit beim Ausschluss von falschen Negativresultaten, da Signalunterdrückung erkannt wird,
- ▶ Erkennen von Proben, deren einzelne hormonaktive Komponenten unterhalb der minimalen Effektkonzentration liegen, die aber in der Kombination eine östrogene Wirkung haben,
- ▶ Möglichkeit der Identifizierung von unbekanntem Umwelthormonen in hormonaktiven Proben.

Erwartete und gemessene Konzentrationen im ARA-Ablauf

Wird von einer 1:1-Verteilung von Frau und Mann ausgegangen, wobei 60% der Frauen menstruieren und 0,8% schwanger sind, kann für den Durchschnittsmenschen (inkl. Männer) eine Ausscheidung von 3,1 µg Estradiol pro Tag berechnet werden. Umgerechnet auf die Anzahl Einwohner im Einzugsgebiet der ARA Rontal und ausgehend von einem 50%igen Abbau der Steroidhormone in der Kläranlage, führt dies zu einer erwarteten Estradiol-Konzentration im Ablauf von 1,6 ng/l. Tatsächlich konnten mit der chemischen Ultrapurenanalytik im Mittel Konzentrationen von 2,0 ng Estradiol pro Liter im Kläranlagenablauf festgestellt werden (Abbildung 9a). Analog wurde für Ethinylestradiol eine Konzentration von 3 ng/l berechnet, die ebenfalls ungefähr mit dem gemessenen Mittelwert von 1,5 ng/l übereinstimmt (Abbildung 9a). Auffällig ist, dass in Probe B die Estradiol- und Estronkonzentrationen stark überhöht sind.

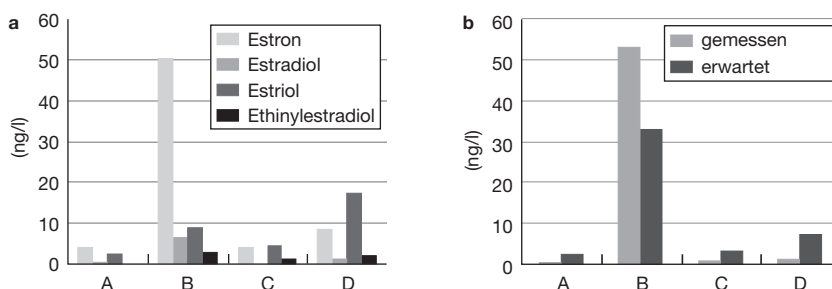


Abbildung 9: Untersuchung von 4 Wasserproben aus dem Ablauf der Kläranlage Rontal. a: Konzentrationen natürlicher und synthetischer Östrogene. b: Erwartete und gemessene östrogene Aktivitäten ausgedrückt als Estradiol-Äquivalente.

Erwartete und gemessene Hormonaktivität im ARA-Ablauf

Aus den chemisch bestimmten Konzentrationen kann mit Hilfe der relativen Hormonaktivitäten der einzelnen Umwelthormone die erwartete Östrogenaktivität für jede Wasserprobe (ausgedrückt als erwartete Estradiol-Äquivalente) berechnet werden (Abbildung 9b). Estradiol und Ethinylestradiol gelten als Referenz mit einer Hormonaktivität von 1, die Abbauprodukte Estron und Estriol weisen noch Hormonaktivitäten von 0,474 und 0,003 auf. Dagegen sind die östrogenen Aktivitäten von Industriechemikalien in der Regel um Größenordnungen kleiner. Da diese Verbindungen jedoch in wesentlich höheren Konzentrationen vorkommen können als natürliche und synthetische Östrogene, sind sie letztlich nicht vernachlässigbar. Beispielsweise weist Nonylphenol eine rund 40 000-mal geringere Hormonaktivität als natürliches Estradiol auf und liegt im Ablauf der ARA Rontal in einer 1000-mal höheren Konzentration von 1,6 µg/l vor, was einer östrogenen Aktivität von 0,04 ng/l entspricht.

Es zeigte sich, dass die tatsächlich mittels Hefetest gemessenen Östrogenaktivitäten generell mit den berechneten Werten übereinstimmen. Lediglich in Probe B ist die berechnete Östrogenaktivität geringer und kann nur 60% der gemessenen Aktivität erklären (Abbildung 9b). Dies ist ein deutlicher Hinweis auf die Präsenz weiterer und eventuell unbekannter hormonaktiver Verbindungen, die mittels chemischer Analytik identifiziert werden müssen.

Es konnte klar aufgezeigt werden, dass Kläranlagenausläufe Umwelthormone enthalten, eine östrogene Aktivität aufweisen und in exponierten männlichen Fischen eine erhöhte Vitellogeninkonzentration im Blutplasma bewirken. Inwiefern dies von Bedeutung ist für die Fertilität der Fische und letztendlich für die Population ist zur Zeit unklar. Weitere Forschung auf diesem Gebiet ist deshalb unabdingbar, um einen umfassenden Überblick über die Problematik zu erhalten.

Dieser Artikel wurde erstmals in den EAWAG news 53d, April 2002 publiziert und ist für das fischnetz-info überarbeitet worden. Weitere Informationen zu den EAWAG news erhalten Sie bei Martina Bauchrowitz (e-mail: martina.bauchrowitz@eawag.ch).

Veränderungen bei Bachforelleneiern und -brütlingen in einem belasteten Fluss

Bernd Kobler, Armin Peter (EAWAG)

Die Wyna bei Teufenthal (Kt. AG) ist bekannt für ihre chemische Belastung durch insgesamt vier Kläranlagen. Zusätzlich existieren Probleme mit der Qualität des Bachbettes. Die vorliegende Arbeit präsentiert Daten zur Überlebensfähigkeit und zur embryonalen Entwicklung von Bachforelleneiern in der Wyna. An einer unbelasteten Stelle am Oberlauf und einer belasteten Stelle am Unterlauf wurden Bachforelleneier ex-

perimentell ausgebracht und Auswirkungen auf die Sterberaten und die embryonale Entwicklung untersucht. Es wurde dabei unterschieden zwischen Auswirkungen, die durch die Qualität des Bachbettes, und solchen, die durch die Wasserqualität verursacht sind.

Einleitung

Im Lebenszyklus der Bachforelle (*Salmo trutta fario*) sind die frühen Lebensstadien besonders empfindlich. Erhöhte Sterberaten während diesen Lebensphasen können sich negativ auf den Bestand von Fischpopulationen auswirken. Die Bachforelle legt ihre Eier im Kies ab, wo sie sich entwickeln, bis die Brütlinge das Bachbett verlassen und mit der Nahrungsaufnahme beginnen. Es muss deshalb unterschieden werden zwischen Auswirkungen, die durch eine schlechte Wasserqualität oder durch eine schlechte Qualität des Flussbettes verursacht sind. Ein bekannter Faktor ist die Abdichtung des Kieslückensystems durch feine Sedimente (Kolmation). Stress, verursacht durch ungünstige Temperaturen oder pH-Werte, Sauerstoffmangel und mechanischen Schock kann die Überlebenschance dieser frühen Lebensstadien ebenfalls stark gefährden. Zusätzlich wirken sich auch toxische Substanzen wie Ammoniak und Nitrit sowie weitere chemische Stoffe direkt auf die Überlebensfähigkeit von Eiern und Brütlingen aus. Detaillierte Untersuchungen der Entwicklung bei experimentell ausgebrachten Eiern an unbelasteten und belasteten Stellen eines Gewässers sowie der Sterberaten lassen Rückschlüsse auf den Belastungsgrad und die Belastungsart zu. Anhand eines geeigneten experimentellen Ansatzes kann unterschieden werden, ob die Probleme, die während der Entwicklungsphase auftreten, auf die Wasserqualität oder die Qualität des Bachbettes zurückzuführen sind.

Methode

Mehr als 2000 frisch befruchtete Bachforelleneier wurden in Vibert-Boxen direkt im Kies oder in «Inkubatoren» auf dem Kies ausgebracht. Das Experiment wurde an einer belasteten Stelle am Unterlauf der Wyna (bei Teufenthal; 7 Inkubatoren, 10 Vibert-Boxen) und an einer unbelasteten Stelle am Oberlauf (bei Beromünster; 7 Inkubatoren, 9 Vibert-Boxen) durchgeführt.

Bei den Inkubatoren handelt es sich um Plexiglasplatten (1 cm dick) mit jeweils 60 Bohrungen, die mit einem Lochgitter abgedeckt werden. Jede Bohrung bietet Platz für ein Ei. Die Inkubatoren werden auf dem Grund des Bachbettes fixiert, die Eier sind so direkt dem freien Wasser exponiert. Häufige Kontrollen der unterschiedlichen Entwicklungsstadien sind dadurch auch nach dem Schlüpfen möglich.

Bei den Vibert-Boxen werden mehrere Eier in eine mit Kies gefüllte, perforierte Plastikbox gebracht und dann im Bachbett eingegraben. Die Sterberaten der im Kies exponierten Eier können bis kurz vor dem Schlüpfen erhoben werden,

danach können die Brütlinge die Box durch die Schlitze verlassen.

Resultate und Diskussion

Die Sterberaten der exponierten Eier werden bis kurz vor dem Schlüpfen erhoben. Sie waren im Kies (Vibert-Boxen) am Unterlauf deutlich höher ($70 \pm 23\%$, $n = 9$) als am Oberlauf ($21 \pm 19\%$, $n = 10$) während die auf dem Kies (Inkubatoren) am Unterlauf exponierten Eier markant geringere Sterberaten zeigten ($29 \pm 10\%$, $n = 7$). Als Ursache der erhöhten Sterberaten im Kies am Unterlauf kommen Feinsedimente in Frage, die sich in den Vibert-Boxen angesammelt hatten. Im Gegensatz dazu war die Belastung durch Feinsedimente im Kies an der unbelasteten Stelle und in den Inkubatoren an der belasteten respektive unbelasteten Stelle gering. Feinsedimente können im Kieslückensystem den Wasseraustausch und damit die Sauerstoffzufuhr reduzieren. Da die Eier mit zunehmender Entwicklung mehr Sauerstoff brauchen, wurde vermutlich am Unterlauf eine kritische Grenze erreicht. Es kann angenommen werden, dass sich die Sterberaten nach dem Schlüpfen und bis zum Verlassen des Kiesbettes noch weiter erhöht haben.

Bei den Experimenten auf dem Kies (Inkubatoren) konnten die Sterberaten häufiger und detaillierter untersucht werden. Durch regelmässige Kontrollen wurde eine übermässige Akkumulation von Feinsedimenten vermieden. Ein Sauerstoffdefizit an der belasteten Stelle kann ausgeschlossen werden, da die Sauerstoffkonzentrationen im fliessenden Wasser jeweils über 9 mg/l lagen (zum Vergleich: Bachforellen benötigen mind. 7,1 mg O₂/l). Verglichen mit dem Oberlauf sind die Sterberaten bis zum Schlüpfen am Unterlauf nur geringfügig höher. Hingegen stiegen die Sterberaten am

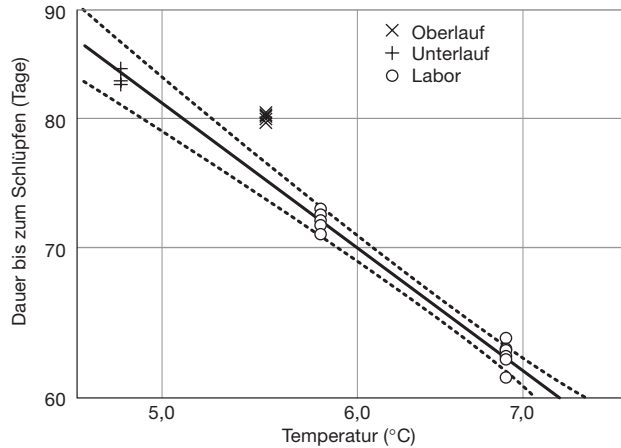


Abbildung 11: Die Entwicklungsdauer bis zum Schlüpfen hängt von der mittleren Temperatur ab (aufgetragen in einer log-log-Skala). Die Regressionslinie (ausgezogene Linie) und der Vertrauensbereich (0,99, zwischen den unterbrochenen Linien) wurden mittels zweier Laborkontrollen bei verschiedenen Temperaturen bestimmt.

Unterlauf während und kurz nach dem Schlüpfen drastisch an und erreichten bei einigen Inkubatoren sogar 100% (Abbildung 10).

Zusätzlich sind auch Auswirkungen auf die Entwicklungsgeschwindigkeit der Embryonen erkennbar. Am Unterlauf ist der Schlüpfzeitpunkt, verglichen mit dem erwarteten Zeitpunkt bei gleicher Temperatur, verzögert (Abbildung 11). Dies ist vermutlich nicht durch Sauerstoffmangel, sondern durch die Belastung des Wassers mit Chemikalien verursacht. Am Oberlauf der Wyna konnten keine Abweichungen von den erwarteten Schlüpfzeitpunkten festgestellt werden (Abbildung 11).

Während des Experimentes wurden am Unterlauf der Wyna hohe Konzentrationen von Nitrit ($29 \pm 17 \mu\text{g N/l}$; Bereich: $10 - 59 \mu\text{g N/l}$) und Ammoniak ($22 \pm 26 \mu\text{g N/l}$; Bereich: $5 - 79 \mu\text{g N/l}$) im Wasser gemessen. Die Werte lagen zum Teil deutlich über den Qualitätszielen unserer Gewässer ($20 \mu\text{g N/l}$ bei Nitrit und Ammoniak) und teilweise auch über dem für Fische und Fischeier kritischen Toxizitätsschwellenwert (Ammoniak: $56 \mu\text{g N/l}$, Nitrit: $30 \mu\text{g N/l}$).

Fazit

Das Experiment hat gezeigt, dass eine Unterscheidung zwischen der Qualität des Bachbettes und des Wassers sinnvoll und möglich ist. Dies erlaubt eine genauere Charakterisierung der Probleme im untersuchten Gewässer. Die schlechte Wasserqualität und die Belastung durch Feinsedimente im Unterlauf der Wyna verursachen messbare biologische Effekte. Die Auswirkungen der Wasserqualität auf die Entwicklung der Eier und auf die Sterberaten lassen sich durch erhöhte Konzentrationen an Ammoniak und Nitrit im Wasser erklären. Es kann aber nicht ausgeschlossen werden, dass zusätzlich noch andere, nicht gemessene chemische Substanzen nachteilig auf das Überleben und die Entwicklung

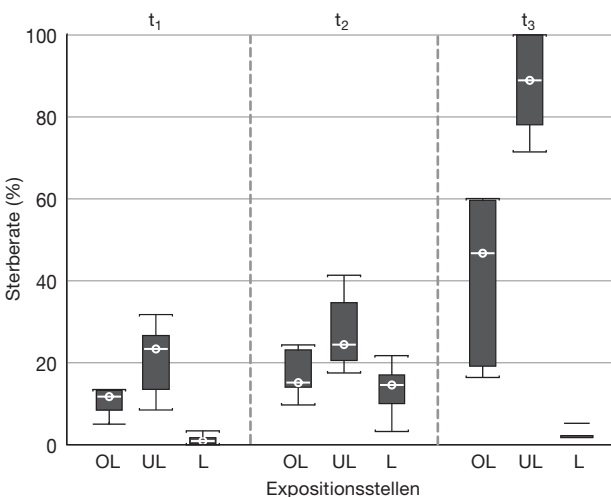


Abbildung 10: Sterberaten in Prozent bei der Exposition auf dem Kies an einer unbelasteten Stelle am Oberlauf (OL) und einer belasteten Stelle am Unterlauf (UL) der Wyna sowie bei Kontrollversuchen im Labor (L). Unterscheidung zwischen Entwicklungsphasen vor dem Schlüpfen (t₁), zwischen Augenpunktstadium und Schlüpfen (t₂) und nach dem Schlüpfen (t₃).

der Bachforelleneier und -brütlinge wirken. Schätzungsweise überleben im Unterlauf weniger als 4% der ausgebrachten Eier die frühe Lebensphase im Kies. Die Experimente zeigen, dass Bachforellen im Unterlauf der Wyna in ihrer Fähigkeit, sich natürlich fortzupflanzen, auf massivste Weise beeinträchtigt sind.

Zustand der aquatischen Fauna im Rhonesystem

Stefan Küttel, Viviane Uhlmann (EAWAG)

Die Rhone und ihre Zuflüsse im Wallis sind stark vom Menschen geprägt und weit entfernt von einem natürlichen Zustand. In zwei Diplomarbeiten wurden der Einfluss der Morphologie und der Hydrologie auf Bewohner dieser Gewässer (Bachforelle und Wirbellose des Uferbereichs) untersucht. Dabei zeigte sich, dass die Gewässerstruktur eine grosse Rolle bei der Fortpflanzung der Bachforelle spielt. Für die uferbewohnenden Tiere hingegen ist die Wasserführung der entscheidende Faktor.

Einleitung

Die Rhone wurde zweimal einer Korrektur unterzogen und fliesst nun, bis auf wenige Stellen (z.B. Pfywald), zwischen Dämmen gezwängt durch den Walliser Talboden. Der Fluss und seine Zuflüsse sind bezüglich ihrer Hydrologie durch den Bau von unzähligen Wasserkraftwerken massiv beeinflusst. In einem gemeinsamen Forschungsprojekt der EAWAG und des WSL (Projekt Rhone/Thur), wird unter anderem der Zustand von Lebensräumen an der Rhone untersucht. In zwei Diplomarbeiten wird der Frage nachgegangen wie die Lebewesen durch dieses stark vom Menschen geprägte Gewässersystem beeinflusst werden.

Die erste Arbeit befasst sich mit den Uferzoozöosen (Lebensgemeinschaften von wirbellosen Tieren im Uferbereich von Gewässern) an mehreren morphologisch und hydrologisch unterschiedlich beeinträchtigten Flüssen, u.a. auch der Rhone. Einerseits wird untersucht, wie sich Unter-

schiede in der Morphologie und der Hydrologie auf die Zusammensetzung und Verteilung von Uferzoozöosen auswirken, andererseits werden die Auswirkungen von natürlichen Hochwassern mit einem Schwall-Sunk-Regime (Wasserstandsschwankungen in Gewässern, die durch das Ablassen von Wasser aus Speicherwasserkraftwerken verursacht werden) verglichen.

Die zweite Arbeit befasst sich mit den Rhonezuflüssen im Wallis. Es wird der Zustand der Bäche und Flüsse im Talboden beschrieben und das Reproduktionspotenzial der Bachforelle in diesen Zuflüssen untersucht, wobei der Einfluss von Morphologie und Hydrologie auf die Fortpflanzung der Bachforellen möglichst gut dokumentiert werden soll. Im Weiteren werden die Artenvielfalt in den Entwässerungskämen ermittelt und die Rolle dieser Gewässer für den Erhalt der Bachforellenpopulationen abgeschätzt. Bekannt ist zum Beispiel, dass sich die Bachforelle in der Rhone selber kaum fortpflanzen kann.

Uferzoozöosen

Untersuchungsstellen und Methoden

Die Flüsse Rhein, Rhone, Sense, Thur und Tagliamento (Friaul, Italien) wurden an mehreren Stellen untersucht. Die Gewässer unterscheiden sich in der Beeinflussung der Hydrologie und Morphologie durch den Menschen.

Lebensgemeinschaften im Uferbereich umfassen sowohl Wasser- wie auch Landtiere. Die Landtiere wurden von Hand gesammelt. Die Wassertiere wurden mit einem speziellen Gerät (Hess-Sampler) in 3 Wassertiefenbereichen (0–10 cm, 10–30 cm, 30–50 cm unter der Wasseroberfläche) beprobt. Tiere, die auf Grund der Wasserführung abgespült wurden, konnten mittels so genannter Driftnetze eingefangen werden. Alle Tiere wurden fixiert und später im Labor mindestens auf die Gattung bestimmt.

Resultate und Diskussion

Wie ein Vergleich zwischen Rhone, Hinterrhein und Thur zeigt, korreliert eine veränderte Hydrologie mit einer Abnahme der Artenvielfalt und der Dichte der Wassertiere (Tabelle 5). Es werden beim Schwall-Sunk-Regime der Rhone

	Rhone	Hinterrhein	Thur
Hydrologie Morphologie	beeinträchtigt beeinträchtigt	beeinträchtigt natürlich	natürlich natürlich
<i>Wassertiere</i> EKS-Taxa	3	5	10
Dichte (Ind. m ⁻²)	150–3400	360–1800	14 000–32 000
Drift/Benthos-Relation	0,02	keine Daten	0,002
Anzahl Individuen /g TG	5–170	3–70	320–1200
<i>Landtiere</i> Anteil der Laufkäfer an den gefundenen Landtieren in %	2,5	33	56

Tabelle 5: Vergleich der Uferzoozöosen an drei unterschiedlich beeinträchtigten Flussabschnitten an der Rhone, dem Hinterrhein und der Thur.

EKS: E = Eintagesfliegen, K = Köcherfliegen, S = Steinfliegen.

Drift/Benthos-Relation: Mass für die Abdrift der Tiere. Je höher der Wert, desto stärker die Abdrift. Anzahl Individuen/g TG (Trockengewicht): Mass für die Gösse der gefundenen Tiere. Je höher der Wert, desto kleiner sind die gefundenen Tiere.

anteilmässig mehr Tiere abgespült als beim natürlichen Regime der Thur. Es wird vermutet, dass die Grösse der vorkommenden Lebewesen ebenfalls durch die Hydrologie beeinflusst wird. Bei einem natürlichen Regime können sich auch kleine Tiere in einem Habitat halten, ohne dass sie abgespült werden. Laufkäfer, die Erstbesiedler von trockenfallenden Stellen sind, wurden an der Rhone viel weniger häufig gefunden als bei den andern beiden Gewässern.

Ein Vergleich zwischen natürlichem Hochwasser und einer Schwall-Sunk-Phase zeigt, dass beim Schwall-Sunk immer gleich viele Lebewesen vorhanden sind, egal ob der Wasserpegel am Steigen oder am Fallen ist. Ganz anders verhält es sich bei Hochwasser, wo mit steigendem Wasserstand die Anzahl Lebewesen abnimmt, um bei fallendem Wasserstand wieder zuzunehmen. In den Uferbereichen finden wir normalerweise sehr viele Arten und hohe Tierdichten, da dort sowohl Land- als auch Wassertiere vorkommen. Mit dem Schwall-Sunk kommt es zu einer starken Abnahme der Tierdichte, einer hohen Abdriftrate und dem Fehlen von Arten. Es fehlen (im Vergleich zu den untersuchten Stellen, die hydrologisch intakt sind) Arten, die an den Wechsel von Trockenfallen und Überschwemmen angepasst sind. Wie der Vergleich in Tabelle 5 zeigt, hat die Hydrologie einen stärkeren Einfluss auf die Lebewesen als die Morphologie. Für die Uferzoozönosen scheint somit die Hydrologie der entscheidende Faktor zu sein. Ursache-Wirkungs-Beziehungen können hiermit jedoch nicht aufgezeigt werden, da viele andere Faktoren eine Rolle spielen, die hier nicht untersucht wurden.

Rhonezuflüsse im Wallis

Untersuchungsstellen und Methoden

Das Untersuchungsgebiet umfasste alle Zuflüsse der Rhone zwischen Brig und Martigny.

Um die potenzielle Bedeutung der Gewässer für die Fortpflanzung abschätzen zu können, wurden 28 Gewässer im Talboden mit der Methode «Ökomorphologie Stufe F» auf ihren Zustand untersucht. Zusätzlich sind in jedem Gewässer das Laichsubstrat und die Unterstände anhand einer 3-stufigen Skala bewertet sowie eine Beurteilung der Hindernisse in den Gewässern vorgenommen worden. Da Bachforellen maximal 70 cm hoch springen können, wurden alle Gewässerabschnitte, die oberhalb des ersten Hindernisses von mindestens 1 m Höhe liegen, als nicht zugänglich für aufwandernde Bachforellen bezeichnet. In 21 Gewässern erfolgten Abfischungen mit einem Elektrofangergerät. Es wurde dabei jeweils eine Strecke von mindestens 100 m in einem Durchgang und ohne Absperrungen auf Bachforellenbrütlinge befishet. Gefundene Brütlinge galten als Hinweis für eine natürliche Fortpflanzung der Bachforelle, da in den Gewässern kein Besatz stattfand. Die befisheten Stellen wurden danach bezüglich Morphologie (stark/wenig verbaut) und Hydrologie (von Kraftwerken beeinflusst/keine Beeinflussung durch Kraftwerke) beurteilt. Bei den Abfischungen

der Kanäle wurde versucht, die Artenvielfalt der Fische möglichst umfassend zu erheben.

Resultate und Diskussion

Die untersuchten Gewässer sind ökomorphologisch zumeist in einem schlechten Zustand. Nur 3% der Gewässer sind noch natürlich. 2 von den 28 untersuchten Gewässern haben potenziell noch eine hohe Bedeutung für die Fortpflanzung der Bachforelle. In 10 von 21 befisheten Gewässern wurden Brütlinge gefunden, zumeist aber nur sehr wenige. So wurden bei den Abfischungen im Jahr 2001 nur 3 Gewässer gefunden, welche am Untersuchungstag mehr als 10 Brütlinge pro 100 m² aufwiesen. Solche Gewässer können kaum zum Erhalt der Bachforellenpopulationen in der Rhone beitragen. Die Untersuchungen deuten darauf hin, dass die Morphologie der Gewässer eine grössere Bedeutung für die Fortpflanzung der Fische hat als die Hydrologie.

In den Kanälen konnten 7 Fischarten gefunden werden. Den Fischern der Gegend sind 11 Arten bekannt, der Fischereiverwaltung 28. Es ist beizufügen, dass die meisten dieser 28 Arten nur in der Nähe des Genfersees vorkommen. Die Artenvielfalt in den untersuchten Gewässern wird von den Untersuchern als gering eingestuft, da im Untersuchungsgebiet Arten fehlen, die dort vorkommen sollten.

Fazit

Das Rhonesystem ist ein stark vom Menschen beeinflusstes Flusssystem. Aus ökologischer Sicht ist der Zustand des Gewässersystems sowohl bezüglich der Hydrologie wie auch der Morphologie stark beeinträchtigt. Dies kann sich massiv auf die Lebewesen auswirken. Den Fischen bereitet vor allem die Struktur der Gewässer Probleme, während die Kleinlebewesen im Uferbereich hauptsächlich mit den Auswirkungen des Schwall-Sunks zu kämpfen haben. Letzteres kann sich indirekt wiederum auf das Nahrungsangebot der Fische auswirken. Es können jedoch keine abschliessenden Ursache-Wirkungs-Beziehungen aufgezeigt werden, da auch hier viele andere Faktoren eine Rolle spielen, die nicht untersucht wurden.

Angler über sich selbst – Verhalten, Motive, Zufriedenheit 1980 bis heute Eine Umfrage in fünf Schweizer Kantonen

Hans-Joachim Mosler, Micha Bächteli, Olivier Soligo (Sozialpsychologie I, Universität Zürich), Christa Mosler-Berger (Infodienst Wildbiologie & Ökologie, Zürich)

In der Schweiz verringerte sich die Menge gefangener Fische an Fliessgewässern in den letzten 20 Jahren drastisch. Im Projekt «Fischnetz», in dem nach den Ursachen für diesen Rückgang gesucht wird, wurden dazu 10 Arbeitshypothesen

formuliert. Unserer Studie liegt die Hypothese 10 zugrunde, die davon ausgeht, dass eine rückläufige Befischungintensität für den Fangrückgang an den Fliessgewässern der Schweiz mitverantwortlich ist und deshalb rückläufige Fangzahlen nicht unbedingt auf abnehmende Fischbestände hinweisen. Um diese Hypothese zu klären, wurden Schweizer Angler zu ihrer Angeltätigkeit sowie über Veränderungen während der letzten 20 Jahre befragt.

Die Grösse von Tierbeständen lässt sich meist nur mit aufwändigen Methoden abschätzen – bei den Fischen sind noch weitere Grenzen gesetzt. Um so mehr Bedeutung kommt deshalb den Fangstatistiken zu, die langjährige Trends bei den Fängen aufzeigen können. Allerdings liefern die Statistiken nur einen Annäherungswert für den tatsächlich vorhandenen Fischbestand: Nur im Idealfall spiegelt er ihn wieder, denn die Fangmenge hängt nicht nur von der Menge fangbarer Fische ab, sondern unter anderem auch von der Befischungintensität der Angler. Wenn die Motivation, die Zufriedenheit und damit das Verhalten der Fischer in den letzten 20 Jahren geändert haben, beeinflusst auch dies das Ergebnis der Fangstatistiken.

Beteiligte Kantone

Aufgrund von Vorabklärungen in verschiedenen Kantonen zum Bezug von Adressen von Anglern wurden fünf Kantone in die Befragung einbezogen: die Patentkantone BE und UR sowie die Pachtkantone AG, LU und SG. Mit diesen Kantonen sind sowohl die alpine Region (BE, UR), die voralpine Region (BE, LU, SG) wie auch das Mittelland berücksichtigt (AG, BE, LU, SG). Die Reduktion auf fünf Kantone erlaubt bei Interesse auch eine kantonsweise Auswertung, da die jeweiligen Stichproben gross genug sind. Die Befragung erfolgte mit einem Fragebogen, der an 1800 Angler verschickt und von 57% beantwortet wurde. Zur Kontrolle eventueller systematischer Unterschiede wurden 100 nichtantwortende Fischer und 200 ehemalige Fischer mit einem reduzierten und leicht modifizierten Fragenkatalog telefonisch interviewt. Die ausgewählten, hier vorgestellten Ergebnisse beziehen sich ausschliesslich auf die 57% antwortenden Angler.

Rückgang der Befischungintensität

Unmittelbare Auswirkungen auf eine langjährige Fangstatistik haben Änderungen der Befischungintensität, gemessen als Häufigkeit und Dauer der Angelausflüge. Die Fischer wurden gefragt, wie viele Tage sie in einem durchschnittlichen Fangjahr zum Fischen gingen. Das Ergebnis zeigt, dass insbesondere der Anteil der Angler mit 20 und mehr Angeltagen im Verlauf der letzten 20 Jahre abnahm (Abbildung 12). Konnten bis 1990 noch rund 65% der Fischer 20 und mehr Tage investieren, sind dies heute weniger als 50%. 1990 gingen sie durchschnittlich noch 20–39 Tage fischen, heute dagegen 10–19 Tage. Die Aufenthaltsdauer am Angelgewäs-

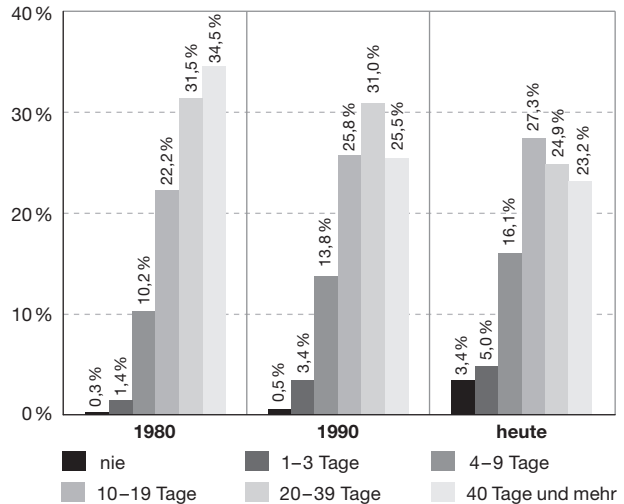


Abbildung 12: Antworthäufigkeiten der Fischer auf die Frage: Wie viele Tage gingen/gehen Sie in einem durchschnittlichen Fangjahr zum Fischen? (1980 n = 699, 1990 n = 848, heute n = 966).

ser blieb jedoch in den letzten 20 Jahren bei 3–5 Stunden konstant. Zeitmangel ist nach unserer Befragung ein häufig angeführter Faktor, der für zeitweise Unterbrüche wie auch Abbrüche am häufigsten genannt wurde.

Zufriedenheit der Fischer mit ihrem Angelgewässer

Langjährige Fischer haben an ihrem bevorzugt und am häufigsten aufgesuchten Angelgewässer in den vergangenen Jahren Veränderungen wahrgenommen, die zu einem eher ernüchternden Urteil führen (Abbildung 13): Die Zufriedenheit mit dem Gewässer hat deutlich abgenommen. Aufgrund der Antworten auf verschiedene Fragen zu diesem Aspekt beurteilen die Fischer das Gewässer sowohl in Hinsicht auf den Lebensraum von Fischen als auch für ihr eigenes Emp-

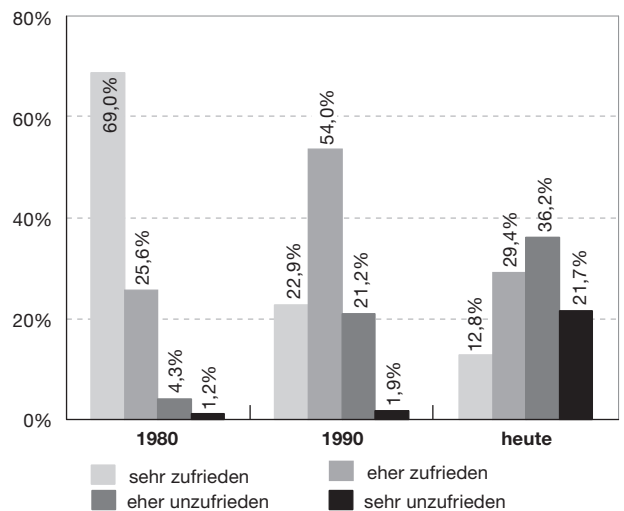


Abbildung 13: Antworthäufigkeiten der Fischer auf die Frage: Wie zufrieden waren/sind Sie mit dem von Ihnen über Jahre hinweg regelmässig zum Fischen aufgesuchten Bach oder Fluss? (1980 n = 677, 1990 n = 822, heute n = 964).

finden und Erleben von Landschaft über die Jahre hinweg immer negativer. Es ist nicht Absicht, mit solchen Fragen den objektiven Zustand und die Qualität der Gewässer zu bewerten. Vielmehr kann die subjektive Wahrnehmung der Fischer einen entscheidenden Einfluss auf ihre Zufriedenheit und schlussendlich auf ihr Angelverhalten ausüben. Deutlich zeigte sich, dass die Wahl eines bestimmten Angelplatzes vor allem nach Landschaftsmerkmalen getroffen wird, weit weniger nach erwarteten Fängen. Der wachsende Bedarf nach Ruhe, der heute immerhin von 40% der Fischer als Grund für die Wahl eines bestimmten Angelplatzes angegeben wird (1980: 26%), kollidiert heute mit zunehmenden Störungen, die der Fischer als solche empfindet (z.B. fischfressende Vögel, Ausflügler am Gewässer, Landschaftsverbauungen). Tatsache ist jedoch, dass die meisten Fischer (70%) einen beliebten Angelplatz nicht aufgeben – und wenn doch, dann weil sie zu wenige Fische fangen oder Veränderungen an ihrem Angelgewässer vorgenommen worden waren. Störfaktoren vertrieben nicht einmal ein Viertel der Fischer von ihren Angelplätzen.

Fangstatistik und Fischbestände

Grösserer Aufwand, um einen Fisch zu fangen, aber auch sinkende Qualitäten in und an den Angelgewässern, wie sie von Fischern empfunden werden, motivieren nicht dazu, gleich bleibend häufig fischen zu gehen. In die gleiche Richtung wirkt Zeitmangel: Schweizer Fischer gehen heute mehrheitlich weniger fischen als vor 20 Jahren. Somit sind die ausgewiesenen Fangrückgänge in den letzten 20 Jahren nicht nur auf sinkende Fischbestände zurückzuführen, sondern sind auch durch weniger intensive Befischung bedingt. Eine gleichbleibende Befischungsintensität wäre jedoch Voraussetzung, soll die Fangstatistik als Grundlage zur Beurteilung der Fischbestände und damit als ein Hilfsmittel für das Fischereimanagement dienen. (Ein ausführlicher Bericht zu dieser Umfrage ist in Bearbeitung. Finanziert wurde die Studie durch das BUWAL).

«Fischnetz»-Projekte und Prioritäten im letzten Drittel

Patricia Holm (EAWAG)

Das Projekt «Fischnetz» hat sich für seine fünfjährige Laufzeit mehrere Ziele gesetzt: Der erhebliche Fangertragsrückgang von mehr als 40% sowie die gesundheitlichen Beeinträchtigungen von Fischen in schweizerischen Fließgewässern sollen dokumentiert, die Ursachen analysiert, Lösungsansätze entwickelt und die Umsetzung von Massnahmen vorbereitet werden. Schlussendlich muss der Erfolg des Projekts überprüft werden. Am Projekt sind EAWAG, BUWAL, alle Kantone, die chemische Industrie und der Schweize-

rische Fischereiverband beteiligt. Zur Analyse der Ursachen wurden zwölf Arbeitshypothesen aufgestellt. Diese umfassen die regional unterschiedliche Bedeutung einzelner Faktoren, die Beeinträchtigung von Gesundheit und Fortpflanzung der Fische durch chemische Substanzen, die Veränderung des Lebensraums, Veränderungen im Angebot der Fischnahrung, unangepasste Bewirtschaftung oder verändertes Anglerverhalten, einen erhöhten Frassdruck durch Vögel sowie Auswirkungen von Temperaturerhöhungen und Veränderungen im Hochwasserregime.

Stand der Arbeiten

Zur Beantwortung der sich aufgrund der Hypothesen ergebenden Fragen werden Resultate aus unterschiedlichen, so genannten Teilprojekten, herangezogen. Es laufen derzeit 40 solche Teilprojekte, 35 sind bereits abgeschlossen, zu 13 weiteren Projekten in der Schweiz besteht Kontakt und sechs neue sind geplant. Hier kommt der integrative Aspekt von «Fischnetz» zum tragen, denn obwohl «Fischnetz» nur eine begrenzte Zahl von Teilprojekten selber initiieren und finanzieren kann, kann auf Ergebnisse vieler anderer Projekte zurückgegriffen werden, um die Probleme zu lösen. Die Teilprojekte sind sehr unterschiedlich im Umfang, bezüglich der Beteiligung verschiedener Institutionen und ihrer Finanzierung.

Geplante Teilprojekte

Im letzten Drittel der Laufzeit von «Fischnetz» werden wir uns auf die wichtigsten noch verbleibenden Fragen konzentrieren, nachfolgend einige der geplanten Teilprojekte.

Eines dieser Teilprojekte wird sich mit der Regionalisierung der Einflussfaktoren beschäftigen und eine geografische Zuordnung zu den beobachteten Effekten herstellen. Dazu werden Daten aus verschiedenen Teilprojekten zusammengeführt. Zur Visualisierung der komplexen Sachverhalte und um Gruppierungen nach bestimmten Attributen vornehmen zu können, eignet sich GIS (Geografisches Informationssystem). Wir erwarten, dass sich Trends, Beziehungen und Verteilungen darstellen lassen und streben eine zielgerichtete Datenanalyse an.

In einem anderen Teilprojekt sollen vorhandene Daten für Modellierungen eingesetzt werden. Da verschiedene Einflussfaktoren auf die Fischpopulationen wirken, sind Populationsmodelle ein gutes Instrument, um die Bedeutung von Effekten auf Populationen abzuschätzen und Rückkopplungen zu simulieren.

Im laufenden Teilprojekt «Testgebiete», in dem eine Vielzahl verschiedener Einflussfaktoren (Populationsgrösse, Lebensraumqualität, Fischgesundheit, Fortpflanzungsfähigkeit, Wasserchemie etc.) gemessen wird, wird zusätzlich die Bedeutung der Pestizide genauer abgeschätzt. Beim Einsatz dieser Substanzen spielt das Anwendungsmuster in zeitlicher und räumlicher Hinsicht eine bedeutende Rolle. Heute

sind hunderte von Pestiziden im Einsatz, dazu kommen mindestens nochmals so viele Stoffwechselprodukte, die auf dem Weg von der Anwendung bis ins Gewässer entstehen. Ausserdem finden die Anwendungen meist zeitlich begrenzt statt, wodurch ein Eintrag ins Gewässer mittels Einzelmessungen kaum erfasst werden kann. Ziel dieses Teilprojektes ist es, anhand von Messungen und Berechnungen ausgewählter Pestizide sowie mit Hilfe einer ökotoxikologischen Bewertung abzuschätzen, ob die Pestizideinsätze für beobachtete Veränderungen an den Fischen oder Populations-einbussen relevant sein können.

Im Teilprojekt «Effektstudie» werden alle «hot spots» zusammengestellt, an denen Effekte an Fischen beobachtet worden sind. In der parallel dazu laufenden «Immissionsstudie» werden alle Daten zu chemischen Messungen in Gewässern zusammengeführt. In einem dritten Schritt soll die Frage beantwortet werden, ob die an den «hot spots» gemessenen Werte für die beobachteten Schäden oder Veränderungen verantwortlich sein können. Zur Klärung wird eine ökotoxikologische Bewertung anhand von Literaturdaten vorgenommen.

In einem weiteren Teilprojekt werden Fortpflanzungsstörungen bei Forellen in der Schweiz untersucht. Im Speziellen stellt sich die Frage, ob Östrogene oder ähnlich wirkende Substanzen einen nachteiligen Effekt auf Fischpopulationen haben. Obwohl Effekte auf Einzelfische beschrieben sind, wissen wir bisher nicht, ob sich diese auch auf die Population auswirken oder die Artengemeinschaft beeinflussen (z.B. Verringerung der Populationsdichte). Derartige Aspekte werden im Rahmen des Projekts SAFE (Endocrine disruption in Switzerland: Assessment of fish exposure and effects) im soeben gestarteten Nationalfondsprogramm «Endokrine Disruptoren» untersucht.

In der Hypothese 9 wird angenommen, dass die fischereiliche Bewirtschaftung möglicherweise nicht überall optimal ist und einen negativen Einfluss auf die Fangerträge hat. Es wird deshalb eine Studie erstellt, für die Fakten zum Einfluss verschiedener Bewirtschaftungsformen aus der wissenschaftlichen Literatur zusammengetragen werden. Dabei ist ein kritisches Abwägen ihrer Relevanz und der Übertragbarkeit der Aussagen auf die Situation in der Schweiz erforderlich.

In einem weiteren Teilprojekt wird untersucht, ob sich die Häufigkeit und die Intensität von Winterhochwassern mit Geschiebetrieb in den letzten 20 Jahren verändert haben. Dazu werden hydrologische Datenreihen in den Testgebieten ausgewertet. Zudem wird der Einfluss von Hochwassern auf den Fortpflanzungserfolg der Bachforelle untersucht.

Synthese und Schlussbericht

Neben der Bearbeitung der genannten neuen Teilprojekte ist es unsere Aufgabe, die Resultate aller Teilprojekte in einer Synthese zusammenzuführen und die verursachenden Fak-

toren abschliessend zu bewerten. Die Arbeiten am Schlussbericht haben begonnen, die Zuständigkeiten sind verteilt und eine öffentliche Schlussveranstaltung ist für den November nächsten Jahres geplant. Im Schlussbericht werden Vorschläge zum weiteren Vorgehen gemacht und mögliche Verbesserungsmaßnahmen vorgelegt.

Ausblick

Auf unserer homepage www.fischnetz.ch finden Sie aktuelle Angaben zu allen Aspekten des Projektes «Fischnetz» sowie die geplanten Teilprojekte.

Termine

► Die nächste **TeilprojektleiterInnen-Konferenz** findet im Herbst 2002 in Olten (Bahnhofbuffet) statt. Alle Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen in den Teilprojekten sind herzlich eingeladen.

Dienstag, 22. Oktober 2002

Anmeldung erbeten bis 15. Oktober 2002.

«Fischnetz»-relevante **Weiterbildungsveranstaltungen** der EAWAG:

► Fische in Schweizer Gewässern

28.–30. Oktober 2002

Die Fischfauna unserer Fließgewässer und Seen. Arten, Lebensweisen und Lebensräume.

Leitung: Rudolf Müller, Armin Peter

► Ökotoxikologie-Kurs

11.–13. März 2003

Hauptmodul R: Risiko-Abschätzung

Grundlagen des Risk und Hazard Assessment (Umgang mit Altlasten, Unfällen, Abschätzung von Umwelt und Gesundheitsrisiken, Ökobilanzen, Früherkennung).

Leitung: Kristin Becker (EPFL), Renata Behra, Herbert Güttinger, Joseph Tarradellas (EPFL)

Weitere Informationen erhalten Sie bei: Herbert Güttinger, Telefon 01 823 50 23, herbert.guettinger@eawag.ch oder unter www.peak.eawag.ch.

► Der **EAWAG-Infotag 2002** zum Thema «Alpine Gewässer – Fragile Vielfalt in Bedrängnis» findet am **Dienstag, den 29. Oktober 2002** von 9.30–16.30 Uhr an der ETH Zürich statt. Weitere Informationen erhalten Sie bei: Yvonne Uhlig, Telefon 01 823 53 92, yvonne.uhlig@eawag.ch.

Dans ce numéro

- 22 Le projet «Fischnetz» dans la dernière ligne droite
- 23 L'industrie chimique suisse et ses rapports avec l'environnement
- 25 Le colmatage interne du fond des cours d'eau – une nouvelle méthode d'identification et d'évaluation
- 27 Les sédiments fins dans les cours d'eau – Implication dans le phénomène de régression des populations de poisson
- 29 Etude des causes de diminution des populations de poissons dans les cours d'eau jurassiens
- 31 La Petite-Sarine – Structure du peuplement de truite fario, alevinages et reproduction naturelle
- 33 Substances à effets endocriniens dans les eaux suisses – Résultats du projet européen COMPREHEND
- 36 Perturbation des œufs et des alevins de truite fario dans une rivière polluée
- 37 Etat de la faune aquatique dans l'hydrosystème rhodanien
- 39 Les pêcheurs vus par eux-mêmes – Comportement, motivation et degré de satisfaction de 1980 à nos jours
- 41 «Fischnetz»-Projets et priorités dans le dernier tiers
- 42 Perspectives
- 42 Agenda

2 Deutsche Version

Impressum

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

Rédaction:
Patricia Holm, Monika Meili

Traduction:
Laurence Frauenlob-Puech, D-Waldkirch

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

Verantwortlich für die Redaktion dieser Ausgabe:
Patricia Holm, Monika Meili

Übersetzung ins Französische:
Laurence Frauenlob-Puech, D-Waldkirch

Projekt Fischnetz, Eva Ruh, EAWAG, Postach 611,
8600 Dübendorf, eva.ruh@eawag.ch,
Tel. 01-823 51 54, Fax 01-823 53 75

www.fischnetz.ch



Le projet «Fischnetz» dans la dernière ligne droite



J'en ai fait partie à double titre: En tant que président général de la Fédération suisse de pêche et en tant que successeur du Dr. Kurt Meyer aux réunions du Comité stratégique du «Réseau suisse poissons en diminution». Mon sentiment: nous assistons là à l'émergence d'un travail scientifique de qualité exemplaire. Le mérite en revient principalement aux personnes qui s'engagent pour ce projet, qui le dirigent et le soutiennent. C'est sans aucun doute la providence qui a placé Patricia Holm à la tête du projet. En elle se marient un grand profession-

nalisme scientifique et un véritable plaisir de communiquer qu'elle sait agrémente d'une bonne dose de charme. Au cours de discussions personnelles, j'ai compris que les deux directeurs, M. Alexander Zehnder de l'EAWAG et M. Philippe Roch de l'OFEFP donnaient tout leur appui au projet dont le but n'est pas uniquement de décrire la situation et d'en identifier les causes, mais également de livrer dans un rapport final des recommandations sur des actions concrètes à entreprendre pour enrayer le phénomène de diminution des populations de poissons. Je salue également l'engagement dont font preuve les représentants du gouvernement des cantons de Berne et de St-Gall, Elisabeth Zölch et Peter Schönenberger ainsi que leurs collaborateurs Peter Friedli et Christian Ruhlé. Enfin, le représentant du monde de l'entreprise qu'est Kaspar Eigenmann, chef du Service de la santé, de la sécurité et de l'environnement chez Novartis contribue avec ses talents de navigateur à amener le navire «Fischnetz» à bon port avec un minimum de dommages.

Il reste encore du travail. En ce moment, on s'attache à la rédaction du rapport final qui exposera les 12 hypothèses sur la baisse de taux de capture de poissons en presque autant de chapitres et présentera les résultats des recherches. Dans un travail de synthèse globale, les résultats et enseignements des dernières années vont être rassemblés et analysés ce qui permettra d'établir un catalogue de mesures concrètes envisageables.

Notre tâche est-elle achevée? Avons-nous franchi la ligne d'arrivée?

Non! Deux éléments sont nécessaires si l'on veut qu'un travail scientifique porte ses fruits: il faut communiquer de façon professionnelle les résultats obtenus et s'attacher avec ténacité à l'application des mesures les plus urgentes qui s'imposent pour améliorer la situation.

Sur le plan de la communication: Le rapport final qui comporte près de 200 pages doit être comprimé à un volume d'une vingtaine de pages et doit de par son langage et sa présentation être lisible et compréhensible pour l'homme de la rue. Le travail du «Fischnetz» nous offre la possibilité de faire comprendre la nécessité d'une action écologique dans tous les cercles de la société. Qu'il est juste de voir dans l'état des populations de poissons de nos rivières un signal d'alarme précoce pour d'autres systèmes biologiques! A qui le tour?

Mais il faut encore franchir une seconde étape dans le domaine de la communication: Par un travail méthodique et didactique, les résultats du projet doivent être transcrits sous la forme d'un matériel éducatif moderne étagé en différents niveaux allant de l'école primaire au gymnase ou au lycée. C'est en livrant des connaissances de base que l'on peut contribuer à sensibiliser le plus grand nombre aux problèmes de société et donc à favoriser une bonne acceptation de mesures nécessaires à leur résolution qui peuvent aussi se ressentir au niveau personnel au sens strict ou plus large du terme.

Quelles sont les attentes des pêcheurs vis à vis du projet «Fischnetz»? Doit-on accorder un intérêt particulier à ceux d'entre eux qui ne voient pas plus loin que le contenu de leur musette? Certainement pas. Mais il est en général exact que les pêcheurs font partie des protecteurs de la nature de la première heure. Et ils ont raison de se mettre en colère quand leur activité est qualifiée de criminelle dans certains milieux extrémistes. Mais ils souhaitent également que les résultats de l'étude ne conduisent pas à des mesures trop radicales qui réduiraient encore leurs taux de capture ou rendraient même tout succès de pêche impossible. Dans ce domaine aussi, il est nécessaire de bien communiquer. J'y veillerai personnellement. Car je voudrais empêcher que l'on en arrive à voir «mes» pêcheurs agiter leurs cannes sur la Bundesplatz de Berne plutôt que sur les bords de la Reuss, de l'Aar ou du Rhin.

Werner Widmer, président de la Fédération Suisse de Pêche FSP, membre du Comité stratégique du «Fischnetz»

Le séminaire spécialisé tenu le 19 avril à Fribourg

Les quelque 170 participants ont pu assister à une large palette de conférences. C'est en exposant les rapports de l'industrie chimique avec l'environnement que le premier intervenant lança le débat. Ensuite certains aspects de la nature inerte furent abordés, comme le colmatage des fonds de rivière et les sédiments fins. Certaines communications portèrent sur les effectifs des populations piscicoles et des biocénoses de nos rivières ainsi que sur les modifications qu'elles ont subies. Furent de même abordés des thèmes aussi divers que les mesures d'alevinages et les substances à effets endocriniens. Les résultats d'un sondage effectué auprès des pêcheurs suscitèrent également le vif intérêt du public. Le séminaire s'acheva enfin sur la présentation et la discussion des travaux futurs du «Fischnetz». Nous remercions vivement tous les intervenants pour leurs communications tant intéressantes qu'instructives que nous livrons ci-après sous forme écrite.

L'industrie chimique suisse et ses rapports avec l'environnement

Kaspar Eigenmann (Société Suisse des Industries Chimiques)

Si nous voulons aujourd'hui établir un état des lieux des rapports de l'industrie chimique avec l'environnement, il nous faut savoir d'où nous venons pour avoir une idée de notre destination à venir.

Un regard en arrière

Au tout début de l'industrie chimique, vers 1850, les entreprises avaient pour mission principale de répondre aux besoins économiques et sociaux de leurs employés et de leurs familles ainsi que d'assurer la protection de leur santé. La protection de l'environnement n'était pas un sujet de préoccupation. Pour les questions de santé, on prêtait surtout attention aux risques aigus de contamination que l'on gardait sous contrôle au moyen de mesures de sécurité. Ce n'est que bien plus tard que l'on a accordé aux dangers liés aux expositions chroniques l'importance qui est la leur aujourd'hui. Au niveau de la protection de l'environnement, les premières mesures étaient tout au plus destinées à écarter un danger pour la population humaine. A l'heure actuelle, la protection de l'environnement est un objectif en soi et occupe une place de premier plan. Nos actions s'éloignent de plus en plus de la résolution de problèmes locaux pour s'intégrer dans une perspective globale de gestion de l'environnement.

Les archives conservées par les sociétés nous révèlent que l'industrie chimique était dirigée par des hommes imprégnés des pensées et de la conception du monde de leur époque. Les entreprises se sont fixés des objectifs et des missions en adéquation avec ce que la société de l'époque attendait ou même exigeait d'elles. Elles ont suivi tous les revirements de la société, sans pour autant en être le moteur au sens où on l'entend actuellement.

Les grands changements paradigmatiques dans le domaine de la protection de la santé humaine et de l'environnement se traduisent par une modification de la perception et de l'importance accordée

nement se traduisent par une modification de la perception et de l'importance accordée

- ▶ aux effets: des risques aigus aux risques chroniques,
- ▶ aux sujets considérés: de l'homme à l'environnement, et
- ▶ aux limites d'influence: des effets locaux aux effets globaux.

Ces modifications ont marqué la politique de l'industrie chimique en matière de protection de la santé humaine et de l'environnement en quatre phases qui se sont parfois chevauchées.

Première phase: Protection de la santé humaine contre les risques aigus

Dans un premier temps, l'industrie s'était donné pour tâche de protéger les travailleurs et les personnes habitant à proximité des usines des effets aigus de substances soit présentes à fortes concentrations soit très toxiques. Cet objectif a été en grande partie atteint entre 1850 et 1900. Pour remplir cette tâche on procéda au recrutement de médecins du travail, à la définition de périmètres de protection pour l'eau potable, à la séparation dans l'espace des zones de travail ou d'habitation et des sources d'émission (cheminées élevées, rejets au milieu des rivières) ainsi qu'à l'élaboration de vêtements de protection appropriés. Les mesures prises à cette époque ont été sans cesse améliorées depuis.

Deuxième phase: Protection de l'environnement contre les risques dus à des sources ponctuelles

L'industrie s'est donné cette mission vers 1930 et elle est aujourd'hui pratiquement remplie. Dans cette phase, la protection de l'environnement a été au début assurée par dilution des rejets, plus tard par le développement de nouvelles voies d'élimination des déchets et émissions et de technologies «end-of-pipe» mettant en jeu décharges, stations d'épuration, incinérateurs ou installations de lavage oxydant. On procède de plus depuis 1980 à la simulation modélisée d'accidents pour adapter les concepts de protection industrielle à diverses situations (par ex. construction de bassins de rétention à partir de 1990). D'autre part l'idée d'une intégration des concepts de protection de l'environnement dans

tout le cycle de vie des produits allant de leur fabrication jusqu'à leur recyclage contribue fortement à l'atteinte de ces objectifs.

Troisième phase: Protection de la santé humaine contre les risques dus à des sources diffuses

Cet objectif n'a été fixé que vers 1950 et n'est à l'heure actuelle que partiellement atteint. Dans cette troisième étape, la protection de la santé humaine est assurée par une limitation de l'exposition aux matières toxiques (définition de concentrations maximales admissibles sur le lieu de travail) et par la substitution de substances dangereuses ou indésirables telles que les générateurs de smog, le plomb tétraéthyle, l'ozone ou les métaux lourds. A ces mesures sont venus s'ajouter la recherche ciblée d'éventuels effets à long terme ainsi que le développement et l'utilisation de plus en plus répandue d'une analyse des risques faisant appel à des tests toxicologiques à long terme ou à une analyse des traces de produits chimiques dans les denrées alimentaires. Le programme actuel de l'OCDE pour les produits chimiques à grand volume de production («High Production Volume», HPV), le projet de recherche à long terme («Long Range Research Initiative», LRI) des groupements de l'industrie chimique et les approches pour une réglementation globale des substances chimiques (programme UNEP) vont également dans ce sens.

Quatrième phase: Protection de l'environnement contre les risques dus à des sources diffuses

C'est en 1962 que l'attention du public a été pour la première fois attirée sur ce genre de risques à travers le livre de Rachel Carlson «silent spring» («Le printemps silencieux»). Cette prise de conscience de l'opinion publique marqua un tournant dans la politique environnementale. Depuis cette époque, les substances chimiques sont considérées sous un nouvel angle, certaines étant retirées du marché ou interdites. Depuis 1970 environ, l'industrie chimique développe ses produits en intégrant les impératifs de protection de l'environnement dès la conception d'origine. En 1980, l'industrie a lancé un programme de gestion de l'environnement tout d'abord interne puis plus tard externe. Ce dernier objectif de l'industrie chimique en matière de protection de l'environnement n'est pas encore atteint et la plupart de problèmes commencent à peine à être résolus.

La réussite économique de l'industrie chimique et l'augmentation des quantités de production et du nombre de substances produites et de leurs domaines d'utilisation qu'elle a entraînée sont en partie venus contrecarrer les succès remportés sur le plan de la protection de l'environnement.

La situation actuelle

Tous les grands fabricants européens et la plupart des sociétés opérant dans le monde se sont il y a 10 ans portés

volontaires pour faire partie du programme «Responsible Care». Ce faisant, les sociétés se sont engagées à définir des règles de gestion assurant une pratique responsable du commerce et une entière prise de responsabilités pour les produits tout le long de leur cycle de vie, c.a.d. de la synthèse à l'élimination. La participation au programme «Responsible Care» signifie par exemple pour l'industrie chimique suisse:

- ▶ Une amélioration continue des installations et des processus industriels pour plus de sécurité et moins d'émissions,
- ▶ une politique de transparence assurée par la publication annuelle des émissions et de la consommation d'énergie (éco-rapports),
- ▶ le contrôle interne et externe du comportement vis-à-vis de l'environnement et de la gestion de l'environnement (audits environnementaux),
- ▶ un effort de recherche pour la mise au point de produits «verts»,
- ▶ l'engagement d'assainir les sites contaminés (par ex. Bonfol),
- ▶ la participation au projet «Fischnetz», à la LRI et à d'autres projets.

Le proche avenir

L'industrie chimique doit en ce moment relever deux grands nouveaux défis: le vœu de durabilité et l'application du principe de prévoyance. Dans une perspective de développement durable, l'industrie chimique tente de trouver un équilibre entre les objectifs économiques, sociaux et écologiques de son activité. L'application du principe de prévoyance implique la définition de règles décrivant le comportement à adopter en cas d'incidents de grande portée et de base scientifique incertaine.

Pour l'industrie chimique, le commerce durable est une condition essentielle pour la mondialisation. Dans ce cadre, il convient d'analyser dans une perspective globale les risques et les avantages des produits et ce, de leur synthèse jusqu'à leur élimination, et d'intégrer les résultats de cette analyse dans l'élaboration d'un meilleur design. Je souhaiterais cependant vous garder de nourrir de trop grands espoirs: l'un des objectifs du principe de durabilité, la substitution de substances persistantes par des produits biodégradables, est difficile à atteindre et ce processus prendra au moins 30 ans pour la plupart des classes de substances et de produits actifs. Une autre tâche à remplir sur le chemin du développement durable est la gestion raisonnable des ressources limitées. Pour l'industrie chimique, cela équivaut à des investissements dans des installations et processus industriels assurant une sécurité accrue, une moindre consommation d'énergie et une quantité réduite d'émissions. Le commerce durable implique également la prise en compte d'aspects tels que la transparence et l'équité vis-à-vis de la société. Mais inversement, il faut que la société soit

prête à accepter certaines innovations pour permettre des progrès technologiques et sociaux. Elle doit là surmonter de grands obstacles et résoudre des questions essentielles (par ex. sur le gouvernement d'entreprise («Corporate governance»), l'accès aux médicaments, l'acceptation sociale des pratiques de marketing, les rapports avec le génie génétique).

L'application du principe de prévoyance signifie pour l'industrie de mettre en œuvre davantage de ressources pour un mode plus prévoyant de pensée, de décision et de pratique du commerce. Il s'agit de ne pas se laisser dépasser par certaines évolutions (comme cela s'est souvent produit par le passé). D'un point de vue économique, le principe de prévoyance est important pour minimiser les risques liés aux innovations et aux investissements. Mais ici aussi, j'aimerais vous mettre en garde: le risque zéro n'existe pas. Nous devons trouver un équilibre acceptable pour la société entre risques et innovations. La durabilité ne peut être atteinte qu'à l'aide d'innovations tant sur le plan technique et scientifique que sur le plan social. C'est justement pour cette raison que nous avons besoin d'un point de vue unifié de la société ainsi que de règles d'utilisation du principe de prévoyance qui soient acceptées et raisonnables.

Certains aspects semblent indiquer que le projet «Fischnetz» ou la LRI représentent des projets pilotes pour la démarche que nous adopterons dans l'avenir. Ces deux projets sont reconnus au niveau international et sont d'une grande complexité et d'un haut niveau scientifique. Les risques qu'ils évoquent et leurs résultats exigent une stratégie de communication différenciée et ils représentent, en particulier le projet «Fischnetz», une nouvelle sorte de coalition entre science, administration, monde de la pêche et industrie chimique.

Bien que les défis à relever soient de taille, je suis certain que nous allons réaliser des progrès. En 30 ans passés au service de la protection de l'environnement et de la sécurité industrielle dans l'industrie chimique bâloise j'ai tiré les enseignements suivants:

- ▶ Les investissements dans la protection de l'environnement et la sécurité sont également rentables d'un point de vue économique.
- ▶ La réputation d'une entreprise contribue de façon de plus en plus décisive à son succès économique et devient donc un moteur important pour promouvoir la sécurité et la protection de l'environnement.
- ▶ Les innovations sont toujours accompagnées d'une certaine incertitude et ne peuvent donc être réalisées qu'avec un minimum de confiance réciproque («Network of Trust»).

Si nous voulons atteindre les objectifs de pratiques commerciales basées sur la durabilité et l'application du principe de prévoyance, il nous faut relever certains défis, et la société avec nous: c'est justement dans le cadre de la mondialisation qu'il est indispensable d'opérer dans des condi-

tions globales en s'appuyant sur une coordination globale. Nous devons apprendre à parler ouvertement des risques et à communiquer les résultats de manière différenciée. Enfin, nous ne pourrions relever le défi de la durabilité et de la «Precautionary approach» que sur la base d'une collaboration entre les divers acteurs impliqués, dans le cadre d'un partenariat parfois peu conventionnel. C'est notre seule chance de réussite.

Le colmatage interne du fond des cours d'eau – une nouvelle méthode d'identification et d'évaluation

Ueli Schälchli (Schälchli, Abegg + Hunzinger, Zurich)

Chaque cours d'eau transporte avec son courant une certaine quantité de matières en suspension. Lors de l'infiltration de l'eau dans le fond, les particules auparavant en suspension sont retenues dans les pores du substrat. Ce phénomène conduit à un colmatage du milieu interstitiel, à un compactage du substrat et à une réduction des apports d'oxygène. Ce processus que l'on appelle colmatage interne entraîne une dégradation des habitats aquatiques et a un effet particulièrement néfaste sur la reproduction des poissons frayant sur graviers. Dans le cadre du «Fischnetz», une nouvelle méthode permettant une évaluation simple et compréhensible du colmatage interne a été élaborée. Le présent article fait état des principaux résultats de ces travaux.

Qu'est-ce que le colmatage interne?

On entend par colmatage interne le dépôt de matières en suspension dans les interstices du fond des cours d'eau. Les particules en suspension sont transportées par l'eau en cours d'infiltration vers les pores qui les retiennent et dans lesquels elles s'accumulent. Ce processus conduit à un compactage du fond et à une réduction de la taille de l'espace interstitiel juste en dessous de la couche superficielle.

Le colmatage interne est un processus naturel. Plus la turbidité de l'eau est élevée, plus le dépôt de matières en suspension est important, et plus le phénomène de colmatage interne est rapide. Dans un écoulement clair, le colmatage a très peu de chances de s'établir. Lors de crues, le fond peut être soulevé et entraîné, les particules fines qui y étaient déposées étant évacuées et le colmatage interne éliminé. C'est ce que l'on appelle le décolmatage.

Le colmatage interne peut être accentué par des interventions anthropogéniques comme des endiguements, des prélèvements d'eau ou de matériaux charriés. Par rapport à des cours d'eau non influencés, les habitats aquatiques peuvent alors être considérablement dégradés, le fond n'étant plus que très partiellement utilisable par le macrozoobenthos ou adapté à la reproduction des poissons frayant sur graviers.



Figure 1: Colmatage faible (classe 1). Substrat graveleux aéré sous la couche superficielle. La Töss à hauteur de Saland (Photo: U. Schälchli, 3.2.02).



Figure 2: Fort colmatage (classe 4). Espace interstitiel comblé par des sables et des particules cohésives. Fond compacté. L'Ifis à hauteur de Trubschachen (Photo: U. Schälchli, 17.3.02)

Evaluation du colmatage interne

Une méthode d'évaluation du colmatage interne qui soit simple et fiable consiste à soulever quelques pierres de la couche superficielle d'une partie du lit à sec et à évaluer le substrat et l'espace interstitiel qui se trouvent dessous. L'étude d'un grand nombre de fonds de cours d'eau a montré qu'il était pertinent de distinguer 5 classes pour définir le degré de colmatage. Cette manière de procéder livre des résultats reproductibles quand on réalise des évaluations répétées effectuées par différentes personnes expérimentées. L'exactitude de la répartition en classes est de 0,5 points de l'échelle (par ex. notations 2 et 2,5 et non 2 et 3). Le tableau 1 présente un descriptif des 5 classes et les figures 1 et 2 montrent des exemples de lits à faible et à fort colmatage.

Morphologie, charriage et influences anthropiques

Pour étudier le colmatage interne du fond des rivières, il convient de caractériser leur morphologie et leur charriage ainsi que d'évaluer les influences anthropiques qu'elles subissent ou ont subi.

Les cours d'eau non influencés qui présentent une morphologie diversifiée et un charriage intact sont rarement

concernés par les problèmes de colmatage de leur fond. La dynamique morphologique qui les caractérise et le déplacement des bancs de gravier, des chenaux et des zones de creux induisent un remaniement du fond du lit; le transport régulier de matériaux solides se traduit par la présence de bancs de gravier aérés à grands interstices.

Les interventions anthropiques induisent généralement une accentuation des problèmes de colmatage interne. Les aménagements des cours d'eau (endiguements, construction de seuils dans les fonds, renforcement des berges) ont un effet négatif sur la dynamique morphologique. Les prélèvements d'eau entraînent une raréfaction des phases de décolmatage et une limitation ou une rétention du charriage (par des bassins de rétention des matériaux charriés ou des barrages) se traduit par un apport trop faible de matériaux nécessaires à la constitution de bancs de gravier bien aérés.

Perspectives

La méthode présentée permet une estimation relativement simple et fiable du colmatage interne du fond des cours d'eau. Elle nécessite simplement des exemples de référence pour les 5 classes d'intensité du colmatage ainsi que cer-

Classe	Substrat (sous la couche superficielle)	Espace interstitiel
1 pas de colmatage	très aéré et grossier (cailloux, graviers, peu de sable)	à pores grossiers
2 colmatage faible	aéré et très diversifié (cailloux, graviers, sables)	à pores fins à grossiers
3 colmatage moyen	légèrement compacté, sables avec dépôts cohésifs locaux (limons, argiles)	à pores fins, localement colmaté (pas de pores visibles)
4 fort colmatage	nettement compacté, sables et dépôts cohésifs	à pores fins ou absents
5 colmatage total	fortement compacté, dépôts cohésifs sur presque toute la surface	totalement colmaté (pas de pores fins visibles)

Tableau 1: La notation du degré de colmatage interne se fait en 5 classes. Cette évaluation est basée sur l'étude du substrat situé juste en dessous de la couche superficielle ainsi que de l'espace interstitiel. Les dépôts cohésifs sont formés des fractions limoneuse et argileuse, c.a.d. de particules plus fines que le sable ou d'une granulométrie inférieure à 0,06 mm. On entend par pores grossiers, les pores d'une taille supérieure à 1 mm (donc des pores situés dans un substrat graveleux ou graveleux-sablonneux). Les pores fins sont plus petits mais encore visibles à l'œil nu (les pores du substrat sablonneux). Dans un substrat argilo-limoneux il n'est plus possible de distinguer des pores à l'œil nu.

taines connaissances et une certaine expérience en ce qui concerne la morphologie des cours d'eau.

La méthode permet de livrer une estimation de l'état des cours d'eau sur le plan du colmatage interne. On peut imaginer de réaliser une cartographie de cet état sur des régions entières. Ce projet partiel contribuerait alors de manière significative à une identification et un dénombrement des cours d'eau présentant un colmatage interne qui pourrait être en partie responsable de la régression des populations de poisson.

Les sédiments fins dans les cours d'eau – Implication dans le phénomène de régression des populations de poisson

Roman Bucher (EAWAG)

Les concentrations en matières en suspension dans les cours d'eau suisses sont très variables. En général, elles se situent en deçà des valeurs entraînant habituellement des dysfonctionnements chez les poissons. Il ne faut donc s'attendre qu'à une présence limitée de nuisances à caractère chronique dues aux sédiments fins transportés par l'eau. Il n'a pas été constaté d'augmentation des apports de particules au cours des 20 dernières années. Les concentrations extrêmement élevées que les eaux présentent lors des crues constituent par contre une nuisance considérable pour l'ensemble de la biocénose. De tels évènements se produisent cependant assez rarement et ne peuvent pratiquement pas être influencés par l'homme. Les modifications apportées par celui-ci à la dynamique des écoulements et au charriage (par des barrages, des aménagements des cours d'eau ou des bassins de rétention des matériaux charriés) ont induit des changements dans les processus de transport et de dépôt des sédiments fins dans de nombreuses rivières. Le colmatage du fond qui en résulte peut compromettre la reproduction naturelle des poissons frayant sur gravier. L'étendue de la menace reste encore à déterminer.

Les causes de la régression des populations de poisson dans les eaux suisses sont étudiées dans le projet «Fischnetz» sur la base de 12 hypothèses de travail. L'hypothèse

n° 7 est ainsi formulée: «Une proportion accrue de sédiments fins dans les eaux est responsable du déclin des populations de poisson». Le projet partiel «Sédiments fins» (01/07) est consacré à l'étude de l'implication possible de ces particules dans ce phénomène. Le présent article donne une vision d'ensemble des résultats livrés jusqu'à présent par une étude bibliographique et une recherche de données. Le rapport complet sera disponible à partir du milieu de l'année 2002.

Qu'entend-on par sédiments fins?

Les sédiments fins sont des particules minérales ou organiques appartenant aux classes granulométrie argiles, limons et sables (de 0,02 µm à 2 mm). Ils constituent un facteur important des processus qui régissent les cours d'eau et jouent un rôle décisif dans le modelage morphologique de leur fond. L'article de R. Bucher paru dans «fischnetz-info» n° 8 présente de manière détaillée les divers processus d'apport, de transport et de dépôt des sédiments fins et dépeint les nuisances que ceux-ci peuvent représenter pour les biocénoses et les poissons.

Les effets les plus importants des sédiments fins sont la turbidité de l'eau et l'envasement ou le colmatage du fond par dépôt. Une forte turbidité peut entraîner une altération des branchies ou une modification du comportement des poissons (par ex. une réduction de la prise de nourriture, une migration). Les dépôts peuvent compromettre la reproduction naturelle des poissons ou limiter la quantité de nourriture disponible.

Les quantités de sédiments fins (concentrations et charges) des eaux suisses sont déterminées par quantification des matières en suspension. Des mesures sont effectuées dans le cadre du programme NADUF (Programme national pour l'étude analytique en continu des cours d'eau suisses) et par le SHGN (Service hydrologique et géologique national de l'Office fédéral des eaux et de la géologie).

Effets sur les poissons

L'importance des dommages directs causés aux poissons dépend de la concentration en sédiments fins de l'eau, de la durée d'exposition et du moment des apports. D'autre part, des facteurs tels que la composition chimique des particules et les conditions environnementales (température, pH) ont un

Station	Landquart Felsenbach	Arve Genève	Aar Brienzwiler	Linth Mollis	Thur Halden	Reuss Mühlau
Valeurs maximales en mg/l	31 390	30 117	11 731	7 863	3 097	2 528
	30 953	13 451	9 663	5 823	2 713	2 488
	26 785	4 603	9 549	5 728	2 406	1 772
	19 362	2 993	4 363	5 623	2 231	1 282
	17 086	2 988	4 251	4 181	1 946	1 172

Tableau 2: Concentrations maximales en particules en suspension de divers cours d'eau obtenues par échantillonnage aléatoire. Pour chaque rivière sont indiquées les 5 concentrations les plus élevées mesurées dans des stations sélectionnées par le SHGN de 1980 à 2000.

Station	Rhin Diepoldsau	Petite-Emme Littau	Thur Andelfingen	Saane Gümmenen	Glatt Rheinsfelden	Reuss Melligen	Aar Brugg
Médiane	53	47	16	15	11	9	8
Percentile 90%	323	403	218	226	37	45	34
Maximum 1	1633	6193	2340	3182	494	390	540
Maximum 2	1203	1782	1759	1163	238	350	258

Tableau 3: Concentrations moyennes en matières en suspension dans divers cours d'eau suisses dans des échantillons globaux (sur 14 jours) récoltés dans le cadre du programme NADUF dans des stations sélectionnées entre 1980 et 2000. La médiane indique la moyenne de toutes les mesures, c.a.d. que la moitié des mesures est supérieure et l'autre moitié inférieure à cette valeur. Le percentile 90% correspond à la valeur dépassée dans 10% des mesures. Les maxima 1 et 2 représentent les 2 valeurs les plus élevées jamais mesurées dans les échantillons globaux des stations.

rôle à jouer. Il n'est possible de pronostiquer l'étendue des dommages ou les taux de mortalité chez les poissons que de manière grossière et il n'existe pas à proprement parler de seuils à partir desquels il faut s'attendre à observer des effets.

La réaction d'un individu à une exposition est spécifique de son espèce et dépend de son stade de développement. Il est bien connu que les poissons sont dans la mesure de survivre à des concentrations ponctuellement très élevées de sédiments fins dans l'eau (plusieurs dizaines de milliers de mg/l). Par contre l'exposition à une concentration de 20 000 mg/l pendant 48 heures peut avoir une influence très néfaste sur leur abondance. Les valeurs les plus élevées jamais mesurées en Suisse sont de l'ordre de 30 000 mg/l lors de crues ou de fonte des neiges (voir tableau 2). Les poissons peuvent y survivre mais il est probable qu'une part considérable des juvéniles succombe à de telles conditions. Ces événements sont cependant rares; ils se produisent de manière naturelle et ne peuvent pratiquement pas être influencés par l'homme.

On n'a jusqu'à présent jamais observé en Suisse de dommages aigus (comme des lésions des branchies) chez les poissons. Des études émanant de l'étranger ont montré que les poissons ont de meilleures chances de survie dans des cours d'eau présentant une structure morphologique riche que dans les systèmes canalisés monotones étant donné qu'ils y trouvent davantage d'abris leur permettant de se protéger des conditions défavorables.

Il est difficile d'évaluer le stress chronique que représentent les sédiments fins pour les poissons. L'expérience montre qu'en dessous d'une concentration de 80 mg/l, les particules en suspension ne devraient pas causer de gêne importante aux poissons. En Suisse, ces concentrations sont en général inférieures à cette valeur seuil (voir tableau 3). Les mesures montrent néanmoins qu'il est tout à fait possible de rencontrer des concentrations moyennes supérieures à 1000 mg/l sur une durée de 14 jours. Il n'est pas possible de livrer une estimation claire des risques que cela représente pour les poissons, mais la gêne chronique devrait rester assez limitée. On ignore par contre tout des charges présen-

tées par les petits cours d'eau latéraux étant donné que les mesures de matières en suspension sont en général effectuées dans les cours d'eau plus importants.

L'exploitation des résultats des mesures effectuées par le SHGN et présentées par le NADUF depuis 1980 n'a révélé aucune augmentation des apports de particules en suspension. Ce résultat est surprenant, étant donné qu'au vu des changements qui se sont produits dans le domaine agricole et qui ont induit une aggravation de l'érosion, on s'attendait à une augmentation de leurs concentrations dans les cours d'eau (voir l'article de «fischnetz-info» n° 8 évoqué précédemment).

Perturbation de la reproduction naturelle

Le dépôt de sédiments fins sur ou dans le fond des rivières peut être défavorable à la reproduction naturelle des poissons. De nombreuses études ont montré que de tels dépôts pouvaient induire une dégradation de l'alimentation en oxygène des œufs et des larves et donc une réduction des taux de survie. De plus, les alevins peuvent se trouver emprisonnés dans le lit de graviers, se trouvant dans l'impossibilité de rejoindre l'eau libre.

Il n'est pas possible de se prononcer sur l'alimentation en oxygène des frayères ou sur le colmatage du lit de graviers au vu des concentrations de matières en suspension mesurées dans l'eau. L'importance des effets délétères est inconnue. Les perturbations de la reproduction naturelle présentent probablement d'importantes variations régionales ou même microstationnelles.

Diverses interventions de l'homme (barrages, endiguements, rétention de matériaux charriés) ont induit une modification du régime d'écoulement et du charriage de bon nombre de cours d'eau. Ces changements peuvent avoir induit une aggravation du colmatage du fond des rivières et ainsi contribué à la régression des populations de poisson.

Conclusions

Notre étude a montré que les nuisances causées en Suisse par les sédiments fins aux poissons devaient être généralement faibles, que la gêne soit chronique ou aiguë. Les

charges importantes sont en général observées lors d'évènements naturels comme les crues. Aucune augmentation des apports n'a pu être constatée. L'étendue des perturbations de la reproduction naturelle dues aux dépôts de sédiments fins et au colmatage du lit de gravier n'est pas connue. Dépôts et colmatage peuvent cependant avoir gagné en importance au cours des dernières décennies dans de nombreux cours d'eau sous l'effet de modifications d'origine anthropique des régimes d'écoulement et du charriage, les processus et périodes de dépôt se trouvant modifiés. Il est nécessaire de poursuivre les recherches dans ce sens. Un autre aspect qu'il serait judicieux d'approfondir serait celui de l'adsorption de substances toxiques sur les sédiments fins qui, se retrouvant dans les eaux, pourraient influencer les biocénoses.

Etude des causes de diminution des populations de poissons dans les cours d'eau jurassiens

Ami Lièvre et Guy Périat (Fédération Cantonale des pêcheurs jurassiens), François Degiorgi (Bureau Teleos de Besançon), Jean-Paul Vergon (Direction régionale de l'environnement naturel Région Franche-Comté)

Introduction

Depuis plusieurs années, un groupe de travail de la Fédération cantonale des pêcheurs jurassiens (FCPJ) effectue différentes investigations dans le but de rechercher les causes de diminution des populations de poissons de la région. Un programme d'étude a ensuite été établi en collaboration avec la Section pêche de l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP). Commencé en novembre 2000, il s'inscrit totalement dans la perspective du projet «Fischnetz» et devrait se terminer fin 2002. L'objectif initial du programme de recherche mise en place est d'établir la qualité actuelle des édifices biologiques peuplant les rivières jurassiennes et dans un deuxième temps, de hiérarchiser et de circonscrire les éventuels dysfonctionnements qui brident leur développement.

Pour connaître et comprendre l'ensemble des paramètres qui régissent et qui définissent la qualité des édifices biologiques des cours d'eau jurassiens, le programme d'étude initialement mis en place est basé sur des analyses piscicoles, benthiques, chimiques, mésologiques et morphologiques. Cependant, nous avons émis l'hypothèse que le colmatage algal et minéral ainsi que la contamination par des toxiques étaient les principaux responsables de la dégradation des édifices biologiques des cours d'eau jurassiens. C'est pourquoi, un effort particulier a été effectué dans l'analyse de ces perturbations qui sont, à notre avis, fortement liées entre-

elles. En effet, l'apport de matières en suspension par érosion des sols doit certainement promouvoir le transport de toxiques par des phénomènes d'adsorption. En outre, un effort particulier a été effectué dans l'analyse du colmatage algal et minéral ainsi que dans la recherche d'une contamination toxique des différents compartiments des cours d'eau (eau, sédiment, organisme vivant), car nous pensons que ces deux perturbations sont fortement liées. Parallèlement, une recherche historique approfondie a été entreprise sur l'ensemble des paramètres morphologiques, physico-chimiques et biologiques du réseau hydrographique jurassien. Une confrontation entre ces références bibliographiques et les résultats des analyses récentes permettra sans aucun doute de déterminer l'évolution de la qualité des édifices biologiques de nos cours d'eau durant la deuxième moitié du XX^{ème} siècle et de formuler des recommandations d'assainissement qui permettront de mettre en place une politique de gestion durable de l'environnement naturel de notre région. Les résultats de l'ensemble des activités n'étant pas encore disponibles, le présent document se concentre sur les premiers résultats des différentes diagnoses piscicoles.

Méthode utilisée dans le cadre de l'analyse piscicole

Fondement

La méthode est basée sur le principe de zonation longitudinale des cours d'eau qui a été précisée par Verneaux (1973)¹: «Toute portion morphologiquement homogène d'un cours d'eau peut être rangée dans un des 10 types écologiques qui se succèdent le long d'un modèle longitudinal abstrait allant de la source à l'estuaire». Chacun de ces types de rivière est associé à un «biocénotype», ou groupe d'espèces dont l'abondance est proportionnelle à leur affinité pour ce type considéré. La composition optimale du peuplement associé à chaque site appartenant à un type écologique donné peut ainsi être prédite, puis comparée au peuplement observé. Le facteur écologique principal définissant ces types écologiques est la température des eaux (le métabolisme thermique), cependant d'autres paramètres entrent en ligne de compte dans le calcul du niveau typologique théorique. Ces types écologiques ne se suivent pas forcément de manière linéaire de l'amont à l'aval des cours d'eau.

Principe

L'échantillon pisciaire obtenu à l'aide d'une pêche électrique exhaustive sur une station d'étude représentative d'une portion homogène de cours d'eau est transformé en cote d'abondance par espèce. Puis il est comparé à la structure quantitative du peuplement optimal associé au type écologique auquel appartient le tronçon de cours d'eau considéré.

¹ Verneaux J. (1973) : Cours d'eau de Franche-Comté (massif du Jura), Recherches écologiques sur le réseau hydrographique du Doubs, essai de biotypologie. Thèse de l'Université de Besançon 1973, 261 pp + annexes.

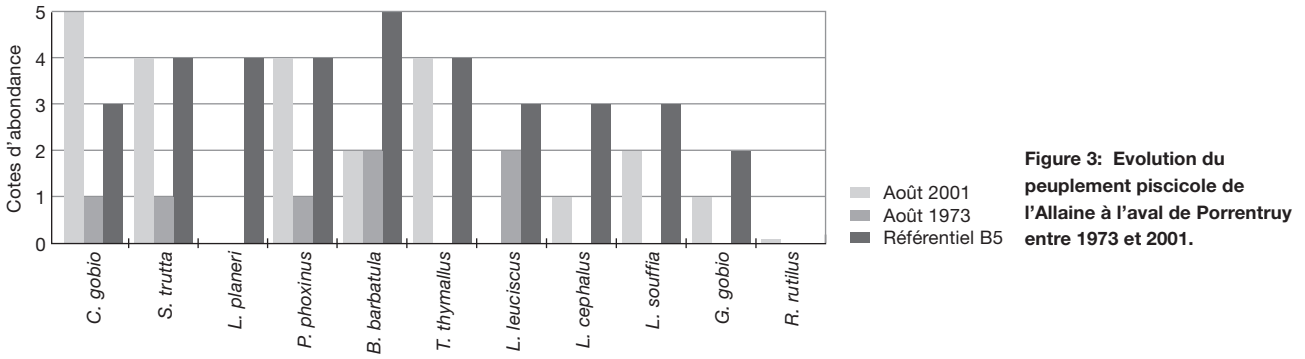


Figure 3: Evolution du peuplement piscicole de l'Allaine à l'aval de Porrentruy entre 1973 et 2001.

Pour cela, le niveau typologique théorique du site doit d'abord être calculé à partir de quelques paramètres simples. Ensuite, on détermine quelles espèces et en quelle quantité elles doivent se trouver à l'endroit considéré. Ceci permet d'obtenir une structure potentielle du peuplement ichtyologique exprimée par les cotes d'abondance optimale de chaque espèce compte tenu du type écologique du secteur d'étude analysé. Ce référentiel est par la suite comparé à la situation réelle et permet de mettre en évidence des écarts quantitatifs entre les peuplements théoriques et observés et de dresser une liste des espèces électives du type *absentes* ou *déficitaires*. Finalement, la confrontation de la sensibilité envers la pollution et des exigences habitationnelles quantitatives et qualitatives de ces espèces avec la mosaïque du peuplement globale en place, permet d'orienter la recherche des causes du déficit constaté en direction de perturbation de la qualité de l'eau ou d'altération du potentiel habitational.

Premiers résultats

Diagnoses piscicoles

L'application de cette méthode implique le développement de moyens importants et nécessite, au cas d'espèce, plusieurs années d'études. Cependant, les résultats obtenus ont le mérite d'être fiables et précis, car basés sur un volume de données important. L'analyse multidisciplinaire de

l'Allaine permet de mettre en évidence une nette amélioration du peuplement piscicole, depuis la mise en place de la station d'épuration de Porrentruy, intervenue en 1986 (figure 3). En effet, en comparant les données des pêches électriques semi-exhaustives de Verneaux (1973) à celles réalisées en 2001, nous remarquons que le cours d'eau, à l'aval de Porrentruy, a retrouvé une population de poissons acceptable. Cependant, nous observons également que le potentiel du cours d'eau correspondant au référentiel du biocénotype 5 (B5) n'est pas atteint et que plusieurs espèces sont absentes ou déficitaires. Ceci suggère qu'il existe encore des dysfonctionnements importants qui n'ont pas été résolus par l'épuration des eaux. En outre, nous pouvons également émettre l'hypothèse que le colmatage des fonds de la rivière par l'apport excessif de matière en suspension, causé par les remaniements parcellaires des années 90 et 92, a nui à l'amélioration des édifices biologiques jusqu'en 1999. Depuis, nous observons une amélioration des peuplements, certainement liée à une diminution du colmatage, car l'érosion des sols a tendance à se stabiliser. Malheureusement, le manque de références, antérieures à la mise en place des remaniements parcellaires, ne permet pas de vérifier cette hypothèse. Cependant, plusieurs observations empiriques semblent démontrer qu'il y a eu une diminution des populations de poissons à partir des années 92 et 93. Une analyse plus précise des suivis d'analyses benthiques effectués pendant cette période par le Service cantonal de l'environnement (OEPN) permettra sans doute de montrer cette amélioration saccadée des édifices biologiques de l'Allaine.

Selon nos connaissances actuelles, nous remarquons la même évolution sur les cours d'eau Sorne et Birse, qui comme l'Allaine étaient fortement pollués par des rejets domestiques et industriels durant les années 70 et 80. Ces cours d'eau ont retrouvé une certaine richesse mais n'arrivent pas à reconstituer leur peuplement référentiel (figure 4). A ce sujet, nous ne connaissons pas le peuplement des cours d'eau jurassiens du début du XX^{ème} siècle, seule une estimation à partir d'un comparatif de cours d'eau du même ordre peut-être effectuée. Ce référentiel comparatif est basé sur des inventaires exhaustifs récents de cours

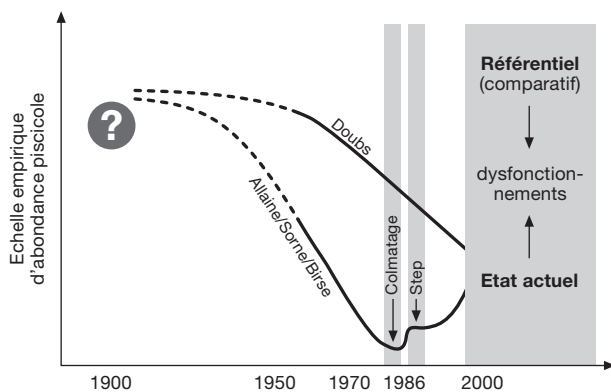


Figure 4: Tendence évolutive du peuplement piscicole des cours d'eau jurassiens durant le XX^{ème} siècle.

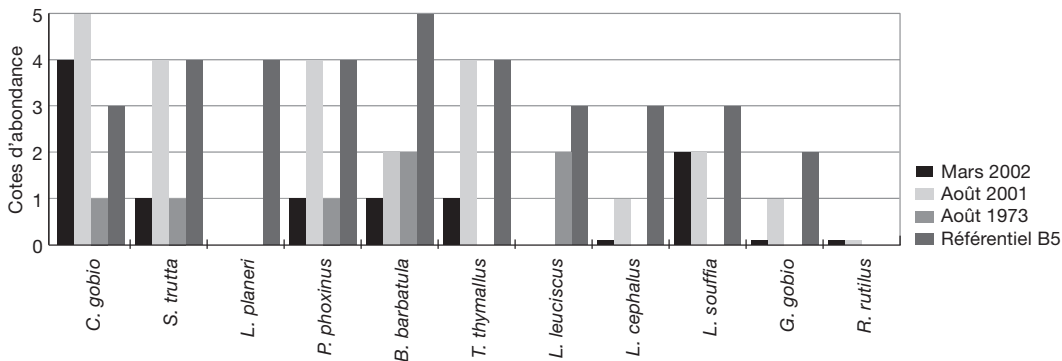


Figure 5: Effet de la pollution aiguë de mars 2002 sur le peuplement piscicole de l'Allaine à l'aval de Porrentruy.

d'eau peu perturbés et, de ce fait, sous estime certainement l'abondance piscicole originelle des cours d'eau jurassiens (figure 4).

Le peuplement piscicole du Doubs, à quant à lui, évolué différemment. En effet, ce cours d'eau n'a pas subi les fortes pollutions des années 80 et a conservé une qualité physico-chimique et morphologique relativement constante. Cependant, il semble que les édifices biologiques de ce grand cours d'eau décroissent d'une manière importante et inquiétante (figure 4).

Discussion des causes possibles de dysfonctionnements

L'absence totale de la lamproie de planer (*Lampetra planeri*) et de la vandoise (*Leuciscus leuciscus*) sur la rivière Allaine (figure 3) ne peut pas s'expliquer par des phénomènes naturels; en effet, la présence de ces espèces sur la partie suisse de ce cours d'eau est maintes fois confirmée dans la littérature et elles sont encore actuellement présentes sur la partie française. Divers obstacles à la migration peuvent être mis à l'actif de leur non re-colonisation. En parallèle, nous remarquons un déficit important des espèces fouisseuses, tels la loche franche (*Barbatula barbatula*) et le goujon (*Gobio gobio*), ainsi que le chevaine (*Leuciscus cephalus*), plus ubiquiste mais grand consommateur d'algue. Ceci suggère que l'Allaine peut subir des contaminations en toxique insidieuses et/ou chroniques, certainement couplée à un colmatage des fonds par un apport de matières en suspension trop important, résultant d'une érosion excédentaire des sols, qui limite grandement le développement harmonieux de ses édifices biologiques. De plus, des pollutions aiguës se produisent encore et peuvent avoir de graves conséquences, preuve en est le résultat de la pollution catastrophique de mars 2002 qui a détruit l'ensemble du peuplement piscicole (figure 5). Pour le Doubs, nos connaissances actuelles ne nous permettent malheureusement pas encore d'initier des hypothèses claires sur les raisons de la lente diminution de la qualité biologique de ce cours d'eau.

Conclusion et perspectives

Ainsi nous remarquons que l'épuration des eaux intervenue en 1986 contribue toujours à l'amélioration du peuplement

piscicole de l'Allaine, de la Birse et de la Sorne. Cependant divers dysfonctionnements qui n'ont toujours pas été résolus interdisent de retrouver le peuplement piscicole de jadis. Nous voyons notamment une contamination toxique plus ou moins insidieuse, certainement couplée à l'apport important de matière en suspension, ainsi que la dégradation morphologique comme les principales causes de perturbation. Le Doubs tend à évoluer différemment, mais nous ne pouvons malheureusement pas encore initier d'hypothèses claires sur la diminution apparente de la qualité de ce cours d'eau. De nombreuses analyses sont en cours et devraient apporter des précisions sur les causes de diminution des populations de poissons des cours d'eau jurassiens. Nous pensons notamment qu'il est fondamental d'approcher le plus précisément possible le niveau trophique inférieur que représente les invertébrés benthiques. Ils sont moins intégrateurs de dysfonctionnements que les poissons, mais ils représentent, tant du point qualitatif que quantitatif, des mesures essentielles du pouvoir nutritionnel des cours d'eau envers les chaînes trophiques supérieures. A cet effet, les premiers résultats en notre possession tendent à montrer une relation étroite entre la quantité d'invertébrés benthiques et celles des poissons présents sur un même secteur d'étude. C'est pourquoi, nous privilégierons cet aspect dans nos recherches futures.

La Petite-Sarine – Structure du peuplement de truite fario, alevinages et reproduction naturelle

Heinz Renz (membre de la Fédération de pêche du canton de Fribourg)

On appelle Petite-Sarine le tronçon à débit résiduel de la Sarine situé entre le barrage de Rossens et la centrale hydroélectrique de Hauterive (longueur env. 14 km, largeur moyenne 20 m, déclivité 2,6%, altitude moyenne env. 509 m, débit résiduel 1 m³/s).

Jusqu'à ces 20 à 30 dernières années, le nase était présent en grandes quantités dans la Petite-Sarine dont il

Paramètres à contrôler	Mesures correspondantes
Fenêtre de capture	24–32 cm, pour une taille minimale de capture de 45 cm. Mesure introduite pour une durée de 3 ans (2001–2003) en vue de favoriser une augmentation des effectifs de poissons adultes à fort pouvoir reproductif.
Pression de pêche	Réserve sur 1,3 km de cours d'eau introduite pour une durée de 3 ans (2001–2003).
Prédateurs	Installation d'un filet au-dessus d'une zone test situé dans la réserve en protection contre les cormorans (d'octobre à avril). Comptage des cormorans et évaluation de la pression de prédation par observations systématiques.
Alevinages	Evaluation de l'effet des alevinages par lâcher d'alevins marqués.
Reproduction naturelle	Surveillance et inventaire des frayères, tests «early-life», 2 ans sans alevinages.
Croissance	Détermination de l'âge des poissons sur la base d'écailles prélevées et d'histogrammes des tailles.
Evolution des prises	Exploitation des statistiques officielles de pêche et distribution ciblée de protocoles de pêche.
Paramètres divers	Acquisition d'informations sur le régime des débits et la qualité des eaux, suivi des températures et surveillance du colmatage des fonds.

Tableau 4: Paramètres à surveiller et mesures correspondantes prises dans le cadre du projet partiel «Petite-Sarine» (00/24) pour tenter de cerner les causes de la régression de la population de truites et d'améliorer les conditions de vie des poissons.

constituait l'espèce dominante. Cette espèce est aujourd'hui menacée d'extinction, tout comme le chevaine, le barbeau et le spirilin. La truite fario est devenue le poisson principal de cette rivière, mais ses effectifs ont eux-aussi diminué, accusant une chute de plus de 80% entre 1979 et 2000. Nos recherches portent principalement sur l'étude des causes de la régression de cette population. Le tableau 4 présente une liste des paramètres étudiés ainsi que des mesures entreprises.

Au point où en sont actuellement les travaux, il n'est pas encore possible de tirer de conclusions définitives, mais quelques observations peuvent être rapportées.

Constatations concernant la reproduction naturelle

- ▶ La reproduction naturelle fonctionne encore assez bien dans la Petite-Sarine et assure une part importante des effectifs de truite fario.
- ▶ La période de fraye des truites s'étend de fin octobre à début janvier.
- ▶ Les frayères sont assez bien réparties le long de la rivière. Leur nombre et leurs emplacements ont peu varié au cours des dernières années.

▶ Un an après son introduction, la «fenêtre de capture» (voir tableau 4) n'a encore montré aucun effet sur la reproduction naturelle. On observe cependant une légère augmentation du nombre de frayères dans la zone protégée.

Constatations concernant les essais d'alevinage

Au printemps 2001, 118 000 alevins de truite fario marqués au rouge d'alizarine ont été lâchés sur toute la longueur de la rivière et ce, dans un rapport de 1:1 par rapport aux alevins provenant de reproduction naturelle. Les estivaux ont été repêchés 5 mois après l'alevinage sur trois tronçons témoins sélectionnés.

▶ Les alevins lâchés constituent en moyenne la moitié de la population d'estivaux observée. Dans les portions de rivière présentant un habitat restreint pour les jeunes poissons et à proximité de grandes frayères, la part de poissons issus de reproduction naturelle est plus importante (par ex. 67% à la Tuffière). Inversement, cette part est plus faible en aval de frayères de taille moyenne ou d'habitats offrant un espace important aux jeunes truites (43% à Pont de fer).

▶ Dans les tronçons de cours d'eau aménagés et caractérisés par une reproduction naturelle réduite, les poissons lâchés constituent une part significative de la population de jeunes truites (jusqu'à 70% dans le cours inférieur endigué de la Sarine et pourvu de seuils en enrochements).

▶ D'après des inventaires de contrôle effectués fin août, les alevins de truite provenant de la reproduction naturelle ont assez bien surmonté deux crues assez importantes ayant entraîné un fort charriage, l'une survenue avant, l'autre peu après leur éclosion.

▶ A l'automne, les estivaux sont abondants, jusqu'à 1250 par ha, le renouvellement de la population de truites fario est donc assuré jusqu'à ce stade.



Figure 6: Tronçon témoin dans la réserve de la Petite-Sarine près d'Hauterive servant à l'étude des effets de la pression de pêche sur les populations piscicoles. Comparaison entre les peuplements de truite d'une zone pêchée et ceux d'une zone non pêchée depuis deux ans. Les prélèvements ont été effectués en octobre. (Photo: H. Renz).

► Le rapport entre les truites lâchées et celles provenant de reproduction naturelle est resté constant et équilibré jusqu'au stade du poisson de 1 an.

Constatations concernant les inventaires piscicoles

Pour dresser un inventaire de la population de départ, une pêche électrique en deux passages a été effectuée au mois d'octobre 2000 sur 5 tronçons représentatifs totalisant une longueur de 811 m. Deux d'entre eux situés dans une zone de réserve de pêche ne faisaient déjà plus l'objet d'alevinages bien avant le début des essais (voir figures 6 et 7).

► L'effectif de truites 0⁺ est env. trois fois plus important dans les zones empoissonnées que dans les autres.

► L'effectif de truites chute abruptement juste avant qu'elles puissent atteindre la taille minimale de capture de 24 cm, ce phénomène étant indépendant de la population initiale en estivaux.

► Cette régression au motif inhabituel concerne presque exclusivement la cohorte des poissons de 1 an. D'après les résultats d'études réalisées à la demande du canton, la Petite-Sarine n'est pas touchée par la MRP. Le fait que les plus grandes pertes soient observées en hiver tend également à disculper cette maladie.

► Les truites présentent des facteurs de condition (calculés à partir de la masse et de la longueur des poissons) compris entre 1,03 et 1,09 quelles que soient les classes d'âge et les



Figure 7: Tronçon témoin de la Petite-Sarine à hauteur du monastère d'Hauterive. Des câbles sont installés au-dessus de cette zone d'octobre à avril pendant trois années consécutives pour tenir les cormorans à distance. Une comparaison des peuplements entre zone protégée et zone non protégée permet de juger de l'efficacité du dispositif. (Photo: H. Renz).

tronçons d'étude. Ces valeurs trahissent un environnement favorable au bon développement des poissons survivants tant du point de vue nutritionnel qu'habitationnel.

► Le renouvellement de la population de truites est assuré comme en témoignent les bons effectifs en estivaux. D'après les Cahiers de la Pêche n° 44 de l'OFEFP, les conditions devraient donc être réunies pour que s'établisse une population de truites livrant des rapports de pêche nettement plus élevés. Les qualités habitationnelles du milieu sont également satisfaisantes, celui-ci ayant tout à fait les capacités d'accueillir des poissons de plus grande taille.

► Comme le montrent nos prélèvements ainsi que les travaux de H. Marrer (1984) et de A. Kirchhofer (2000) et comme le confirment les observations des pêcheurs, tous les poissons évoluant en eau libre, tels que le nase, le barbeau, le chevaine, le spirilin et l'ombre sont fortement menacés d'extinction.

► Les poissons en mesure de se mettre à l'abri en cas de danger, comme la truite, la loche franche et le vairon, sont capables de survivre et de se développer de manière plus convenable comme en témoignent les inventaires d'octobre 2000. Il paraît donc indispensable d'étudier plus en détail la situation de prédation, notamment la pression exercée par le harle bièvre.

Nous disposerons de résultats plus détaillés à l'automne 2002, suite à de nouvelles campagnes de pêche électrique sur les tronçons d'étude, un renouvellement des essais de lâcher d'alevins marqués, une exploitation des données fournies par les protocoles de pêche et un nouveau contrôle de l'état de la reproduction naturelle.

Substances à effets endocriniens dans les eaux suisses – Résultats du projet européen COMPREHEND

Marc Suter, H.-R. Aerni, B. Kobler, B. Rutishauser, F. Wettstein, R. Fischer, A. Hungerbühler, M.D. Marazuela, R. Schöneberger, R.I.L. Eggen, W. Giger et A. Peter (EAWAG)

A l'heure actuelle, les polluants à effets endocriniens, encore appelés xénoœstrogènes, sont entre autres tenus pour responsables des phénomènes de féminisation observés chez les poissons. Dans le cadre du programme européen COMPREHEND, l'EAWAG s'est chargé d'étudier les effets sur des truites arc-en-ciel mâles d'effluents de stations d'épuration et a pu constater une augmentation des concentrations de vitellogénine chez les sujets exposés. Seules les femelles présentent naturellement de grandes quantités de ce pré-curseur de la vitelline. Parallèlement à ces essais, des échantillons d'effluents de station ont été analysés. Une analyse chimique d'ultra-traces a permis de mettre en évidence dans

certains échantillons une augmentation des concentrations d'hormones. De plus, une certaine activité œstrogène a été détectée à l'aide de tests effectués sur des levures clonées.

Les polluants chimiques qui provoquent des perturbations du système hormonal de l'homme et des animaux sont appelés perturbateurs endocriniens ou xénoœstrogènes. Ils comptent principalement des molécules de la famille des œstrogènes dont l'action est similaire à celle des hormones sexuelles féminines. En font partie:

- ▶ l'œstrogène naturel qu'est l'estradiol ainsi que ses produits de transformation l'estron et l'estriol,
- ▶ les œstrogènes de synthèse tels que l'éthinylestradiol contenu dans les pilules contraceptives et enfin
- ▶ certains produits chimiques émis en grande quantité que l'on retrouve par exemple dans les détergents industriels (les alkylphénolpolyéthoxylates et leurs produits de dégradation comme le nonylphénol) et dans les plastiques (bisphénol A).

Bon nombre de ces substances à effets endocriniens sont présentes dans le milieu aquatique. Ainsi, par exemple, les œstrogènes naturels ou de synthèse se retrouvent dans les stations d'épuration par la voie des excréments humains. Une part y est retenue, le reste est déversé dans les eaux de surface.

Effet des xénoœstrogènes

Chez les poissons, l'estradiol endogène induit une production de vitellogénine dans le foie. Ce précurseur des vitellines atteint les ovocytes des ovaires *via* la circulation sanguine et seules les femelles de poissons en présentent de grandes quantités dans le sang. La communauté scientifique s'est donc alarmée quand des études britanniques ont fait état au milieu des années 1990 de fortes concentrations de vitellogénine dans des poissons mâles. Les animaux étudiés provenaient de tronçons de cours d'eau situés en aval de points de rejet de stations d'épuration et l'on attribua la synthèse de vitellogénine à la présence de substances œstrogènes dans l'eau. Les études ont de plus révélé que les poissons mâles des cours d'eau pollués pouvaient présenter des gonades mixtes, c.a.d. des testicules contenant des ovocytes. Ce phénomène appelé féminisation ou intersex a également été observé il y a peu de temps chez des corégones du lac de Thoune.

Recherche de substances à effets modulateurs endocriniens

L'Union européenne a dernièrement présenté une liste de 553 produits chimiques ainsi que 9 hormones stéroïdes naturelles et de synthèse susceptibles de perturber le système hormonal de l'homme et des animaux sauvages. Divers projets de recherche nationaux et internationaux étudient la distribution des perturbateurs endocriniens dans les eaux de surface ainsi que leurs effets sur les organismes aquatiques.

Les résultats présentés dans cet article proviennent du projet européen COMPREHEND (COMmunity Programme of Research on Environmental Hormones and ENdocrine Disrupters) qui est arrivé à son terme fin 2001. Le but de COMPREHEND était d'étudier les substances à activité hormonale dans les effluents de stations d'épuration industrielles et communales et de mettre au point de nouvelles méthodes d'analyse des perturbateurs endocriniens. Ce projet comprend également une étude des effets de ce type de substances sur les truites basée sur des tests d'exposition.

Une augmentation des taux de vitellogénine également dans les poissons suisses

Des truites arc-en-ciel mâles ont été maintenues pendant deux semaines dans les eaux rejetées par la station d'épuration (STEP) de Rontal dans le canton de Lucerne. Des poissons témoins ont séjourné pendant la même durée dans la rivière Ron en amont du point de rejet de la station d'épuration ou au laboratoire. Les poissons n'ont pas été nourris pendant la durée de l'expérience. La figure 8 montre que les taux de vitellogénine diminuent chez tous les poissons témoins au cours de l'essai. Ce phénomène s'explique probablement par le fait que les poissons avaient été élevés avant les essais avec des aliments pour poissons qui contenaient vraisemblablement des substances à effets endocriniens. A l'inverse, les poissons exposés aux effluents de STEP présentaient après l'expérience des taux de vitellogénine plus élevées qu'avant, ce qui semble indiquer la présence de composés à effets endocriniens dans l'eau.

Une combinaison de méthodes analytiques chimiques et biologiques

Dans le même temps, des échantillons ont été prélevés dans les effluents de la STEP de Rontal pour en étudier le contenu en substances à effets endocriniens potentiels. Pour ce genre d'études l'EAWAG fait appel à une combinaison de deux types de méthodes. L'analyse chimique des ultratracés permet de déterminer la concentration d'hormones environnementales connues dans les échantillons. En parallèle, des tests biologiques permettent de mesurer l'activité œstrogène de l'échantillon étudié. On fait appel pour ce faire à un système de cultures de cellules de levures auxquelles ont été intégrés un récepteur à œstrogènes humain ainsi qu'un gène rapporteur. Si l'échantillon contient des xénoœstrogènes, ceux-ci se fixent au récepteur, activent le gène rapporteur et peuvent ensuite être mis en évidence par une réaction biochimique colorée. L'intensité de la coloration traduit l'activité œstrogène de l'échantillon qui est exprimée en équivalents estradiol. Chaque méthode est insuffisante à elle seule; c'est la caractérisation d'ensemble de l'échantillon, c'est à dire la détermination de son contenu en xénoœstrogènes et de son activité œstrogène, qui décrit correctement la situation. Elle présente les avantages suivants:

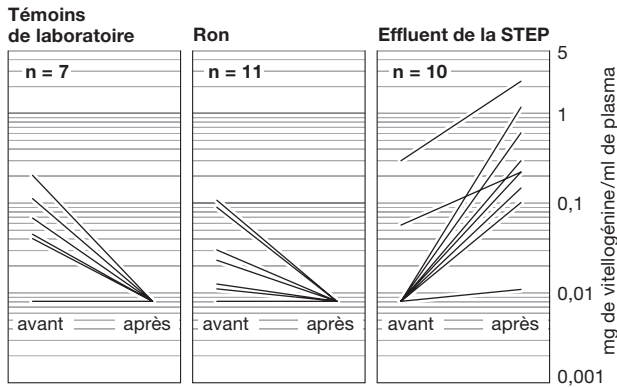


Figure 8: Induction de vitellogénine dans des truites arc-en-ciel mâles (n = nombre de poissons mâles).

- ▶ forte probabilité d'exclure les résultats faussement négatifs,
- ▶ identification d'échantillons dont les composants à effets endocriniens présentent des concentrations inférieures à la concentration effective minimale, mais dont le mélange présente une activité œstrogène mesurable,
- ▶ possibilité d'identifier des xénoœstrogènes inconnus dans les échantillons présentant des effets endocriniens.

Concentrations attendues et mesurées dans les effluents de la STEP

Si l'on suppose que le rapport entre hommes et femmes est de 1:1, que 60% des femmes ont leurs menstruations et que 0,8% d'entre elles sont enceintes, on peut considérer qu'un individu moyen (y-compris les hommes) rejette 3,1 µg d'œstradiol par jour. Etant donné le nombre d'habitants de la zone qui alimente la STEP de Rontal et si l'on considère que 50% des hormones stéroïdes sont éliminées dans la station, on peut s'attendre à une concentration en œstradiol des effluents de 1,6 ng/l. On mesure effectivement avec une analyse chimique d'ultra-traces une concentration moyenne de 2,0 ng d'œstradiol par litre d'effluent (Figure 9a). On a calculé de la même manière une concentration d'œthinylestradiol théorique des effluents de 3 ng/l et mesuré une concentration moyenne de 1,5 ng/l, ce qui est en accord avec la valeur attendue (Figure 9a). Par contre, les concentrations élevées en œstradiol et en œstron de l'échantillon B sortent du cadre.

Activité hormonale attendue et mesurée dans les effluents de la STEP

A partir des concentrations mesurées dans les échantillons et des activités œstrogènes relatives des différents perturbateurs endocriniens, il est possible de calculer une activité œstrogène théorique pour chaque échantillon (exprimée en équivalents œstradiol) (Figure 9b). L'œstradiol et l'œthinylestradiol servent de référence et présentent une activité hormonale égale à 1, les produits de dégradation que sont l'œstron et l'œstriol présentent respectivement des activités de 0,474 et de 0,003. Par contre, les produits chimiques industriels ont en général des activités œstrogènes de plusieurs ordres de grandeur plus faibles. Mais étant donné qu'ils peuvent être présents dans l'environnement à des concentrations beaucoup plus élevées que les œstrogènes naturels et de synthèse, il faut se garder de les négliger. Par exemple, le nonylphénol présente une activité hormonale 40 000 fois plus faible que l'œstradiol, mais sa concentration de 1,6 µg/l dans les effluents de la STEP de Rontal est 1000 fois supérieure à celle de l'hormone, ce qui correspond à une activité hormonale de 0,04 ng/l.

Dans notre étude, les activités œstrogènes mesurées dans les tests avec les levures s'accordent généralement avec les valeurs calculées. Seul l'échantillon B se distingue. L'activité œstrogène attendue y est inférieure à la valeur réelle dont elle ne constitue que 60% (Figure 9b). Ceci indique clairement la présence d'autres substances à effets endocriniens dont certaines sont peut-être inconnues et qu'il convient d'identifier par analyse chimique.

Ces études ont clairement démontré la présence de xénoœstrogènes dans les effluents de stations d'épuration qui leur confèrent une activité œstrogène mesurable et induisent chez les poissons mâles exposés une augmentation des concentrations de vitellogénine dans le plasma sanguin. On ignore encore à l'heure actuelle quelle incidence ce type de pollution peut avoir sur la fertilité des poissons et donc sur l'ensemble des populations piscicoles. Il est donc indispensable de poursuivre les recherches dans cette voie afin d'obtenir une image claire et complète de la situation.

Cet article rédigé pour le numéro 53d des EAWAG news, avril 2002, a été remanié avant de paraître dans le fischnetz-info. Vous pouvez obtenir davantage d'informations sur les EAWAG news auprès de Martina Bauchrowitz (e-mail: martina.bauchrowitz@eawag.ch).

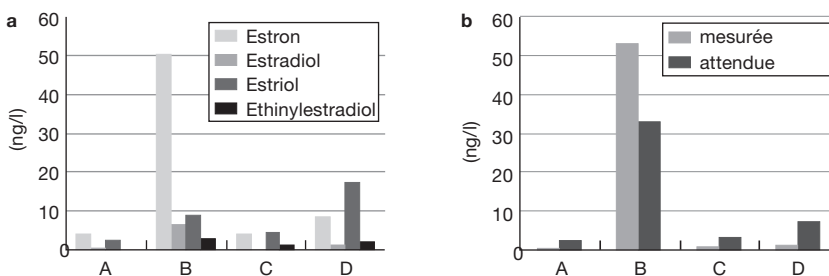


Figure 9: Etude de 4 échantillons prélevés dans les effluents de la station de Rontal. a: Concentrations d'œstrogènes naturels et de synthèse. b: Activités œstrogènes attendues et mesurées exprimées en équivalents œstradiol.

Perturbation des œufs et des alevins de truite fario dans une rivière polluée

Bernd Kobler et Armin Peter (EAWAG)

Il est de notoriété publique que la Wyna subit à hauteur de Teufenthal (canton AG) une forte pollution chimique suite au déversement des effluents de pas moins de quatre stations d'épuration. Cette rivière présente de plus des déficits certains au niveau de la qualité du lit. La présente étude porte sur la capacité de survie et sur le développement embryonnaire des œufs de truite fario dans la Wyna. En vue d'étudier les effets de la pollution sur ces deux paramètres, deux dispositifs expérimentaux d'exposition des œufs ont été installés, l'un dans une zone non contaminée du cours supérieur de la rivière, l'autre dans une zone fortement polluée de son cours inférieur. Les résultats indiquent qu'il est possible de faire la distinction entre les effets délétères dus à la qualité du substrat et ceux causés par une mauvaise qualité des eaux.

Introduction

Dans le cycle vital de la truite fario (*Salmo trutta fario*), ce sont les premiers stades de développement qui sont les plus sensibles. Une mortalité élevée pendant les phases embryonnaires et alevines peut avoir des conséquences dramatiques sur l'ensemble du peuplement piscicole. La truite fario fraie dans le gravier; c'est là que les œufs se développent jusqu'à ce que les alevins quittent le substrat de la rivière pour commencer à s'alimenter. Il est donc primordial de distinguer les perturbations dues à une mauvaise qualité des eaux et celles causées par des déficits au niveau du lit de graviers. L'obturation de l'espace interstitiel du lit par des sédiments fins (appelée colmatage) est un facteur de dysfonctionnement bien connu. Mais d'autres facteurs tels qu'un stress dû à des conditions de température ou de pH défavorables, une alimentation insuffisante en oxygène ou même un choc mécanique peuvent également amoindrir les chances de survie des truites dans leurs premiers stades de développement. De plus, certaines substances toxiques tels que l'ammoniac, les nitrites ou d'autres produits chimiques peuvent compromettre directement la survie des œufs et des alevins. Une étude détaillée du développement d'œufs délibérément placés dans des zones contaminées et non contaminées d'un cours d'eau couplée à celle des taux de mortalité permet de déterminer le degré de contamination du milieu ainsi que d'en identifier la nature. A l'aide d'une méthode expérimentale appropriée, il est possible de savoir si les problèmes qui surviennent dans les premières phases de développement sont dus à la qualité des eaux ou à celle du substrat.

Méthode

Plus de 2000 œufs de truite fario ont été placés juste après fécondation dans des boîtes Vibert implantées à l'intérieur du substrat ou dans des «incubateurs» déposés sur le lit.

L'expérience a été menée en parallèle dans une zone contaminée du cours inférieur de la Wyna (à hauteur de Teufenthal; 7 incubateurs et 10 boîtes Vibert) et dans une zone non affectée de son cours supérieur (à hauteur de Beromünster; 7 incubateurs et 9 boîtes Vibert).

Les incubateurs sont constitués de plaques de plexiglas de 1 cm d'épaisseur comprenant chacune 60 perforations et recouvertes d'une grille perforée. Chaque perforation de la plaque peut abriter un œuf. Ces dispositifs sont fixés au fond de la rivière de manière à ce que les œufs soient au contact de l'eau libre. Ces incubateurs permettent un contrôle régulier des différents stades de développement même après éclosion.

Le dispositif des boîtes Vibert comprend des boîtes en plastique perforé remplies de gravier, placées dans le lit de la rivière et pouvant abriter plusieurs œufs à la fois. Le taux de mortalité des œufs placés dans le lit de graviers peut être déterminé jusqu'à peu de temps avant l'éclosion après laquelle les alevins peuvent quitter les boîtes par des fentes prévues à cet effet.

Résultats et discussion

Les taux de mortalité des œufs exposés ont été déterminés jusqu'à peu de temps avant l'éclosion. A l'intérieur du lit de graviers (dans les boîtes Vibert) ils étaient beaucoup plus élevés dans le cours inférieur ($70 \pm 20\%$, $n = 9$) que dans le cours supérieur de la Wyna ($21 \pm 19\%$, $n = 10$), alors qu'à la surface du lit (incubateurs) les œufs du cours inférieur présentaient des taux de mortalité nettement plus faibles ($29 \pm 10\%$, $n = 7$) que les œufs incubés à l'intérieur du substrat. La mortalité élevée des œufs dans le lit du cours inférieur peut être attribuée à une accumulation de sédiments fins dans les boîtes Vibert. Ce phénomène ne s'est pratiquement pas produit au sein du lit du cours supérieur ou dans les incubateurs placés à la surface du fond de la zone contaminée comme de la zone non contaminée. Les sédiments fins accumulés dans l'espace interstitiel peuvent limiter les échanges d'eau et donc l'approvisionnement en oxygène. Comme les œufs ont besoin de quantités croissantes d'oxygène au cours de leur développement, on peut supposer qu'un seuil minimal a été atteint dans le cours inférieur. Il est également probable que les taux de mortalité avaient continué à augmenter après l'éclosion jusqu'à l'émergence des alevins.

Les essais menés à la surface du lit de graviers (incubateurs) ont permis une détermination plus fréquente et plus détaillée des taux de mortalité. A la faveur de contrôles réguliers, une accumulation excessive de sédiments fins dans les dispositifs a pu être évitée. L'hypothèse d'une alimentation déficitaire en oxygène dans la zone contaminée peut être rejetée étant donné que l'on y a mesuré des concentrations en oxygène supérieures à 9 mg/l dans l'eau courante (à titre de comparaison: les truites fario ont besoin d'au moins 7,1 mg O₂/l). Les taux de mortalité avant éclosion

sont à peine plus élevés dans le cours inférieur que dans le cours supérieur de la Wyna. Par contre, ils augmentent de manière sensible dans le cours inférieur après éclosion et finissent même par atteindre 100% dans certains incubateurs (Figure 10).

On observe également des perturbations de la vitesse de développement des embryons. Dans le cours inférieur, l'éclosion se produit avec un certain décalage par rapport à la date calculée à partir de la température de l'eau (Figure 11). Ce phénomène n'est probablement pas dû à une mauvaise oxygénation du milieu mais plutôt à une pollution chimique des eaux. Aucun décalage n'a pu être constaté dans le cours supérieur (Figure 11).

Au cours des essais, des concentrations élevées en nitrites ($2,9 \pm 17 \mu\text{g N/l}$; intervalle: 10–59 $\mu\text{g N/l}$) et en ammoniacque ($22 \pm 26 \mu\text{g N/l}$; intervalle: 5–79 $\mu\text{g N/l}$) ont été mesurées dans les eaux du cours inférieur de la Wyna. Ces valeurs dépassent parfois largement les objectifs de qualité fixés pour les eaux suisses (20 $\mu\text{g N/l}$ pour les nitrites et l'ammoniacque) et sont en partie supérieures au seuil de toxicité admis pour les poissons et leurs œufs (56 $\mu\text{g N/l}$ pour l'ammoniacque et 30 $\mu\text{g N/l}$ pour les nitrites).

Conclusion

Nos essais ont montré qu'il était possible et judicieux de faire la distinction entre la qualité du substrat et celle des eaux. Cette démarche permet une caractérisation plus différenciée des problèmes qui surviennent dans les cours d'eau étudiés. La mauvaise qualité de l'eau et la forte charge en sédiments fins du cours inférieur de la Wyna sont responsables de nombreux dysfonctionnements d'ordre biologique. Les perturbations liées à la qualité des eaux que nous avons observées au niveau du développement embryonnaire et des taux de

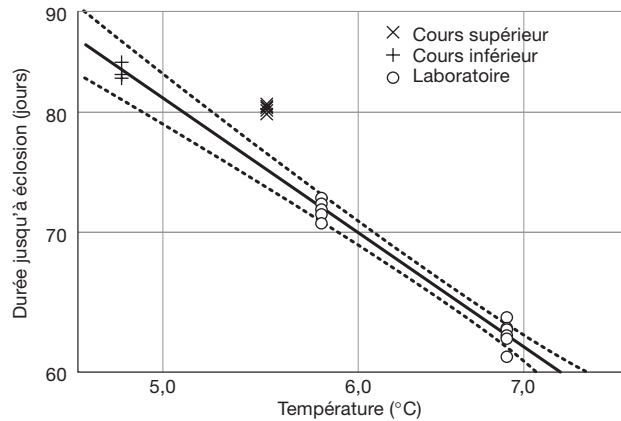


Figure 11: Le temps nécessaire au développement embryonnaire jusqu'à l'éclosion dépend de la température moyenne de l'eau (échelle log-log). La droite de régression (en trait plein) et l'intervalle de confiance (0,99; entre les lignes en pointillés) ont été calculés à partir de deux essais de laboratoire effectués à différentes températures.

mortalité peuvent s'expliquer par des concentrations trop élevées en ammoniacque et en nitrites. Mais il n'est pas exclu que d'autres substances chimiques non mesurées compromettent également la survie et le bon développement des œufs et des alevins de truite fario. D'après nos estimations, moins de 4% des œufs placés dans le lit de graviers du cours inférieur ont pu dépasser les premiers stades de développement. Notre étude montre clairement que la capacité des truites fario à se reproduire de façon naturelle est fortement réduite dans le cours inférieur de la Wyna.

Etat de la faune aquatique dans l'hydrosystème rhodanien

Stefan Küttel et Vivianne Uhlmann (EAWAG)

Le Rhône valaisan et ses affluents ont subi de fortes perturbations anthropiques. Dans le cadre de deux travaux de diplôme, des études ont été menées pour déterminer l'influence de la morphologie et de l'hydrologie de ces cours d'eau sur la faune qu'ils abritent (truite fario et invertébrés des berges). Les résultats indiquent que la structure des rivières joue un rôle déterminant dans les processus de reproduction de la truite. Par contre pour la faune des berges, c'est plutôt le régime hydrologique qui importe.

Introduction

Le Rhône a subi deux rectifications importantes et, à de rares exceptions près (comme dans la forêt de Finges), le fleuve est endigué sur l'ensemble du tronçon valaisan. Son hydrologie et celle de ses affluents ont été fortement modifiées suite à la construction de nombreuses centrales hydroélectriques. En collaboration avec le FNP, l'EAWAG s'est engagé

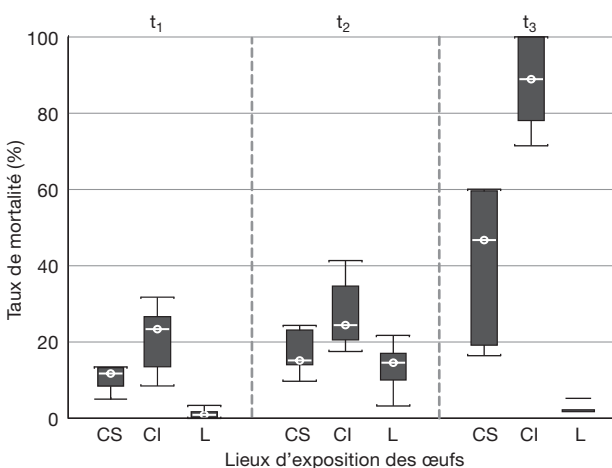


Figure 10: Taux de mortalité en pourcentage des œufs de truites fario placés à la surface du lit de graviers dans une zone non contaminée du cours supérieur de la Wyna (CS) et dans une zone contaminée de son cours inférieur (CI) ainsi que d'œufs témoins observés en laboratoire (L). t₁: avant éclosion; t₂: entre le stade d'œuf embryonné et l'éclosion; t₃: après éclosion.

dans un projet, le projet Rhône/Thur, visant entre autres à étudier la qualité habitacionnelle du Rhône. Dans ce cadre, deux travaux de diplôme ont été consacrés aux effets de cet hydrosystème fortement anthropisé sur la faune aquatique.

Le premier travail de diplôme porte sur les zoocénoses (communautés d'invertébrés) des berges qui présentent une morphologie et à une hydrologie plus ou moins modifiées, notamment du Rhône. Ce travail comprend d'une part une étude des effets de variations morphologiques et hydrologiques sur la composition et la distribution des zoocénoses des berges et d'autre part une comparaison entre l'influence des crues naturelles et celle d'un régime d'éclusées (variations brusques du niveau des rivières imputables à l'ouverture et la fermeture rapides des vannes des usines hydro-électriques) sur ces communautés.

Le deuxième travail de diplôme est consacré aux affluents du Rhône dans le Valais. Il comprend une description des rivières et fleuves de fond de vallée ainsi qu'une étude du potentiel de reproduction de la truite fario dans les affluents qui s'appuie elle-même sur des informations détaillées concernant les effets de la morphologie et de l'hydrologie des cours d'eau sur la fonction reproductive de ce poisson. Ce travail comprend d'autre part une détermination de la biodiversité des canaux de dérivation et une évaluation de l'importance de ces cours d'eau pour la conservation des populations de truite fario. On sait par exemple que la truite fario n'est pratiquement pas en mesure de se reproduire dans le Rhône.

Zoocénoses des berges

Sites d'étude et méthodes employées

Plusieurs sites d'étude ont été sélectionnés le long du Rhin, du Rhône, de la Singine, de la Thur et du Tagliamento (Frioul, Italie). Ces cours d'eau se distinguent par la nature et l'importance des modifications apportées par l'homme à leurs caractéristiques morphologiques et hydrologiques.

Les communautés des berges sont composées aussi bien d'organismes terrestres que d'organismes aquatiques. Les premiers ont été récoltés à la main, les autres ont été prélevés à l'aide d'un appareil spécial («Hess-Sampler») à 3 profondeurs différentes (0–10 cm, 10–30 cm et 30–50 cm). Les

animaux entraînés par le courant ont pu être recueillis grâce à des filets. Tous les organismes prélevés ont été fixés avant d'être transportés au laboratoire où ils ont été déterminés au moins jusqu'au genre.

Résultats et discussion

Une comparaison entre le Rhône, le Rhin postérieur (Hinterrhein) et la Thur montre qu'il existe une corrélation entre altérations morphologiques d'une part et baisse de la biodiversité et de la densité de la faune aquatique d'autre part (Tableau 5). Dans le cas du Rhône, soumis à un fort régime d'éclusées, un nombre plus important d'organismes en dérive (drift) a été enregistré par rapport à la Thur avec une hydrologie naturelle. On suppose que la taille des animaux présents est elle aussi influencée par l'hydrologie du milieu. Dans un régime d'écoulement naturel, même les animaux de petite taille peuvent se maintenir dans les habitats sans être entraînés. On trouve sur les berges du Rhône beaucoup moins de carabidés, qui sont les premiers à occuper les zones asséchées, que dans les deux autres cours d'eau étudiés.

Si l'on compare les effets d'une crue naturelle avec ceux d'une phase d'éclusée, on observe que le nombre d'animaux présents est quasiment constant dans le deuxième cas, que l'eau monte ou qu'elle descende. La situation est tout à fait différente dans le cas d'une crue, où le nombre d'organismes diminue quand le niveau monte et augmente à nouveau quand le niveau baisse. On trouve normalement sur les berges un nombre très important d'espèces ainsi qu'une forte densité faunistique étant donné que ces milieux rassemblent des espèces terrestres et aquatiques. Un régime d'éclusées provoque une chute importante de la densité de la faune, un fort taux de dérive et enfin la disparition de certaines espèces. Par rapport à des sites présentant une hydrologie intacte, on constate l'absence d'espèces adaptées à une alternance entre assèchement et immersion. La comparaison présentée dans le tableau 5 montre que l'hydrologie a une influence plus importante sur les organismes que la morphologie du milieu. Il semble donc que l'hydrologie soit le facteur décisif pour l'établissement et le maintien des zoocénoses de berge. Il n'a cependant pas été possible

	Rhône	Rhin postérieur	Thur
Hydrologie	perturbée	perturbée	naturelle
Morphologie	perturbée	naturelle	naturelle
<i>Faune aquatique</i>			
Taxa ETP	3	5	10
Densité (Ind. m ⁻²)	150–3400	360–1800	14 000–32 000
Rapport dérive/benthos	0,02	Pas de données	0,002
Nombre d'individus /g MS	5–170	3–70	320–1200
<i>Faune terrestre</i>			
Part de carabidés dans la faune observée (%)	2,5	33	56

Tableau 5: Comparaison des zoocénoses des berges de 3 tronçons présentant différents degrés de perturbations et sélectionnés sur le Rhône, le Rhin postérieur, et la Thur.

Taxa ETP: E: éphéméroptères, T: trichoptères, P: plécoptères.

Rapport dérive/benthos: mesure de la dérive des invertébrés. Plus cette valeur est élevée, plus la dérive est importante.

Nombre d'individus/g MS (matière sèche): indication de la taille des animaux observés. Plus cette valeur est élevée, plus ils sont petits.

de mettre en évidence des rapports de cause à effet étant donné que d'autres facteurs non étudiés ici sont également susceptibles d'intervenir.

Les affluents valaisans du Rhône

Sites d'étude et méthodes employées

La zone d'étude englobe tous les affluents du Rhône situés entre Brigue et Martigny.

Pour évaluer l'influence potentielle de la nature des cours d'eau sur la reproduction des poissons, l'état de 28 cours d'eau a été déterminé à l'aide de la méthode d'appréciation du «Module d'écomorphologie, Niveau R». On a de plus procédé dans chaque cours d'eau à une notation du substrat de fraye et des abris disponibles pour les poissons selon une échelle à 3 classes ainsi qu'à une évaluation des obstacles qu'il présente. Comme la truite est en mesure de franchir un obstacle d'environ 70 cm de haut, on a considéré que tous les tronçons situés en amont d'obstacles de plus d'1 m de haut étaient inaccessibles. Dans 21 cours d'eau, des prélèvements d'alevins de truite fario ont été réalisés par pêche électrique effectuée sur au moins 100 m en un seul passage et sans délimitation physique de la zone de pêche. La présence d'alevins dans ces cours d'eau est révélatrice de reproduction naturelle puisqu'aucun n'a fait l'objet d'alevinages. Les prélèvements ont été complétés par une appréciation de la qualité morphologique (étendue des endiguements) et hydrologique (influence des aménagements hydroélectriques) des sites pêchés. Lors de l'étude des canaux, on a tenté de dresser un inventaire aussi complet que possible de la faune piscicole pour rendre compte de sa biodiversité.

Résultats et discussion

La plupart des cours d'eau étudiés sont dans un piètre état écomorphologique. Seuls 3% d'entre eux sont encore dans un état naturel. 2 des 28 rivières et fleuves étudiés présentent encore un milieu potentiellement favorable à une reproduction naturelle de la truite fario. 10 cours d'eau pêchés sur 21 abritaient des alevins, mais en général en très petit nombre. Ainsi, les prélèvements effectués en 2001 n'ont permis d'identifier que 3 cours d'eau abritant plus de 10 alevins pour 100 m² le jour de la pêche. Des rivières dans un tel état ne peuvent pas contribuer au maintien des populations de truite dans le Rhône. Nos études indiquent que la morphologie des cours d'eau joue un rôle plus important pour la reproduction des poissons que leur régime hydrologique.

Dans les canaux, 7 espèces piscicoles ont été identifiées. Les pêcheurs de la région font état de 11 espèces, les services des pêches en comptent 28. Mais il faut souligner que la majorité de ces 28 espèces se concentrent autour du lac Léman. La biodiversité des cours d'eau étudiés est jugée faible étant donné que certaines espèces sont absentes de la zone d'étude alors qu'elles devraient y être représentées.

Conclusion

L'hydrosystème rhodanien est fortement influencé par l'homme. D'un point de vue écologique, ce système est dans un mauvais état tant morphologique qu'hydrologique, ce qui peut avoir une influence fort néfaste sur les communautés faunistiques. La faune piscicole souffre principalement de problèmes de structure des habitats aquatiques alors que les invertébrés colonisant les berges sont plutôt perturbés par les régimes d'éclusées. Des déficits à ce niveau peuvent à leur tour avoir des répercussions tout le long de la chaîne trophique et donc atteindre indirectement les poissons. Il n'est cependant pas possible de mettre en évidence des rapports de cause à effet définitifs étant donné qu'ici aussi d'autres facteurs non étudiés sont également susceptibles de jouer un rôle.

Les pêcheurs vus par eux-mêmes – Comportement, motivation et degré de satisfaction de 1980 à nos jours

Un sondage réalisé dans cinq cantons suisses

Hans-Joachim Mosler, Micha Bânteli, Olivier Soligo (Département de psychosociologie I, Université de Zurich), Christa Mosler-Berger (Infodienst Wildbiologie und Ökologie, Zurich)

Le nombre de poissons capturés dans les cours d'eau suisses a connu une chute dramatique au cours des 20 dernières années. Le projet «Fischnetz» consacré à l'étude des causes de ce phénomène est basé sur 12 hypothèses de travail. Notre étude s'inscrit dans le cadre de l'hypothèse n° 10 qui suggère que la baisse des taux de capture soit liée à une moindre assiduité des pêcheurs suisses et ne serait donc pas nécessairement synonyme d'une régression des populations de poissons. C'est pour tenter de vérifier ou d'infirmer cette hypothèse que les pêcheurs suisses ont été interrogés dans le cadre d'un sondage sur leurs habitudes et les changements qu'elles ont connus au cours des 20 dernières années.

La taille des peuplements faunistiques ne peut en général être évaluée qu'à l'aide de méthodes assez laborieuses – le cas des populations piscicoles pose encore quelques problèmes supplémentaires. Les statistiques de pêche sont alors une aide précieuse qui permet de dégager des tendances évolutives à long terme sur les prises de pêche. Ces données ne livrent cependant qu'une estimation très approximative de l'état des peuplements, le nombre de captures ne dépendant pas uniquement du nombre de poissons disponibles, mais également entre autres de l'assiduité des pêcheurs. Si le degré de motivation et de satisfaction des pêcheurs et donc leur comportement ont changé au cours des 20 dernières années, cette tendance peut également apparaître dans les statistiques de pêche.

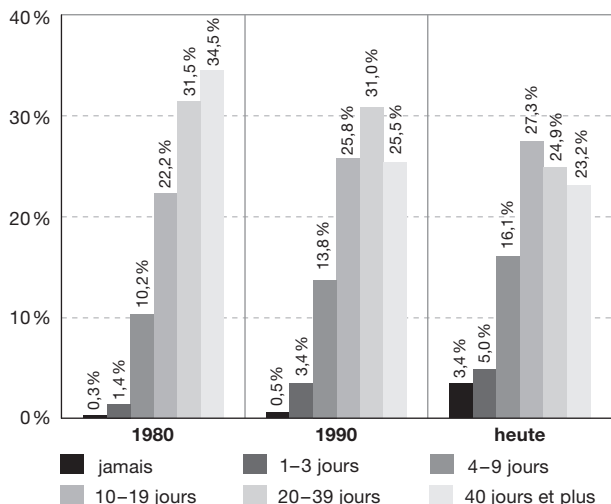


Figure 12: Fréquences des réponses données par les pêcheurs à la question: Combien de jours consacrez-vous ou consacriez-vous en moyenne à la pêche au cours d'une saison? (1980 n = 699, 1990 n = 848, aujourd'hui n = 966).

Cantons ayant participé à l'enquête

Cinq cantons dans lesquels l'accès aux adresses des pêcheurs était possible ont été choisis pour mener l'étude: Les cantons BE et UR qui pratiquent l'octroi de permis et les cantons AG, LU et SG qui pratiquent l'affermage de lots de pêche. Ce choix permet d'intégrer à l'enquête aussi bien la région alpine (BE, UR) que les Préalpes (BE, LU, SG) et le Plateau (AG, BE, LU, SG). La limitation à cinq cantons autorise également un dépouillement des données canton par canton, l'échantillonnage étant assez important dans chacun d'eux. Le questionnaire d'enquête a été envoyé à 1800 pêcheurs et complété par 57% d'entre eux. Pour éviter tout biais, une enquête téléphonique a été de plus réalisée à l'aide

d'un questionnaire simplifié auprès de 100 pêcheurs n'ayant pas répondu la première fois et auprès de 200 pêcheurs ayant cessé leur activité. Les résultats présentés ici ne concernent que les 57% de pêcheurs ayant complété le questionnaire par écrit.

Une baisse de l'assiduité des pêcheurs

D'éventuels changements au niveau de l'assiduité des pêcheurs se répercutent directement sur les statistiques de pêche portant sur plusieurs années. Ce facteur qui correspond à l'intensité de pêche se mesure par la fréquence et la durée des parties de pêche. Les pêcheurs ont été interrogés sur le nombre de jours qu'ils passent en moyenne par saison de pêche au bord de l'eau. Les résultats montrent notamment que le nombre de pêcheurs consacrant plus de 20 jours par an à leur activité a baissé au cours des 20 dernières années (Figure 12). Alors qu'en 1990, environ 65% des pêcheurs appartenaient à cette catégorie, ils ne sont plus qu'un peu moins de 50% aujourd'hui. En 1990, les pêcheurs consacraient en moyenne 20 à 39 jours à la pêche contre 10 à 19 jours à l'heure actuelle. La durée de séjour au bord de l'eau est par contre restée constante, de l'ordre de 3 à 5 heures. Le manque de temps est l'argument le plus souvent cité pour expliquer cette baisse de fréquentation.

Degré de satisfaction des pêcheurs par rapport aux cours d'eau

Les pêcheurs qui pratiquent depuis de nombreuses années ont constaté au cours des dernières années des changements au niveau des cours d'eau qu'ils fréquentent régulièrement et dont ils sont de plus en plus mécontents (Figure 13). D'après les réponses qu'ils ont apportées à différentes questions, les pêcheurs ont une opinion de plus en plus négative des rivières en tant qu'habitat pour les poissons et par rapport à leur conception et leur perception du paysage. Le but d'un tel questionnaire n'est pas de livrer une appréciation objective de la qualité et de l'état des cours d'eau, mais plutôt de mettre en évidence les raisons subjectives qui pourraient expliquer un mécontentement croissant et des changements de comportement des pêcheurs. L'enquête a de plus révélé que le choix d'une place de pêche se fait plutôt selon des critères paysagers qu'en fonction du succès de pêche escompté. Le besoin croissant de calme, cité aujourd'hui par 40% des pêcheurs comme critère de choix d'un endroit de pêche (contre 26% en 1980), se heurte à toute une palette d'éléments considérés comme dérangeants (par ex. les oiseaux piscivores, les promeneurs ou pique-niqueurs, les constructions modifiant le paysage). Le fait est tout de même que la plupart des pêcheurs restent fidèles à leurs coins de pêche qu'ils ne délaissent qu'exceptionnellement et pour de bonnes raisons comme une raréfaction importante des prises ou des aménagements de la rivière. Les dérangements tels que ceux cités plus haut

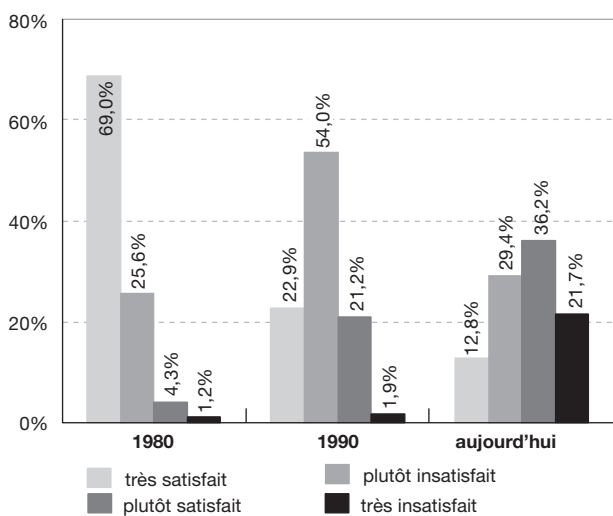


Figure 13: Fréquences des réponses données par les pêcheurs à la question: Quel est votre degré de satisfaction par rapport au cours d'eau que vous fréquentez régulièrement depuis des années? (1980 n = 677, 1990 n = 822, aujourd'hui n = 964).

ne poussent même pas un quart des pêcheurs à quitter leur endroit favori.

Statistiques de pêche et état des peuplements

piscicoles

L'augmentation de l'effort nécessaire pour capturer un poisson, la baisse de la qualité des cours d'eau et de leurs abords, telles que perçues par les pêcheurs, ne poussent pas à maintenir constante l'assiduité de pêche. Le manque de temps produit le même effet: les pêcheurs suisses vont moins souvent à la pêche qu'il y a 20 ans. La baisse des taux de capture constatée depuis deux décennies ne s'explique donc pas uniquement par une régression des populations de poisson mais également par une moindre intensité de pêche. Il faudrait pourtant que cette intensité soit constante pour que l'on puisse utiliser les statistiques de pêche pour étudier l'évolution des peuplements piscicoles et donc s'en servir d'aide à la décision dans la gestion piscicole. (Un rapport complet sur cette enquête est en préparation. L'étude a été financée par l'OFEFP).

«Fischnetz»-Projets et priorités dans le dernier tiers

Patricia Holm (EAWAG)

Le projet «Fischnetz» s'est fixé pour sa durée de 5 ans plusieurs objectifs: documenter la baisse des taux de capture (plus de 40%) observée dans les eaux suisses et étudier les perturbations de la santé des poissons, en analyser les causes, établir un catalogue de mesures envisageables et préparer leur mise en œuvre. Une dernière étape doit enfin être consacrée au contrôle de la réussite du projet. Sont impliqués dans celui-ci l'EAWAG, l'OFEFP, l'ensemble des cantons, l'industrie chimique et la Fédération suisse de pêche. L'étude est fondée sur 12 hypothèses de travail qui englobent plusieurs catégories de facteurs de causalité (variabilité régionale de facteurs, augmentation des températures, modification du régime hydrologique, état de santé du poisson, reproduction naturelle, effets des polluants, modifications de la qualité des habitats, modification qualitative et/ou quantitative de la nourriture disponible, gestion piscicole, changement de comportement des pêcheurs, prédation piscivore).

Etat actuel des travaux

Les questions suscitées par les 12 hypothèses sont traitées dans différents sous-projets appelés projets partiels. En ce moment, 40 projets partiels sont en cours, 35 sont arrivés à leur terme et 6 nouveaux projets sont prévus. Un contact étroit a de plus été établi avec 13 autres projets suisses. Cet aspect souligne bien le caractère intégratif du «Fischnetz».

En effet, bien qu'il ne puisse lui-même initier et financer qu'un nombre restreint de projets partiels, il peut compter sur les résultats de nombreux autres projets pour résoudre les problèmes qu'il s'est posés. Les projets partiels diffèrent de par leur taille, les institutions qu'ils impliquent et le financement qu'ils demandent.

Projets prévus

Au cours du dernier tiers de la durée du «Fischnetz», les travaux seront focalisés sur les principales questions non encore résolues qui seront traitées dans un certain nombre de projets partiels.

L'un de ces projets portera sur les variations régionales des facteurs d'influence et sur une localisation géographique des effets observés. Il rassemblera pour cela les résultats de divers autres projets partiels. Pour mieux visualiser les situations complexes et réaliser des regroupements en fonction de paramètres donnés, ce projet partiel fera appel au SIG (Système d'information géographique). On verra alors sans doute apparaître certaines tendances, relations ou distributions qui permettront une analyse ciblée des données.

Un autre projet partiel sera consacré à diverses modélisations à partir des données disponibles. Etant donné que différents facteurs ont une influence sur les populations piscicoles, les modèles démographiques sont un bon instrument pour évaluer l'importance de leurs effets et simuler d'éventuelles rétroactions.

Sur le projet «domaines d'étude» encore en cours, qui prévoit déjà l'étude d'un grand nombre de facteurs d'influence (effectif des populations, qualités habitationnelles, état de santé des poissons, potentiel reproductif, propriétés physico-chimiques, etc.), vient en plus se greffer une étude détaillée de l'influence des pesticides sur les poissons et leurs populations. La nocivité de cette catégorie de produits est liée à leur mode d'utilisation dans ses dimensions spatiale et temporelle. On compte actuellement des centaines de pesticides employés auxquels viennent s'ajouter au moins autant de composés intermédiaires qui sont synthétisés entre le lieu d'application des produits d'origine et les systèmes aquatiques. La durée d'application est d'autre part généralement limitée dans le temps, ce qui fait que de nombreux rejets ne sont pas repérés par des mesures ponctuelles. Ce projet partiel fait appel à une analyse quantitative et à une évaluation écotoxicologique d'un certain nombre de pesticides choisis dans le but de savoir si l'emploi de ces produits peut avoir une part de responsabilité dans les dysfonctionnements observés au niveau des poissons et de leurs populations.

Le projet partiel «étude d'effets» recense tous les sites («points chauds») dans lesquels des effets ont été observés sur les poissons. En parallèle se déroule le projet «étude d'immissions» qui recense quant à lui toutes les données disponibles sur les mesures chimiques effectuées dans les

eaux suisses. Dans une troisième étape, on tentera d'établir un lien éventuel entre les effets et perturbations observés et les valeurs mesurées sur les «points chauds». Une évaluation écotoxicologique basée sur des données bibliographiques sera ici aussi mise à contribution.

Un autre projet partiel est consacré à l'étude des dysfonctionnements de la reproduction chez la truite. La question d'une éventuelle implication de composés œstrogènes ou de substances à effets endocriniens dans la perturbation des populations piscicoles sera étudiée avec une attention particulière. Bien que des effets aient déjà été observés chez des individus isolés, on ignore encore si ces substances ont une action perceptible au niveau des populations ou même à celui des biocénoses (se traduisant par exemple par une baisse de densité des peuplements). Le projet SAFE (Endocrine disruptors in Switzerland: Assessment of fish exposure and effects) qui s'inscrit dans le cadre du Programme national de recherche «Perturbateurs endocriniens» est consacré à l'étude de ces aspects.

L'hypothèse n° 9 s'interroge sur l'adéquation des mesures de gestion et si elle n'aurait pas elle-même une part de responsabilité dans la chute des taux de capture. Il est donc prévu de mener une étude bibliographique sur les effets de différentes formes de gestion. Il conviendra cependant d'être particulièrement prudent et de s'assurer que ces données sont bien valables et extrapolables à la situation de la Suisse.

Un autre projet partiel se penche sur la fréquence et l'intensité des crues hivernales entraînant un charriage important ainsi que d'éventuelles variations survenues au cours des 20 dernières années. Il s'appuie sur un dépouillement des données hydrologiques dont on dispose sur les domaines d'étude. Le projet comprend également une étude de l'effet des crues sur le succès de reproduction de la truite fario.

Synthèse et rapport final

En plus du traitement des nouveaux projets partiels cités, il nous incombe maintenant de faire la synthèse des résultats de tous les projets partiels et de procéder à une évaluation finale de l'importance des différents facteurs d'influence dégagés. La réalisation du rapport final est déjà entamée, les tâches sont réparties entre les acteurs du projet et un colloque de clôture est prévu pour novembre de l'année prochaine. Le rapport final contiendra diverses propositions pour les démarches à venir ainsi qu'un catalogue de mesures correctrices envisageables.

Perspectives

Sur notre page Internet www.fischnetz.ch, vous trouverez des informations actuelles sur tous les aspects du projet «Fischnetz» et sur les projets partiels prévus..

Agenda

► La prochaine **conférence des directeurs et directrices de projets partiels** se tiendra à l'automne 2002 à Olten (Buffet de la gare). Toutes les personnes impliquées dans les projets partiels y sont cordialement invitées.

Mardi 22 octobre 2002

Prière de s'inscrire avant le 15 octobre 2002.

Cours de formation continue de l'EAWAG en rapport avec le «Fischnetz»:

► Les poissons dans les lacs et cours d'eau suisses

28–30 octobre 2001

La faune piscicole de nos lacs et cours d'eau. Espèces, modes de vie et habitats.

Responsables: Rudolf Müller, Armin Peter

► Cours d'écotoxicologie

11–13 mars 2003

Module principal R: Evaluation des risques

Bases de l'évaluation des risques (cas des sites contaminés, accidents, évaluation des risques pour la santé et l'environnement, éco-bilans, détection précoce).

Responsables: Kristin Becker (EPFL), Renata Behra, Herbert Güttinger, Joseph Tarradellas (EAWAG)

De plus amples informations sur les cours peuvent être obtenues auprès: Herbert Güttinger, tél. 01 823 50 23, herbert.guettinger@eawag.ch ou sur le site www.peak.eawag.ch.

La **Journée d'information 2002** de l'EAWAG consacrée aux «Cours d'eau alpins – une diversité fragile menacée» aura lieu le **mardi 29 octobre 2002** de 9 h 30 à 16 h 30 à l'EPF de Zurich. Pour plus d'informations, veuillez contacter Yvonne Uhlig, téléphone 01 823 53 92, yvonne.uhlig@eawag.ch.

