

**fischnetz**

Kurzbericht des Projekts «Netzwerk Fischrückgang Schweiz», Januar 2004

# DEM FISCHRÜCKGANG AUF DER SPUR

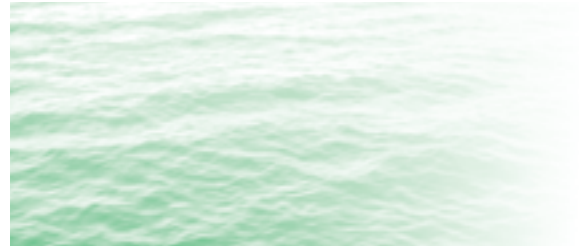
Trägerschaft des Projekts «Fischnetz»:

Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (EAWAG)  
Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL)

Kantone Aargau (AG), Appenzell Innerrhoden (AI), Appenzell Ausserrhoden (AR), Bern (BE),  
Basel-Landschaft (BL), Basel-Stadt (BS), Freiburg (FR), Genf (GE), Glarus (GL), Graubünden (GR),  
Jura (JU), Luzern (LU), Neuenburg (NE), Nidwalden (NW), Obwalden (OW), St. Gallen (SG),  
Schaffhausen (SH), Solothurn (SO), Schwyz (SZ), Thurgau (TG), Tessin (TI), Uri (UR), Waadt (VD),  
Wallis (VS), Zug (ZG), Zürich (ZH) und Fürstentum Liechtenstein (FL).

Schweizerische Gesellschaft für Chemische Industrie (SGCI)  
Schweizerischer Fischerei-Verband (SFV)  
Zentrum für Fisch- und Wildtiermedizin (FIWI), Universität Bern  
Universität Basel





# DEM FISCHRÜCKGANG AUF DER SPUR



## INHALT

Was ist mit den Fischen los?	3
Auf der Suche nach den Ursachen	6
Was können wir tun?	18
Ausblick	23



## WAS IST MIT DEN FISCHEN LOS?

Leere Fangkörbe, unzufriedene AnglerInnen, Berichte über immer mehr Fische mit Krankheiten oder Organveränderungen – seit einigen Jahren mehren sich die Hinweise, dass es den Fischen in Schweizer Gewässern nicht gut geht. Die aktuellen Zahlen des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) zeigen beispielsweise, dass seit Beginn der 1980er Jahre in den Schweizer Fliessgewässern immer weniger Bachforellen gefangen werden. Dieser Fangrückgang verläuft in den einzelnen Gewässern jedoch unterschiedlich rasch und hat unterschiedlich früh begonnen. Bei den Äschen schwanken die Fangzahlen – es scheint sowohl Phasen mit Rückgängen als auch Anstiege zu geben. Die Fangzahlen der AnglerInnen sind jedoch nur ein Indiz für einen Fischrückgang; wir werden in dem Abschnitt «Der Einfluss der Bewirtschaftung» auf Seite 6 noch einmal auf diesen Aspekt zu sprechen kommen. Auch direkte Bestandesmessungen deuten auf einen Fischrückgang hin. So fanden Wissenschaftler beispielsweise heraus, dass es seit Anfang der 1980er Jahre immer weniger Rotaugen im Hochrhein gibt und dass in verschiedenen Gewässern die Bestände der Nase abnehmen.

Es gibt mehrere Gründe, das leise Verschwinden der Fische ernst zu nehmen und über Konsequenzen nachzudenken:

- Kranke Fische und abnehmende Bestandeszahlen zeigen an, dass der ökologische Zustand der Gewässer schlecht ist. Dies ist ein Warnsignal, denn Gewässer stehen miteinander und mit ihrer Umgebung in enger Wechselbeziehung – sie sind sozusagen das ökologische Rückgrat einer Landschaft. Ein ökologisch guter Zustand der Gewässer ist wesentlich für eine intakte Umwelt und deshalb auch gesetzlich festgelegt.
- Biologische Vielfalt: Schon heute sind von den 54 einheimischen Fischarten nur zwölf nicht bedroht, acht

Fischarten sind in den vergangenen Jahrzehnten bereits ausgestorben.

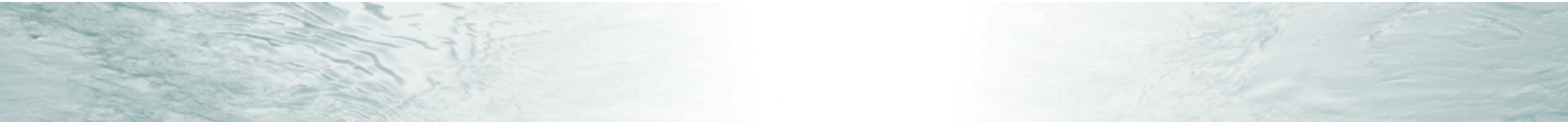
- **Gesundheit:** Abnehmende Fischdichten und eine schlechte Fischgesundheit können eine Belastung der Gewässer mit schädlichen Stoffen anzeigen. Da viele Menschen Wasser aus Uferfiltrat trinken, das aus Oberflächengewässern stammt, macht eine Beeinträchtigung der Fischgesundheit auch im Hinblick auf die menschliche Gesundheit nachdenklich und sollte überprüft werden.
- **Fischereiwirtschaft:** Bleibt der Haken zu häufig leer, erneuern viele AnglerInnen ihre Patente nicht. Das bedeutet Einnahmenverluste für die kantonalen Fischereiverwaltungen und Probleme mit der Pflege und Betreuung von Fischgewässern.

### EIN FISCHNETZ WIRD GEKNÜPFT

Die Bundesinstitutionen Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (EAWAG), BUWAL und einige Kantone riefen Ende 1998 ein Projekt ins Leben, das die Veränderungen für die gesamte Schweiz dokumentieren, die Ursachen für den Fischfangrückgang ergründen und Massnahmen zu deren Behebung entwickeln sollte: das Projekt Netzwerk Fischrückgang Schweiz, kurz «Fischnetz». Wenig später schlossen sich alle übrigen Kantone, das Fürstentum Liechtenstein (FL), der Schweizerische Fischerei-Verband (SFV) und die Schweizerische Gesellschaft für Chemische Industrie (SGCI) dem Projekt an.

Über 100 Fachleute aus Wissenschaft, Behörden, Umweltberatung, Fischereivereinen und der chemischen Industrie arbeiteten in den 77 einzelnen Forschungsprojekten von Fischnetz mit. Noch nie wurden die Fischbestände und -fänge, vor allem der Bachforellen, der

Wo sind die Fische geblieben?  
Fünf Jahre lang haben die ExpertInnen von Fischnetz nach Antworten gesucht. Über 100 Fachleute erforschten Fischgesundheit und Lebensräume, Gewässerbelastung und AnglerInnenverhalten und vieles mehr. Gibt es Antworten? Ja! Die möglichen Ursachen für einen Fischrückgang sind vielfältig und stehen in enger Verbindung zueinander. Einige wichtige Schnittstellen sind nun bekannt – so beispielsweise der Einfluss des Lebensraumes auf die Fische. Doch die Bedeutung weiterer Aspekte bleibt offen und muss noch untersucht werden.



Schweizer Fliessgewässer so intensiv erforscht. Das Projekt endete im Dezember 2003 mit dem Erscheinen eines 180 Seiten starken Schlussberichtes, in dem die Ergebnisse der fünfjährigen Untersuchungen ausführlich erläutert werden. Diese Broschüre hat das Ziel, die wichtigsten Aussagen des Schlussberichtes zusammenzufassen.

Für Fischnetz wendeten EAWAG, BUWAL, das Fürstentum Liechtenstein, die Kantone und die SGCI insgesamt etwa 3 Mio. CHF auf. Wichtig für das Gelingen des Projekts war zusätzlich der grosse persönliche Einsatz von MitarbeiterInnen des BUWAL, der EAWAG, der Kantone, des Zentrums für Fisch- und Wildtiermedizin, der chemischen Industrie und des SFV.

Ein Lenkungsausschuss fungierte als politisches Aufsichtsgremium. Geleitet wurde das Projekt von ExpertInnen aus den Gebieten Fischerei, Fischbiologie, Ökotoxikologie, Abwassertechnologie und Chemie. Die Fachleute waren für die Planung, die wissenschaftliche Leitung und die technische Umsetzung der vom Lenkungsausschuss vorgegebenen Ziele verantwortlich.

In verschiedenen Forschungsprojekten wurden die Fragestellungen zum Fischrückgang bearbeitet. Dabei gab es unterschiedliche Vorgehensweisen: In so genannten Monitoring-Studien wurden viele Fliessgewässer betrachtet, um einen Überblick über die Verbreitung bestimmter Phänomene zu erhalten. Fallstudien ergänzten den in den Monitoring-Studien gewonnenen Überblick: Hier wurden wenige ausgewählte Fliessgewässer, zu denen bereits zahlreiche Daten vorlagen, umfassend untersucht. Ausserdem wurden Daten über Fischfänge und -besatz sowie zur Verbreitung der Fische zusammengetragen. Und schliesslich werteten die WissenschaftlerInnen bereits abgeschlossene Studien aus, um Schlussfolgerungen zu ziehen und so projekt- und regionenübergreifende Hinweise zu erhalten. Der Hauptanteil der von Fischnetz

finanzierten Projekte lag im Bereich dieser Auswertungen, denn hier konnten – mit einem relativ geringen Aufwand – vorhandene Daten vernetzt und unter Berücksichtigung des internationalen Wissens und der für die Schweiz wichtigen Fragestellungen zusammengeführt werden.

Fischnetz war auch ein Netzwerk von Experten: Auf sechs TeilprojektleiterInnen-Konferenzen mit insgesamt 185 Teilnehmenden tauschten sich die an den verschiedenen Projekten Beteiligten aus. Auch externe Fachleute aus der fischereilichen Praxis, der Forschung, den Behörden oder der Privatwirtschaft beteiligten sich an Fischnetz. Bei sechs nationalen und vier internationalen ExpertInnenhearings mit insgesamt 137 TeilnehmerInnen richteten Fischnetz-Mitarbeitende spezielle Fragen an ExpertInnen, diskutierten Vorgehensweisen und entwickelten gemeinsam Massnahmenvorschläge.

#### MÖGLICHE GRÜNDE FÜR DEN FISCHRÜCKGANG

Wer nach Antworten sucht, muss zunächst die richtigen Fragen stellen. Fischnetz hat deshalb verschiedene Arbeitshypothesen aufgestellt und untersucht:

- Die Fische leiden an einer Fortpflanzungsschwäche.
- Den Fischbeständen fehlen genügend nachwachsende Fische.
- Der Fischrückgang ist auf einen schlechten allgemeinen Gesundheitszustand der Fische zurückzuführen, der möglicherweise sogar ihren vorzeitigen Tod verursacht.
- Die Belastung der Gewässer durch Chemikalien beeinträchtigt die Fischgesundheit und führt deshalb zu einem Fischrückgang.
- Ursache für den Fischrückgang sind fehlende oder unzureichende Lebensräume.

- Ein erhöhter Feinsedimentanteil ist verantwortlich für den Fischrückgang.
- Die Fische finden zu wenig Nahrung.
- Der Fischfangrückgang ist die Folge einer zu wenig angepassten fischereilichen Bewirtschaftung.
- Der Forellenfangrückgang ist das Resultat einer geringeren Befischungsintensität.
- Eine gestiegene Zahl Fisch fressender Vögel ist für den Fischrückgang verantwortlich.
- Veränderungen der Wassertemperatur haben zu einem Fischrückgang geführt.
- Der Fischrückgang ist das Resultat eines veränderten Abflussregimes und einer veränderten Geschiebeführung.
- Verschiedene, regional unterschiedliche Faktoren sind Ursache für den Rückgang von Fischbeständen und Fischfang.

Diese verschiedenen möglichen Einflussfaktoren können zum Teil direkte Ursachen eines Fischrückganges sein: Hierzu zählen der mangelhafte Zustand des Lebensraumes, Chemikalien, Feinsedimente, fischereiliche Bewirtschaftung, Befischung, Fisch fressende Vögel, Wassertemperatur und Abflussregime. Andere Hypothesen behandeln hingegen die Auswirkungen der eigentlichen Ursachen – beispielsweise, wenn Fortpflanzung, Nachwuchs, Gesundheit und Fischnahrung untersucht werden. Das Auftreten dieser indirekten Effekte liefert dementsprechend noch keinen Hinweis auf die Ursachen einer Störung. Im Gegenteil: Häufig kommen mehrere Gründe für den Fischrückgang in Frage.

Die Hypothesen zu Feinsedimenten, Wassertemperatur und zu einer Veränderung des Abflussregimes beziehen sich vor allem auf Bachforellen: Diese Tiere brauchen kühle Gewässer, laichen im Kies und pflanzen sich im

Winter fort – zu viele Feinsedimente im Bachbett, erhöhte Wassertemperaturen und verstärkte Winterhochwasser können ihnen daher besonders gefährlich werden.

Die Vernetzung zwischen den Einflussfaktoren erschwert es, Ursache-Wirkungsbeziehungen zu erkennen, auch weil sich teilweise Folgeeffekte mit unerwarteten Rückkopplungen ergeben. So wirkt sich zum Beispiel eine Erhöhung des Feinsedimentanteils im Flussbett nicht nur auf die sich im Kies entwickelnden Eier von Forellen, sondern auch auf die Menge und Artenzusammensetzung bodenbewohnender Nährtiere von Fischen aus. Ein Mangel an Nährtieren kann zu einem schlechten allgemeinen Gesundheitszustand der Fische führen und sie deshalb auch für Krankheiten anfälliger machen. Wichtig für Fischnetz waren deshalb übergreifende Forschungsansätze und Analysen, wie sie in der letzten Hypothese formuliert werden: Der Rückgang von Fischbeständen und Fischfang bezieht sich nicht auf einen einzelnen Faktor, sondern ist das Resultat vieler einzelner Effekte, die regional unterschiedlich wichtig sind. Dementsprechend gibt es auch nicht eine einzige Lösung für die aktuellen Probleme.

Einige mögliche Einflüsse konnten ausgeschlossen werden, während andere Ursachen nur für bestimmte Gewässer oder bestimmte Jahreszeiten zutreffen – Details hierzu finden sich im Schlussbericht. Entscheidend ist, dass Fischnetz bestimmte Faktoren herausarbeiten konnte, die einen erheblichen Einfluss auf die Fischbestände in vielen Schweizer Gewässern haben. Um diese wird es im folgenden Kapitel gehen.

## AUF DER SUCHE NACH DEN URSACHEN

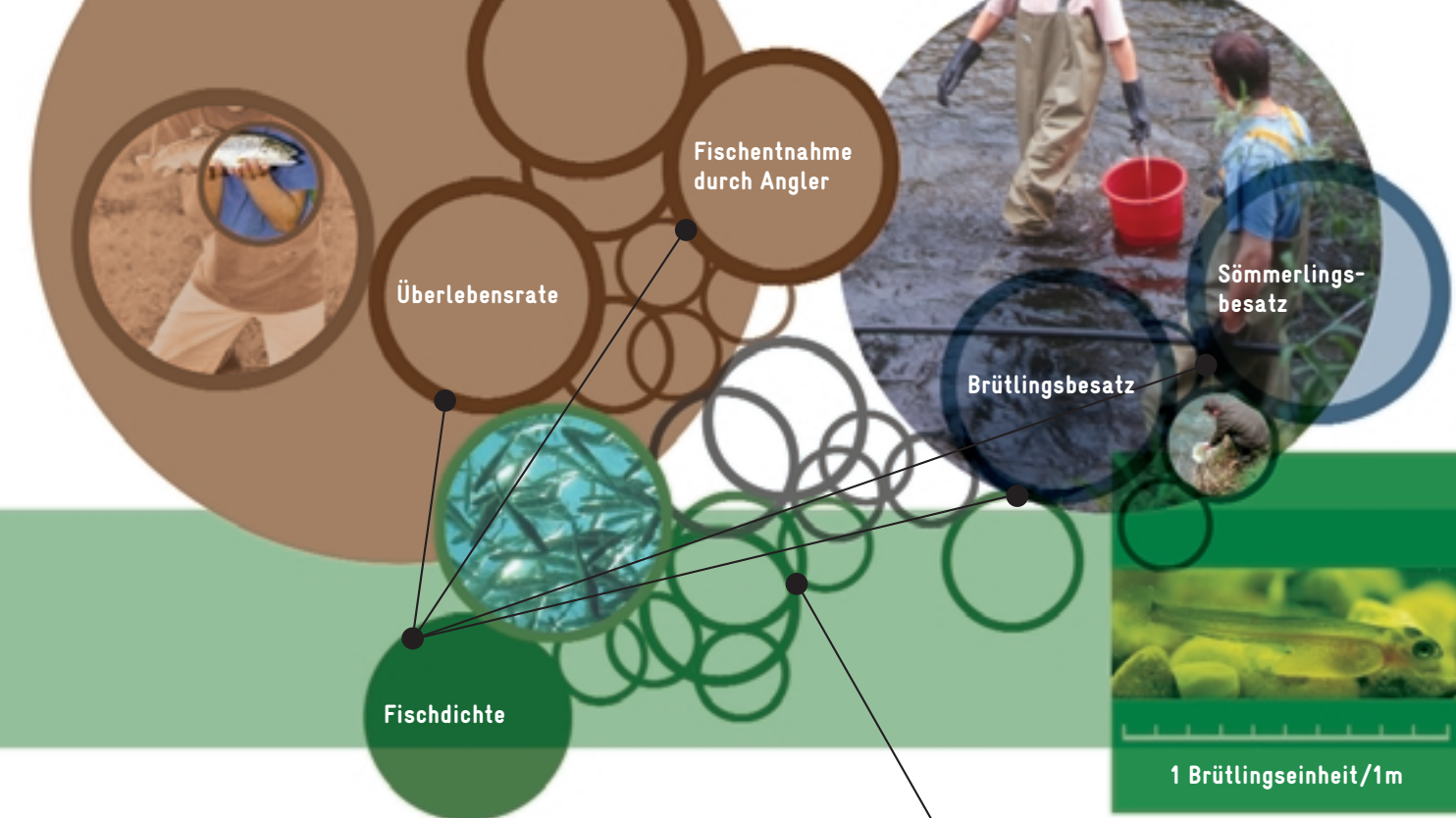
Leere Fangkörbe der FischerInnen waren ein wichtiger Grund, das wissenschaftliche Fischnetz auszuwerfen und nach den Ursachen des Fischrückganges zu suchen. Zur Wissenschaft gehört, auch scheinbar offensichtliche Beziehungen in Frage zu stellen – und deshalb hat Fischnetz auch den Zusammenhang zwischen einem Fangrückgang und einem Bestandesrückgang untersucht. Sinken die Fangzahlen, weil es immer weniger Fische gibt? Oder gibt es vielleicht einfach weniger AnglerInnen, die dann auch dementsprechend weniger fangen? In viele Gewässer werden Fische eingesetzt. Besatzmenge und -alter sowie der Zeitpunkt des Besatzes beeinflussen den Fischbestand ebenfalls. Im ersten Abschnitt dieses Kapitels geht es daher um die Bewirtschaftung der Gewässer, während im zweiten Abschnitt Gründe für einen Bestandesrückgang genannt werden.

### DER EINFLUSS DER BEWIRTSCHAFTUNG

Fest steht, dass die Jahresfangzahlen der AnglerInnen rückläufig sind: Während im Jahr 1980 noch 1.2 Mio. gefangene Forellen gezählt wurden, waren es 2001 nur noch

etwa 400'000. Die Untersuchungen von Fischnetz zeigen, dass die Befischungintensität und deren räumliche und zeitliche Verteilung den Fang massgeblich beeinflussen. So geht der Fang in der Regel nach einer Verschärfung von Schonvorschriften zurück, an Grenzgewässern mit unterschiedlichen Befischungsvorschriften wird diesseits und jenseits der Grenze unterschiedlich viel gefangen, und an Sonn- und Feiertagen steigen die Fangzahlen, weil mehr Menschen angeln gehen.

Zwischen 1980 und 2000 nahm die Anzahl der verkauften Angel-Jahrespatente für Fliessgewässer um 23% und die der für See und Fluss gültigen Kombipatente um 46% ab. Die Anzahl der verkauften Seepatente stieg hingegen um 26%. Eine repräsentative Befragung der AnglerInnen zur Befischung der Fliessgewässer ergab ausserdem, dass die Anzahl der Angelausflüge pro Patent von durchschnittlich 27 Ausflügen im Jahr 1980 auf 22 im Jahr 2000 zurückging. Neben diesen Anzeichen für einen Rückgang der Befischungintensität gibt es Hinweise auf eine Verringerung des Fischbestandes zwischen 1980 und 2000: Die erfolgreichen Angelausflüge nahmen von 87% auf 49% ab, und die Anzahl der gefangenen Fische sank von 49 auf 25 Fische pro Jahr. Was bedeuten diese Daten? Die Experten von Fischnetz gehen von folgendem Zusam-



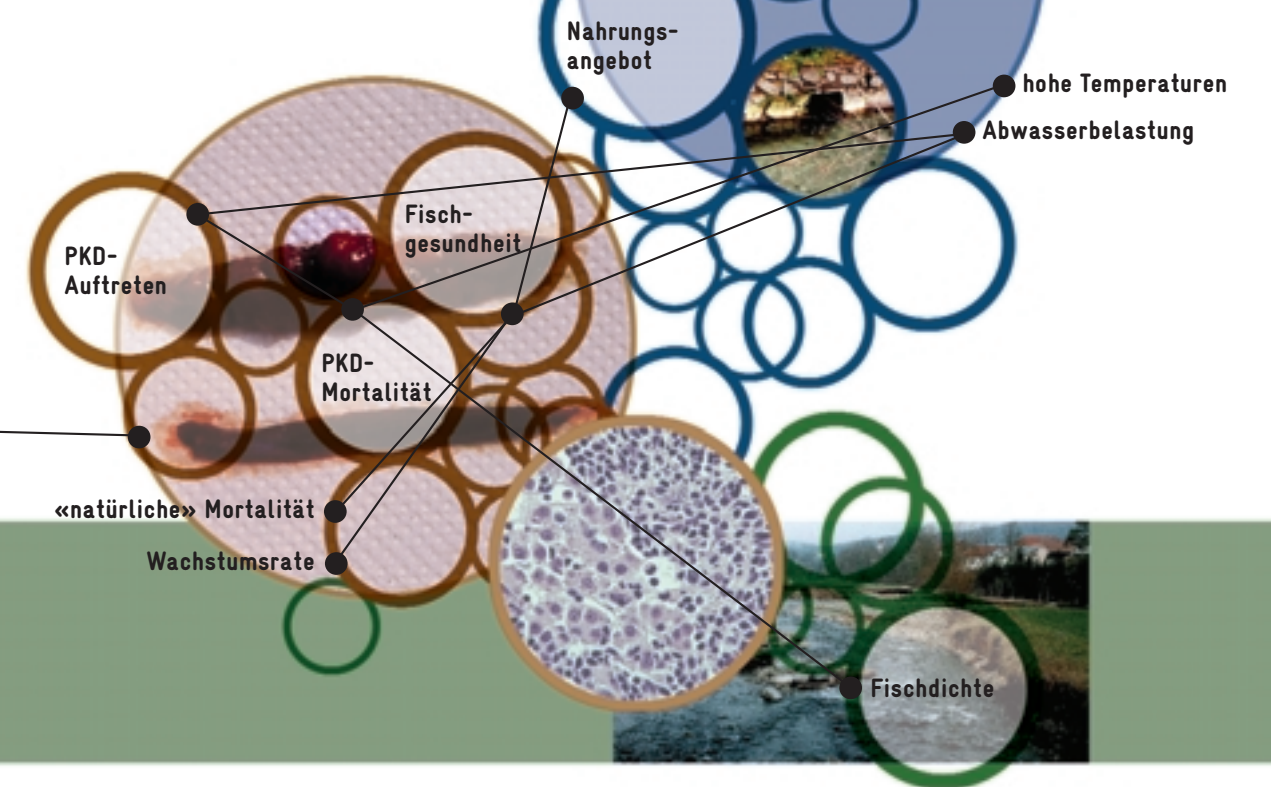
menhang aus: Am Anfang war der Rückgang der Fischbestände. Im Laufe der Zeit haben die AnglerInnen auf den zunehmenden Misserfolg bei ihren Angelausflügen reagiert – so dass heute auch weniger AnglerInnen aktiv sind. Deshalb kann nicht direkt von den Fangzahlen auf den Fischbestand in einem Gewässer geschlossen werden. Dennoch sind diese Zahlen sehr wichtige Anhaltspunkte, um einen Eindruck vom Zustand der Fischbestände zu bekommen. Eine Alternative sind direkte Bestandesmessungen – doch auch die bergen Schwierigkeiten: So konnte aus wissenschaftlicher Sicht der Rückgang der Fischbestände in Schweizer Gewässern in Einzelfällen, aber nicht generell bestätigt werden, da zu wenige Daten zur Veränderung der Fischdichte vorliegen.

Ein weiterer Aspekt muss in die Überlegungen einbezogen werden: Der Mensch entnimmt den Gewässern nicht nur Fische – er setzt auch welche ein: So werden in die meisten Fliessgewässer der Schweiz Bachforellen eingesetzt. Untersuchungen zur Überlebensrate von Besatzfischen in der Schweiz und in anderen Ländern zeigen, dass nur ein geringer Anteil dieser Fische bis zur Fangreife heranwächst und im Korb der AnglerInnen landet. Auch führte ein zunehmender Besatz mit Jungfischen in der Zeit von 1970 bis 1982 nicht zu entsprechend höheren Fangzahlen. Generell wird die mögliche positive Wirkung des Jungfischbesatzes vermutlich stark überschätzt.

Falsche Besatzmassnahmen (wie beispielsweise übertriebene Mengen, ein falsches Fischalter, eine ungeeignete Herkunft der Fische, falsche Besatzkonzepte) können jedoch auf lokaler Ebene sogar den Wildfischbeständen schaden und einen Bestandesrückgang verursachen.

Der Mensch ist ein grosser Fisch im Wasser: Durch Entnahme – also das Angeln – und Besatz beeinflussen wir die Fischbestände. Die Untersuchungen von Fischnetz haben jedoch gezeigt, dass die Fischbestände auch die AnglerInnen beeinflussen: Im Laufe der Zeit haben letztere auf die zunehmenden Misserfolge bei ihren Ausflügen reagiert – mit der Folge, dass heute weniger AnglerInnen aktiv sind. Weniger Fische und weniger FischerInnen haben gemeinsam dazu geführt, dass die Jahresfangzahlen deutlich zurückgingen – was ein wichtiger Grund war, das Projekt Fischnetz ins Leben zu rufen.

PKD heisst eine Nierenerkrankung, die in der Schweiz weit verbreitet und für viele Fische tödlich ist. Sie ist in verschiedenen Gewässern eine direkte Ursache für den Fischrückgang, aber auch ein Symptom für Lebensumstände, die krank machen. Mangelhafte Nahrung und eine Belastung durch Abwasser zählen dazu. Die PKD bricht bei infizierten Fischen erst oberhalb einer bestimmten Temperatur aus – steigende Wassertemperaturen aufgrund einer allgemeinen Klimaveränderung verschärfen daher das Problem.



## URSACHEN FÜR DEN BESTANDES-RÜCKGANG

Kein Ökosystem gleicht dem anderen: Die Unterschiede ergeben sich aus vielen Einflüssen, die räumlich und zeitlich unterschiedlich sein können. Deshalb gibt es keine generellen, in der gesamten Schweiz gültigen Ursachen. Fischnetz ist es gelungen, aus den verschiedenen möglichen Ursachen diejenigen herauszufiltern, die eine entscheidende Rolle spielen.

### DIE INFEKTIONSKRANKHEIT PKD

Unsere Vorstellung vom munteren Fisch im Wasser wird getrübt von einer Krankheit, die sich immer weiter ausbreitet und die nach den Ergebnissen von Fischnetz ein nachweislicher Grund für den Fischrückgang in vielen Schweizer Gewässern ist. Die so genannte proliferative Nierenerkrankung («proliferative kidney disease», PKD) wurde bislang in Bachforellen, Regenbogenforellen und Äschen nachgewiesen. Auslöser dieser Infektionskrankheit ist ein einzelliger Parasit. Dieser Krankheitserreger bewirkt in den befallenen Fischen eine Wucherung der Niere, die schliesslich zu Nierenversagen und zum Tod führt. In der Schweiz ist die PKD erstmals 1979 nachgewiesen worden. Der Verlauf der PKD ist von der Temperatur abhängig: Wird das Wasser länger als zwei Wochen

### BEISPIEL: LANGETEN (KANTON BERN) UND VERSOIX (KANTON GENÈVE)

In Teichen, in denen Wasser aus der Langeten floss, starben fast 90% der Bachforellen an PKD, als die Wassertemperatur während eines Sommers länger als zwei Wochen über 15°C lag. Dagegen starben in der Versoix, in der die Bachforellen ebenfalls mit PKD infiziert waren, die Wassertemperaturen jedoch stets unterhalb von 13 bis 14°C blieben, weniger als 10% der Fische. Die Bedeutung der Temperatur wird auch im Längsverlauf der Langeten klar: Fische im kälteren Oberlauf zeigen eine geringere Ausprägung der PKD-Symptome als Fische im wärmeren Unterlauf. Neben der Temperatur können wohl noch weitere Umweltfaktoren, insbesondere die Wasserqualität, die PKD beeinflussen.

über 15°C warm, kommt es bei infizierten Fischen zum Ausbruch der Krankheit, die häufig tödlich verläuft. Besonders die Jungfische sind davon betroffen – die Folge ist, dass den erkrankten Beständen der Nachwuchs fehlt. Und das wirkt sich auch auf den Fang aus: Eine Auswertung der Fangdaten aus fünf Kantonen zeigte, dass in einem Gewässer, in dem PKD vorkommt, weniger Fische pro Angelausflug gefangen werden.

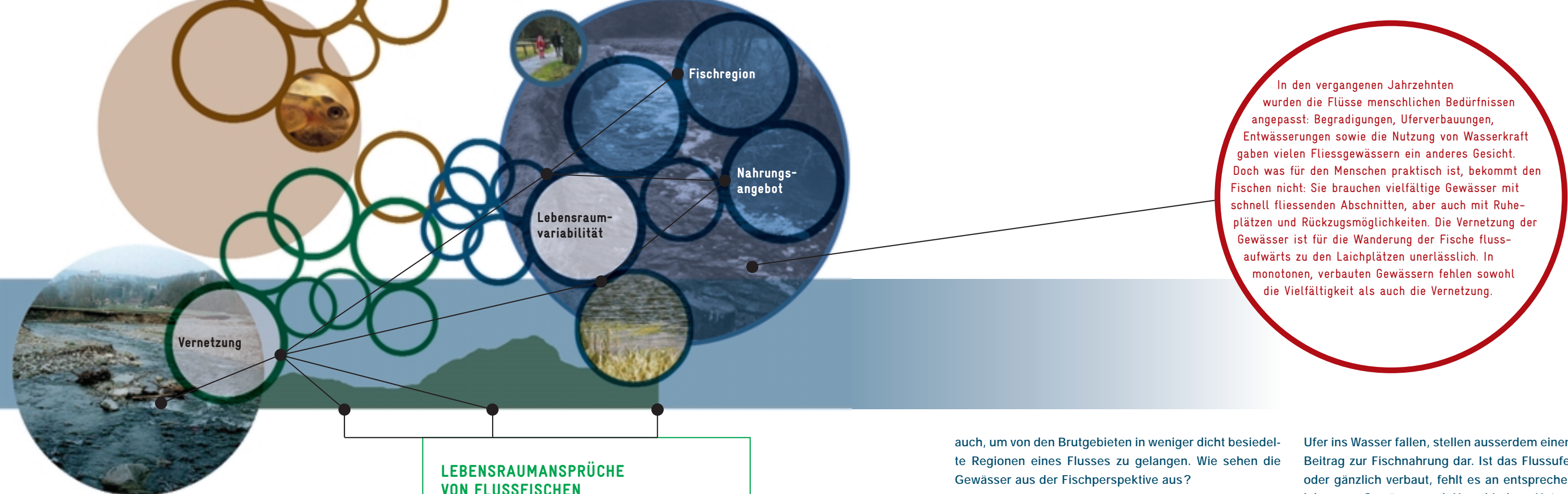
Im Rahmen von Fischnetz wurde in den Jahren 2000 und 2001 die Verbreitung der PKD in Bachforellen in der gesamten Schweiz untersucht. Dabei wurde festgestellt, dass die PKD vor allem in den Gewässern des Mittellandes vorkommt. Ausserhalb des Mittellandes wurde PKD nur vereinzelt nachgewiesen. Insgesamt waren von 462 untersuchten Standorten 190 PKD-positiv. Die PKD ist also in Forellen aus Schweizer Gewässern weit verbreitet. Kritisch wird dieser Befund für die Gewässer, beziehungsweise die Gewässerabschnitte, in denen das Wasser länger als zwei Wochen wärmer als 15°C wird.

Wird diese kritische Temperaturschwelle nur im Unterlauf des Gewässers erreicht, so werden auch nur dort Fische an der PKD sterben, während die infizierten Fische im kälteren Oberlauf nicht sichtbar erkranken. Deshalb können Verluste im Unterlauf durch Zuwanderung aus

dem Oberlauf möglicherweise ausgeglichen werden. Ein PKD-Befall muss also nicht zwangsläufig zu einem messbaren Bestandes- oder Fangrückgang führen.

Ein Faktor für die zunehmende Bedeutung der PKD könnte in der ebenfalls von Fischnetz untersuchten Veränderung der Wassertemperatur liegen: In den vergangenen 25 Jahren haben sich die Fliessgewässer als Folge des Klimawandels erwärmt. Mit dem Temperaturanstieg liegen einige Gewässer neuerdings im kritischen Bereich für PKD.

In einer Reihe von Schweizer Gewässern, vor allem im Mittelland, ist ein schlechter allgemeiner Gesundheitszustand der Fische zu beobachten. Die Ursachen für die Organschäden sind nicht einheitlich; in Einzelfällen gibt es beispielsweise Hinweise auf einen Zusammenhang mit den Einleitungen von Kläranlagen. Mittlere bis schwere Organveränderungen wirken sich nachteilig auf Überleben, Wachstum und Fortpflanzung der Fische aus und tragen damit zu einem Rückgang der Fischbestände bei. Auch hier gibt es Wechselwirkungen: Verschiedene Befunde weisen darauf hin, dass in mit Schadstoffen belasteten Gewässern noch mehr Fische an PKD sterben als bei guter Wasserqualität.



In den vergangenen Jahrzehnten wurden die Flüsse menschlichen Bedürfnissen angepasst: Begradigungen, Uferverbauungen, Entwässerungen sowie die Nutzung von Wasserkraft gaben vielen Fließgewässern ein anderes Gesicht. Doch was für den Menschen praktisch ist, bekommt den Fischen nicht: Sie brauchen vielfältige Gewässer mit schnell fließenden Abschnitten, aber auch mit Ruheplätzen und Rückzugsmöglichkeiten. Die Vernetzung der Gewässer ist für die Wanderung der Fische flussaufwärts zu den Laichplätzen unerlässlich. In monotonen, verbauten Gewässern fehlen sowohl die Vielfalt als auch die Vernetzung.

**LEBENSRAUMANSPRÜCHE VON FLUSSFISCHEN**

Die Fischarten in den Fließgewässern stellen unterschiedliche Ansprüche an ihren Lebensraum. Um die für den jeweiligen Fluss typischen Artengemeinschaften zu erhalten, sind daher vielfältige, gut miteinander vernetzte Habitate mit ausreichender Wassermenge entscheidend. Für die natürliche Fortpflanzung der Bachforellen sind beispielsweise die kleinen Seitengewässer von entscheidender Bedeutung. Da sich die Bachforelleneier im Kies entwickeln, ist auch die Durchlässigkeit der Kiessohle wichtig.

Je nach Alter und Grösse suchen Fische unterschiedliche Areale in einem Fluss auf. Während kleinere Bachforellen zum Beispiel flach überströmte Gewässerbereiche mit grobem Substrat bevorzugen, halten sich die grösseren Fische vorwiegend in tieferen Gewässerbereichen mit gutem Unterstandsangebot auf. Ganz speziell im Winter suchen alle Altersklassen Schutz in Unterständen, im Kies oder in langsam fließenden Arealen.

**LEBENSRAUM**

Mit zunehmender Bevölkerungsdichte und Industrialisierung wurden Fließgewässer zu einem entscheidenden Wirtschaftsfaktor für den Menschen: Wasserkraft dient zur Energieerzeugung, Wasser wird natürlichen Gewässern entnommen, genutzt und als Abwasser wieder in Flüsse eingeleitet. Siedlungen rücken immer näher an die Flussufer heran, und entsprechend steigt der Wunsch nach einem wirksamen Schutz vor Hochwasser. Diese Entwicklung, die vor etwa 100 Jahren begann, hat die Gewässer in der Schweiz stark beeinflusst. Von den 61'000 Kilometern an Fließgewässern in der Schweiz sind schätzungsweise 12'500 Kilometer in naturfernem Zustand.

Massive Eingriffe in Form von Flussbegradigungen, Uferverbauungen, Wasserausleitungen oder einer Entfernung von Ufergehölzen wirken sich heute noch aus, obwohl sie teilweise viele Jahrzehnte zurückliegen. Die Folgen sind monotone, schlecht miteinander vernetzte Lebensräume. Fische brauchen – je nach Art, Lebensalter, Jahres- und teilweise sogar Tageszeit – sehr unterschiedliche Lebensräume (siehe Kasten). Sie müssen wandern können, um vor widrigen Umständen, Hoch- oder Niedrigwasser zu fliehen oder um die Gebiete zu erreichen, in denen sie ihre Eier ablegen oder Nahrung finden – aber

auch, um von den Brutgebieten in weniger dicht besiedelte Regionen eines Flusses zu gelangen. Wie sehen die Gewässer aus der Fischperspektive aus?

**Verbauungen:** Im Kanton Bern sind beispielsweise insgesamt mehr als 13'600 Hindernisse auf einer Gewässerslänge von 6'800 Kilometern verzeichnet, das entspricht zwei Hindernissen pro Kilometer, die sich den Fischen in den Weg stellen. Die Fließgewässer im Kanton Zürich (kartierte Gewässerslänge 3'620 Kilometer) weisen mehr als 38'900 Barrieren (10.7 pro Kilometer) auf. Knapp 70% aller vorhandenen Barrieren sind künstlich. Im Ticino sind 44%, in der Aare unterhalb des Bielersees 20%, in der Rhone nur noch 19% der jeweiligen Lauflänge frei fließend.

Höhenunterschiede zwischen dem Hauptgewässer und den einmündenden Seitenbächen stellen ein weiteres Problem dar: Da die meisten grösseren Fließgewässer begradigt und eingengt wurden, erhöht sich deren Fließgeschwindigkeit – die Folge ist, dass sich der Fluss tiefer in sein Flussbett gräbt. Kleinere Seitengewässer können auf diese Weise langsam vom Hauptfluss abgetrennt werden, bis die Fische vom Hauptgewässer nicht mehr in die Seitengewässer aufsteigen können. Verschiedene Teilprojekte von Fischnetz zeigten die grosse Bedeutung kleiner Fließgewässer für Jungfische auf.

**Uferstreifen:** Nicht nur die Gestalt des Flussbettes selbst ist entscheidend für das Wohlergehen der Fische – auch die Verzahnung zwischen Wasser und Land spielt eine wichtige Rolle: Gänzlich verbaute oder zu schmale Ufer führen zu einer Strukturverarmung dieser wichtigen ökologischen Zone, in der beispielsweise ins Wasser hängende Zweige oder Wurzeln wichtige Unterstände für Fische darstellen. Insekten und anderen Lebewesen, die vom

Ufer ins Wasser fallen, stellen ausserdem einen wichtigen Beitrag zur Fischnahrung dar. Ist das Flussufer monoton oder gänzlich verbaut, fehlt es an entsprechendem Tierleben am Gewässerrand. Verschiedene Untersuchungen zeigten, dass in Gewässerstrecken mit vielfältigen Ufern mehr Sömmerlinge beobachtet werden können. Fehlt die Uferzone, fehlt auch der Puffer, der ein Gewässer beispielsweise vor Einträgen aus der Landwirtschaft schützt.

**Feinsedimente:** In den vergangenen Jahrzehnten hat die Erosion landwirtschaftlich genutzter Flächen zugenommen. Die von den Feldern in die Gewässer eingetragenen, sehr feinen so genannten Schwebstoffe können, so die Theorie, direkt (durch hohe Schwebstoffkonzentrationen im Wasser) oder indirekt (über eine Ablagerung in der Gewässersohle) eine negative Wirkung auf Fische haben. Die Resultate von Fischnetz zeigen, dass ein direkter Einfluss der Schwebstoffe auf die Fischgesundheit unwahrscheinlich ist. Bei entsprechenden hydraulischen Bedingungen können erhöhte Feinsedimentanteile aber auch zu einer Verfestigung der Gewässersohle – einer Kolmation – führen. Und diese Kolmation kann die Fortpflanzung und die Entwicklung kieslaichender Fische empfindlich stören: Einerseits, weil der verfestigte Bachgrund für die Anlage von Laichgruben nicht mehr geeignet ist und andererseits, weil die mit Sedimenten bedeckten Eier nicht mit genügend sauerstoffreichem Wasser versorgt und Stoffwechselprodukte nicht weggespült werden können. Als Folge sterben die Eier ab. Hier liegt möglicherweise ein weiterer Grund für den Fischrückgang vor, der durch weitere Untersuchungen in den kommenden Jahren geklärt werden muss.

Die Nutzung von Wasserkraft – die zu rund 60% zur schweizerischen Stromerzeugung beiträgt – wirkt sich nicht nur durch den Bau von Barrieren negativ auf die

Fische aus. Rund 25% der mittleren und grösseren hydroelektrischen Kraftwerke erzeugen schwallartige Abflussschwankungen: Wenn Wasserkraftwerke zu bestimmten Tageszeiten besonders viel Wasser aus Stauseen abarbeiten und bei geringer Energienachfrage und folglich tiefen Energieverkaufspreisen den Turbinenbetrieb wieder zurückfahren, verändern sich Abfluss und Wasserstand in einem Fliessgewässer rasch. Die hohe Wasserführung während des Turbinenbetriebs wird als «Schwall», die niedrige während der übrigen Zeit als «Sunk» bezeichnet. Bachforellen-Brütlinge können durch die starke Strömung während des Schwall-Betriebs verdriftet werden und bei Sunk auf dem Trockenen enden.

Der Schwall-Betrieb bewirkt in den meisten untersuchten Gewässern eine Verminderung und eine veränderte Zusammensetzung der im Wasser lebenden Organismen. Dies steht in engem Zusammenhang mit dem Zustand des Lebensraumes: Je gleichförmiger ein Gewässer, desto stärker können die Auswirkungen des Kraftwerkbetriebes sein.

Auch bei der Lebensraumveränderung gibt es ein Zusammenwirken mit einer anderen von Fischnetz untersuchten möglichen Ursache für den Fischrückgang: Eine Temperaturerhöhung in den tieferen Regionen des Mittellandes führt zu mehr Temperaturstress für die kälteliebende Bachforelle und damit zu Nachteilen gegenüber anderen, eher wärmeliebenden Fischen. Der mittlere Temperaturanstieg der letzten 20 Jahre von circa 1° C hat zur Folge, dass sich die Bachforellen-Region in der Schweiz neuerdings in 100 bis 200 Meter höhere Lagen verschiebt. Eine Wanderung in besser geeignete Flussabschnitte wird jedoch durch natürliche und künstliche Hindernisse erschwert oder gar unmöglich gemacht. Diese Effekte wurden bisher jedoch nur theoretisch angenommen, weil es an entsprechenden wissenschaftlichen Untersuchungen

### BEISPIEL: DIE THUR (KANTONE ST. GALLEN, APPENZELL AI UND AR, THURGAU UND ZÜRICH)

Die Thur wurde begradigt und stark eingeeengt. Die gewässertypische Flussdynamik ist daher unterbunden und die Gewässerstrukturierung monoton. Die verschiedenen Altersstadien vieler Fischarten finden keinen entsprechenden Lebensraum mehr. Bei extremen Abflussverhältnissen und dementsprechend hoher Fliessgeschwindigkeit des Wassers sind keine oder nur geringe Rückzugsmöglichkeiten für die Fische vorhanden. Unpassierbare Bauwerke im Oberlauf der Thur machen eine Wanderung der Flussfische unmöglich. Auch in den Seitenflüssen ist die Durchgängigkeit zum Teil stark eingeschränkt. Zudem können die Fische die einmündenden Seitenbäche von der Thur aus oftmals nicht mehr erreichen, weil diese Seitengewässer nicht mehr in die Thur, sondern in einen Kanal münden oder ein Aufstiege wegen des Höhenunterschieds für Fische unmöglich geworden ist. In den vergangenen Jahren wurde damit begonnen, diese Mängel teilweise zu beheben. Im revitalisierten Thurabschnitt ist zum Beispiel die Nase wieder aufgetaucht.

noch fehlt. Durch den vielerorts stattfindenden Besatz lassen auch die Fangzahlen nur bedingt solche Rückschlüsse zu.

Auch wenn viele Gewässer durch Baumassnahmen monotoner und für Fische weniger durchgängig wurden – diese Veränderungen können nicht der einzige Grund für den Fischrückgang der vergangenen Jahre sein, denn die entscheidenden Eingriffe liegen häufig schon länger zurück. In den letzten 25 Jahren wurden im Mittelland beispielsweise kaum noch Gewässerbegradigungen vorgenommen. Die Auswirkungen solcher Veränderungen können sich schleichend und erst mit deutlicher zeitlicher Verzögerung bemerkbar machen. Da jedoch auch in Gewässern mit guten Lebensräumen abnehmende Fänge und Bestände verzeichnet werden, muss es noch weitere Einflüsse geben, die den Fischen das Leben schwer machen. In einigen Flussabschnitten ist es mit grosser Wahrscheinlichkeit die schlechte Wasserqualität, die ebenfalls für den Rückgang der Fischbestände verantwortlich ist.

### WASSERQUALITÄT

Seit 1955 gibt es ein Gewässerschutzgesetz in der Schweiz. Seither hat man überall im Land viele Kläranlagen gebaut, die einen Grossteil der schädlichen Stoffe im Abwasser von Flüssen und Seen fernhalten. Doch trotz aller Anstrengungen gelangen weiterhin Chemikalien durch Abschwemmungen von Feldern und Strassen sowie über die Abwasser-Reinigungsanlagen (ARA) in die Gewässer. Da viele dieser Stoffe nicht vollständig abbaubar sind, kommen sie zusammen mit ihren Abbauprodukten im Wasser und im Sediment vor. Hinzu kommen Einträge von Stoffen natürlichen Ursprungs, deren Menge heute in vielen, vor allem in den kleineren Gewässern noch immer

erhöht ist (beispielsweise Phosphat aus der Siedlungsentswässerung). Daraus ergibt sich eine Belastung der Gewässer mit hunderten von Stoffen, von denen nur wenige chemisch identifiziert oder gar toxikologisch untersucht sind. Toxische Stoffe, die ein Ökosystem negativ beeinflussen, können auch für die menschliche Gesundheit bedenklich sein. Insgesamt sind die Belastungen durch Chemikalien in den vergangenen 30 Jahren markant zurückgegangen. Spitzenkonzentrationen und unbekannte Substanzen oder unerforschte Effekte von Stoffen stellen jedoch weiterhin ein Risiko für das Ökosystem dar. Auf den Fischbestand haben gemäss den Untersuchungen von Fischnetz folgende drei Stoffgruppen eine Wirkung: Stickstoffverbindungen, Pestizide und hormonaktive Substanzen.

**Stickstoffverbindungen:** Gemäss Gewässerschutzverordnung muss die Wasserqualität so beschaffen sein, dass die Nitrit- und Ammoniumkonzentration die Fortpflanzung und Entwicklung empfindlicher Organismen nicht beeinträchtigen. In vielen Mittellandgewässern ist diese Konzentration aber immer noch erhöht und erfüllt die Anforderungen an die Wasserqualität gemäss Gewässerschutzverordnung nicht. Insbesondere unterhalb von ARA ist häufig eine Zunahme der Nitritkonzentration und dementsprechend eine Verschlechterung der Wasserqualität erkennbar. Erfüllt werden die Anforderungen praktisch nur in unbelasteten Gewässeroberläufen und unmittelbar nach Seeausflüssen.

**Pestizide:** Die Menge eingesetzter Pestizide (oder Pflanzenschutzmittel) hat zwischen 1988 und 2000 um beinahe 40% abgenommen. Insbesondere bei Insektiziden und Herbiziden sank der Verbrauch. Allerdings hat die Wirkstärke aufgrund der Weiterentwicklung der Produkte zu-



### BEISPIEL: ABBAUPRODUKTE VON WASCH- UND REINIGUNGSAKTIVEN STOFFEN

Vor dem Inkrafttreten der Schweizerischen Verordnung für umweltgefährdende Stoffe (Stoff-Verordnung) im Jahre 1986 wurden in der Schweiz jährlich circa 5'000 Tonnen nicht-ionische Tenside des Nonylphenolpolyethoxylat-Typs eingesetzt. Diese wasch- und reinigungsaktiven Substanzen werden in der Abwasserreinigung biologisch abgebaut, wobei giftige Abbauprodukte entstehen. Insbesondere Nonylphenol gilt wegen seiner relativ hohen Toxizität und östrogenen Aktivität als kritische Umweltverunreinigung. Die EU-Risikobeurteilung für Nonylphenol ergab, dass Konzentrationen über 0.33 µg/l als kritisch angesehen werden müssen. Die EAWAG hat die Abwasser-, Klärschlamm- und Gewässerbelastung in der Schweiz bereits in den frühen 1980er Jahren ausführlich untersucht. Insbesondere in den durch Abwasser stark belasteten Flüssen wurden bis zu hundertfach über dem kritischen Wert liegende Konzentrationen gemessen. Nach verschiedenen Massnahmen zur Reduktion des Einsatzes von Nonylphenolpolyethoxylat-Tensiden werden in der Schweiz heute pro Jahr noch circa 500 Tonnen dieser Stoffgruppe vor allem in Industriereinigern eingesetzt. Die gegenwärtig in schweizerischen Flüssen gemessenen Nonylphenolkonzentrationen sind an den meisten Messstellen geringer als 0.33 µg/l: Zwischen 1997 und 2001 wurde dieser Wert nur in 18 von 220 Proben überschritten, während dies in den Messkampagnen der 1980er Jahre in 164 von 220 Proben der Fall war.

Die gute Nachricht zuerst: Die Belastungen durch Chemikalien sind in den vergangenen 30 Jahren deutlich zurückgegangen. Kläranlagen halten einen Grossteil der schädlichen Stoffe aus Flüssen und Seen fern. Aber: Spitzenkonzentrationen, unbekannte chemische Verbindungen und unerforschte Effekte beim Zusammenwirken von Substanzen stellen weiterhin ein Risiko für die Fische dar. Vor allem drei Stoffgruppen sind im Visier der Forschenden: Stickstoffverbindungen, Pestizide und Hormone. Und während es deutliche Verbesserungen in Landwirtschaft, Gewerbe und Industrie gibt, steigt der Verbrauch von chemischen Produkten in privaten Haushalten.

genommen. Pestizide können als diffuser Eintrag, durch unsachgemässen Umgang und in kleinerem Ausmass über die Kläranlagen in Oberflächengewässer gelangen, wo sie schädlich auf die Nährtiere von Fischen wirken oder die Fische direkt schädigen können.

Insbesondere während der Ausbringung von Pestiziden auf die Felder und bei starkem Regen besteht das Risiko erhöhter Konzentrationen in den Gewässern. Die EAWAG und die Kantone führen in Fliessgewässern und ARA-Ausläufen seit einigen Jahren Pestiziduntersuchungen durch. In voralpinen Gewässern wurden dabei kaum Wirkstoffe gefunden, während in Gewässern des Juras und des Mittellandes regelmässig Pestizide festgestellt wurden. Die Ergebnisse beispielsweise aus dem Jahr 2001 des Kantons Aargau zeigen, dass von 76 routinemässig analysierten Wirkstoffen 33 nachgewiesen werden konnten. Ähnliche Ergebnisse wurden aus den Kantonen Zürich und Waadt gemeldet. Untersuchungen von Fischnetz in Venoge und Emme bestätigten eine erhöhte Pestizidbelastung.

**Hormonaktive Substanzen:** Umwelthormone wirken direkt oder indirekt auf das Hormonsystem von Fischen. Sie werden für eine ganze Reihe von Effekten verantwortlich

gemacht und führen unter anderem dazu, dass nicht nur in weiblichen, sondern auch in männlichen Fischen das Dotterprotein Vitellogenin gebildet wird.

Mehrere Teilprojekte von Fischnetz wiesen Östrogene in den Ausläufen von Kläranlagen nach. Dabei wurden die natürlichen Steroidhormone Östron, Östradiol, Östriol, das synthetische Ethinylöstradiol (ein Wirkstoff von hormonellen Verhütungsmitteln) und die Industriechemikalien Nonylphenol, Nonylphenolmono- und -diethoxylat bestimmt. Die Belastung der schweizerischen Gewässer mit Steroidhormonen ist bei ausreichender Verdünnung des ARA-Auslaufs im Vorfluter gering, kann sich aber – besonders unterhalb von Kläranlagen oder bei unzureichender Verdünnung – bereits auf die Fische auswirken.

**Punktquellen und diffuse Einträge:** Es ist schwierig, einen direkten Zusammenhang zwischen Art und Ausmass der chemischen Belastung und dem Fischrückgang herzustellen. Es sind sowohl Beispiele von stark belasteten Gewässern bekannt, die vom Fangrückgang nicht betroffen sind, als auch solche von eher wenig belasteten Gewässern mit einem starken Rückgang.

Die teilweise in ihren Bestandeszahlen gestörten Populationen betreffen vor allem Gewässer im Mittelland, die durch Punktquellen (Kläranlagen) und diffuse Einträge (Landwirtschaft) belastet werden. Aber auch in den weniger belasteten voralpinen und alpinen Gewässern konnten Fangrückgänge beobachtet werden.

Viele Gewässer sind im Bereich der Einleitungen von Kläranlagen noch weit vom ökologisch erforderlichen Zustand entfernt. Die Überlebensrate von Fischeiern unterhalb von ARA ist tendenziell schlechter als oberhalb. Die unterhalb einiger ARA festgestellten Hormoneffekte bei Fischen sind hauptsächlich auf die Belastung durch natürliche Östrogene und synthetische Hormonanalogue

(Ethinylöstradiol) zurückzuführen. Untersuchungen von Fischnetz und anderen haben gezeigt, dass bei starken Regenfällen in ARA-Ausläufen hohe akute Konzentrationen von toxischen Stickstoffverbindungen wie Nitrit und Ammonium, sowie während der Applikationsperiode hohe Pestizidkonzentrationen auftreten. Dies zeigt, dass die bisherigen Massnahmen zum Schutz vor schädlichen Einträgen nicht immer erfolgreich sind.

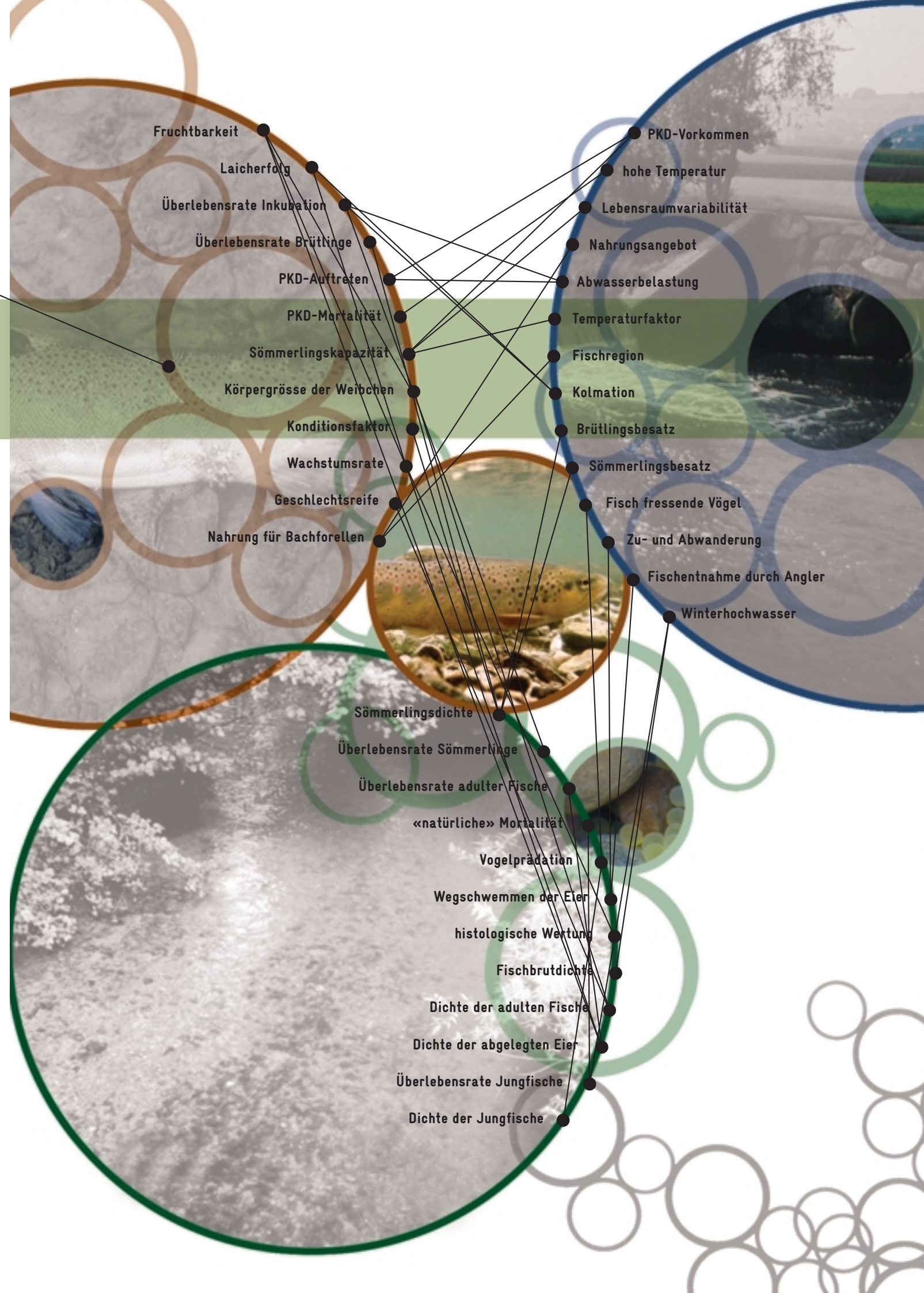
Doch nicht nur Einträge, die via Kläranlagen in die Gewässer gelangen, sind weiterhin kritisch: Pestizide können in Ackerbaugebieten insbesondere nach Regenfällen flächenhaft und direkt in die Gewässer eingetragen werden und die im Wasser lebenden Organismen gefährden. Hinzu kommen schwer abbaubare Chemikalien sowie chemisch schlecht charakterisierte Stoffe aus Dach- und Strassenabwässern, die ebenfalls entlang des gesamten Gewässers eingetragen werden können.

Obwohl die Bedeutung dieser Effekte noch nicht vollständig geklärt ist, wird vermutet, dass solche Einflüsse in manchen Gewässerabschnitten die Fischpopulation deutlich beeinträchtigen können. Aufgrund der schlechten Datenlage zur chemischen Belastung der Fliessgewässer in der Schweiz und zu Langzeiteffekten können die meisten Stoffe nicht umfassend beurteilt werden.

In den vergangenen Jahrzehnten sind die Einträge von Agrar- und Industriechemikalien in die Umwelt zurückgegangen. Erkannte Problemstoffe wurden teilweise durch besser verträgliche Stoffe ersetzt, und die Abbauleistung der Kläranlagen wurde verbessert. Diesen Verbesserungen in Landwirtschaft, Gewerbe und Industrie steht ein zunehmender Verbrauch von chemischen Produkten («Chemie-Cocktail») in privaten Haushalten entgegen.



Und jetzt stellen Sie sich einmal vor, die Verbindungslinien in diesem Bild wären Wollfäden. Was passiert, wenn man ein Gewicht an einen Knotenpunkt hängt? Genau. Alles gerät in Bewegung, ein neues Gleichgewicht muss sich einpendeln. So ähnlich – aber komplizierter – wirken die von Fischnetz untersuchten Einflüsse auf die Fische: Tritt ein Faktor – beispielsweise eine Verschlechterung der Wasserqualität – verstärkt auf, kommt es zu Folgeerscheinungen und Rückkopplungen. Diese Vielschichtigkeit sollte uns aber nicht mutlos machen. Mit Hilfe der von Fischnetz vorgeschlagenen Massnahmen lässt sich die Situation der Fische entscheidend verbessern.



## EINE FRAGE DER KOMBINATION

Die Ergebnisse von Fischnetz zeigen, dass keiner der untersuchten Faktoren allein für den Fischfangrückgang verantwortlich gemacht werden kann. Einige Faktoren sind vor allem lokal oder regional bedeutend – die Fisch fressenden Vögel reduzieren beispielsweise die Fischbestände dort, wo sie in grossen Zahlen einfliegen. Andere Faktoren – wie beispielsweise die Verschlechterung des Lebensraumes – betreffen jedoch Gewässer in der ganzen Schweiz und wurden von Fischnetz als entscheidende Gründe für den Fischrückgang ausgemacht.

Eine grosse Bedeutung hat die kombinierte Wirkung von Einflussfaktoren. Das zeigt das Beispiel PKD: In Gewässern mit PKD-Erregern können Bachforellen unterhalb einer Wassertemperatur von 15°C überleben – steigt jedoch zusätzlich die Wassertemperatur, bricht die Krankheit aus. Ein PKD-Ausbruch wirkt umso verheerender, wenn die Fische durch eine schlechte Wasserqualität sowieso schon gesundheitlich beeinträchtigt sind. In einem gut vernetzten Gewässer können solche Verluste durch Zuwanderung von gesunden Fischen aus dem Oberlauf oder aus PKD-freien Seitengewässern ausgeglichen werden – in einem stark verbauten und von Seitenflüssen abgetrennten Gewässer ist das kaum möglich. Ebenso können verschiedene Schadstoffe in Kombination

untereinander oder mit anderen Faktoren Gesundheitseinbussen bei Fischen bewirken, obwohl die Substanzen oder die Einflussfaktoren einzeln keinen erkennbaren nachteiligen Effekt zeigen. So kann die Wirkung als «Chemie-Cocktail» stärker sein als die Summe der Wirkungen einzelner Substanzen. Ausserdem steigt die Empfindlichkeit für toxische Substanzen bei Sauerstoffmangel oder erhöhten Wassertemperaturen.

Viele der heute beobachteten Veränderungen sind die Folge langfristiger Entwicklungen, die sich erst allmählich auf den Bestand und den Fang auswirken. Beispielsweise ist nicht abschliessend geklärt, welche langfristigen Folgen eine Verdichtung der Gewässersohle für den Lebensraum der Jungfische hat. Hier müssen die WissenschaftlerInnen weiterforschen.

Auch wenn manches noch ungewiss ist: Aus den Ergebnissen von Fischnetz lassen sich konkrete Massnahmen ableiten, um die Lebensbedingungen der Fische zu verbessern. Die Vorschläge von Fischnetz richten sich sowohl an die Behörden von Bund, Kantonen und Gemeinden, aber auch direkt an die BetreiberInnen von Kraftwerken, an LandwirtInnen und an AnglerInnen. Damit diese Massnahmen erfolgreich sind, müssen alle Beteiligten einen Beitrag leisten.

## WAS KÖNNEN WIR TUN?

Die mit dem Rückgang der Fischbestände verbundenen Probleme sind vielfältig. Es gibt konkrete Ergebnisse – aber auch viele neue Aspekte, die erforscht werden müssen. An dieser Stelle werden Massnahmen zusammengefasst, die nachweislich die Lebensbedingungen für Fische in Schweizer Gewässern verbessern können.

In den vorigen Kapiteln wurde es schon erwähnt: Die für ein Ökosystem wichtigen Faktoren sind in ein dichtes Netz unterschiedlicher Beziehungen eingebunden. Sie können sich gegenseitig abschwächen oder verstärken. Verbesserungsmassnahmen sind vor allem dann sinnvoll, wenn sie auf mehrere Faktoren gleichzeitig positiv wirken. Nicht sinnvoll ist es, etwas zu unternehmen, um ein Problem zu lösen – und damit aber ein anderes zu vergrössern. Grundsätzlich sind nur wenige Massnahmen in allen Situationen zu empfehlen. In den meisten Fällen müssen die Massnahmen an die Verhältnisse vor Ort angepasst werden. Gegen einen wichtigen Einflussfaktor können wir zur Zeit nichts unternehmen: Es gibt keine Therapie gegen die Krankheit PKD – aber es gibt vorbeugende Massnahmen.

Die aufgeführten Vorschläge sind unterschiedlich effizient und greifen auf verschiedenen Ebenen. Massnahmen an der Quelle der Verursachung sind besonders

wirkungsvoll, aber auch besonders schwierig durchzusetzen. Häufig ist ein langer zeitlicher Vorlauf notwendig – beispielsweise bei Gesetzesänderungen oder bei einem grundsätzlichen Verbot von Stoffen. Manche Massnahmen bekämpfen nicht die Ursache, sondern die Symptome eines Problems. Diese Massnahmen, wie beispielsweise ein Besatz mit Fischen, können eine Situation kurzfristig verbessern. Sie sind allerdings von begrenztem Erfolg, so lange die eigentlichen Ursachen nicht aufgedeckt und möglichst ausgeräumt worden sind. Kurzfristige Massnahmen können hilfreich zur Überbrückung sein, bis die ursächlichen Probleme gelöst werden. Im Anschluss an die einzelnen Massnahmen werden als Adressaten diejenigen genannt, in deren Verantwortungsbereich eine Umsetzung fällt.

### DIE RICHTIGE BEWIRTSCHAFTUNG

- Kein Besatz mit Fischen aus PKD-Gewässern in PKD-freie oder unbestimmte Gewässer. Die Verbreitung der PKD muss regelmässig erfasst werden. Adressaten dieser Massnahme: Kantone, Bundesamt für Veterinärwesen.

- Gründliche Planung von Besatzmassnahmen, die nur mit Brutmaterial von Elterntieren aus dem gleichen Einzugsgebiet durchgeführt werden sollten. Vor dem Besatz sollte geklärt werden, ob nicht bereits genügend junge Wildfische im Gewässer vorkommen. Ziel ist es, die natürlich nachwachsenden Fischbestände nicht durch Besatzfische unnötig zu stören. Adressaten: Kantone, Fischereiorganisationen.
- Abstimmung der Befischung auf die aktuellen Fischbestände und die Art des Gewässers im Sinne einer nachhaltigen Bewirtschaftung. Adressaten: Kantone, Fischereiorganisationen.
- Umsetzung der neuen Bewirtschaftungsrichtlinien des SFV zur Förderung der Fischbestände. Adressaten: Kantone, Fischereiorganisationen.

### VIelfÄLTIGE LEBENSrÄUME

- Prioritäre Massnahme: Vernetzung im Längsverlauf des Gewässers und mit den Seitengewässern, um Schutz-, Ruhe-, Laich- und/oder Rückzugshabitate zu eröffnen, das Durchwandern zu ermöglichen und die genetische Vielfalt zu fördern. Darüber hinaus wird auf diese Weise

der Geschiebetransport sichergestellt und der Tiefenerosion entgegengewirkt. Adressaten: Kantone, Gemeinden, BUWAL, Bundesamt für Wasser und Geologie (BWG).

- Zweitwichtigste Massnahme: Erhöhung der strukturellen Vielfalt bei Fließgewässern, die bereits vernetzt sind. Ziel ist es, mehr hochwertige und vielfältige Lebensräume für die verschiedenen Arten und Lebensstadien der Fische mit ihren unterschiedlichen Ansprüchen zu schaffen. Anzustreben ist beispielsweise, einen ausgewogenen Wechsel zwischen langsam- und schnellfließenden Abschnitten zu schaffen und Totholz sowie andere Unterstände im Gewässer zu belassen oder einzubringen. Adressaten: Kantone, Gemeinden, BUWAL, BWG.
- Wiederherstellung des Uferbereichs als Strukturelement. Dadurch wird auch eine Verbesserung des Nahrungsangebots erreicht. Ein gut strukturierter Uferbereich vermindert Einträge von Feinsedimenten und insbesondere auch von Stoffen aus der Landwirtschaft (beispielsweise Pestizide und Gülle). Die Vegetation beschattet das Gewässer und schützt so das Wasser vor einer zusätzlichen Erwärmung durch die Sonneneinstrahlung. Adressaten: Kantone, Gemeinden, BUWAL, BWG, Landwirtschaft, Anrainer.
- Verbesserung des Abflussregimes. Ziel dieser Massnahme ist, den Geschiebehaushalt und den Wasserrückhalt zu verbessern und die negativen Auswirkungen von Wasserkraftwerken (ungenügende Restwassermengen, Schwall-Sunk-Betrieb, Stauraumpülungen) abzufangen. Diese Ziele können durch eine optimierte Steuerung der Wasserentnahme und -rückgabe, angepasste Rückhaltemöglichkeiten, eine Reduzierung der Bodenversiegelung sowie durch die Revitalisierung von Strecken mit häufigen Winterhochwassern erreicht

werden. Adressaten: Kantone, Gemeinden, Landwirtschaft, KraftwerksbetreiberInnen.

## SAUBERES WASSER

Ziel ist, eine Qualität des Oberflächenwassers zu gewährleisten, die weder das Leben der Fische und anderer Organismen akut bedroht, noch mittel- oder langfristig eine negative Auswirkung auf deren allgemeinen Gesundheitszustand hat. Folgende Massnahmen werden von Fischnetz empfohlen:

- Prioritäre Massnahme: Festlegung und Einhaltung von Qualitätsstandards für alle relevanten Stoffe, die das Ökosystem und die Fische beeinträchtigen können. Einträge von Stoffen in die Gewässer in schädlichen Konzentrationen müssen vermieden werden (Vorsorgeprinzip). Adressaten: Bundesbehörden der Schweiz.
- Bessere Überwachung und konsequenter Vollzug des Gewässerschutzgesetzes in landwirtschaftlich genutzten Gebieten mit einem Ackerbauanteil von 10% oder mehr, um Belastungen mit Pestiziden und anderen Schadstoffen zu verringern. Eine Vergrösserung der Biolandbaufläche ist anzustreben. Die Überprüfung und gegebenenfalls die Optimierung landwirtschaftlicher Drainagesysteme sowie das Anlegen von Uferlandstreifen helfen, Abschwemmungen und damit verbundene schädliche Einträge in die Gewässer zu verringern. Die Einhaltung von Massnahmen guter landwirtschaftlicher Praxis (beispielsweise zur fachgerechten Entsorgung von Rückständen) ist ebenfalls zu überprüfen und auch umzusetzen. Adressaten: Bund, kantonale und lokale Behörden, Abwasserverbände, Landwirtschaftsverbände, landwirtschaftliche Schulen.
- Ersatz von schwer abbaubaren Stoffen durch biolo-

gisch vollständig abbaubare Substanzen, vor allem bei Massenchemikalien, die in Haushaltsprodukten wie Wasch- und Reinigungsmitteln oder auch in Kosmetika verwendet werden. Adressaten: HerstellerInnen und HändlerInnen solcher Produkte, KonsumentInnen.

- Optimierung, gegebenenfalls Sanierung kritischer Abwasserreinigungsanlagen und Verringerung der Auswirkung von Regenentlastungen auf die Vorfluter. Adressaten: ARA-BetreiberInnen, ARA-Verbände, Kantone.

## BESSERE DATEN

Einige Hypothesen zum Fischrückgang konnten nicht zufriedenstellend beantwortet werden, weil die entsprechenden Angaben fehlen. Folgende Daten sollten systematisch erhoben werden:

- Fang und Befischungintensität. Die kantonalen Statistiken müssen vereinheitlicht werden, damit die Daten miteinander verglichen werden können. Adressaten: Kantone, Fischereiorganisationen, BUWAL.
- Fischbestand. Es fehlen flächendeckende Angaben zu Bestand, Alter, Grösse, Gewicht, Fischarten, Organveränderungen und PKD-Befall in den einzelnen Gewässern. Adressaten: Kantone, Bund.
- Biologischer und chemischer Zustand der Gewässer (inklusive Verdichtung der Gewässersohle) sowie Risikobeurteilung für relevante Stoffe wie beispielsweise Pestizide, Umwelthormone und andere. Adressaten: Kantone.
- Der ökomorphologische Zustand der Fliessgewässer ist nach dem Modulstufenkonzept zu erheben. Damit kann der Ist-Zustand festgestellt und so der mögliche Handlungsbedarf in Bezug auf die gesetzlichen Vor-

gaben der Gewässerschutzverordnung aufgezeigt werden. Anschliessend sollten die zu ergreifenden Massnahmen nach ihrer Wichtigkeit eingeordnet werden. Dokumentation und Kommunikation der Ergebnisse, wenn ein Gewässer wieder in einen naturnahen Zustand rückgebaut wurde. Adressaten: Kantone.

- Erfolgskontrolle aller durchgeführten Massnahmen durch Dokumentation der entscheidenden Daten wie beispielsweise Gewässerzustand, Wasserqualität, Fischbestände und -fänge. Adressaten: Kantone.

## MEHR WISSEN

Notwendig sind weitere wissenschaftliche Untersuchungen zu grundlegenden Fragen der Fischbiologie, insbesondere der Gesundheit, der Genetik, der Fortpflanzung und der ökologischen Zusammenhänge. Dies ist in erster Linie Aufgabe der Forschungseinrichtungen (beispielsweise Universitätsinstitute und Forschungsanstalten). Fischnetz hält folgende Untersuchungen für wichtig:

- Weitergehende Untersuchungen zur Wirkung von Chemikalien auf Hormon-, Immun- und Nervensystem der Fische. Wie wirken sich niedrige Konzentrationen über längere Zeiträume aus, wie Mischungseffekte und unregelmässige Belastungen?
- Bessere Erforschung von Ausmass, Verbreitung und zeitlicher Entwicklung von Fischkrankheiten. Insbesondere sind Untersuchungen zur PKD notwendig, um die Rolle dieser Krankheit beim Fischrückgang besser zu verstehen und geeignete Vorbeugungsmassnahmen zu entwickeln.
- Bessere Dokumentationen und Erforschung des Themas «Schwall-Sunk» und dessen Auswirkungen auf Fische.

## AUS- UND WEITERBILDUNG

Die empfohlenen Massnahmen können nur dann fachgerecht geplant und umgesetzt werden, wenn alle Beteiligten auch über die entsprechenden Kenntnisse verfügen. Wichtig ist daher:

- Ausbildung der Behördenangehörigen in der Anwendung von Methoden (beispielsweise Messung der Kolmation, Erhebung der Fang- und Populationsdaten, Richtlinien Besatz).
- Ausbildung und Unterstützung der Verantwortlichen bei der Umsetzung der Massnahmen (beispielsweise Umsetzung der rechtlichen Grundlagen, Planung und Durchführung von Erfolgskontrollen).
- Ausbildung der AnglerInnen in der Umsetzung der neuen Bewirtschaftungsrichtlinien des SFV zur Förderung der Fischbestände.



Vorschläge für Massnahmen zu entwickeln war – nach einer Dokumentation der Veränderungen der Fänge, Bestände und der Fischgesundheit und einer Suche nach den Ursachen für einen Fischrückgang – die dritte wichtige Aufgabe von Fischnetz. Die Vorschläge der WissenschaftlerInnen setzen an unterschiedlichen Brennpunkten an und sie richten sich an verschiedene Verantwortliche. Zeitspanne und Hürden bis zu einer Umsetzung sind ebenfalls unterschiedlich. Einige Forschungsprojekte müssen noch abgeschlossen werden. Deshalb geht die Arbeit weiter: Das Projekt «Optimierung der Fischfangerträge und der Gewässerqualität» wird sich drei Jahre lang diesen Aufgaben widmen. Und die neu gegründete Fischereiberatung FIBER wird alle Interessierten bei praktischen Fragen rund um Fisch und Gewässer unterstützen.

## AUSBLICK

Nach Abschluss des Projekts Fischnetz müssen verschiedene Forschungsarbeiten beendet werden. Das aufgebaute Netzwerk ist zu verankern und die erarbeiteten Resultate sind weiterzugeben, ein Archiv ist zu betreiben und die Umsetzung der Massnahmen ist zu begleiten. Durch die Unterstützung aller am Fischnetz beteiligten Institutionen entstanden neue Anlaufstellen, die diese Aufgaben übernehmen werden:

### a) Projekt «Optimierung der Fischfangerträge und der Gewässerqualität»

Dieses dreijährige Projekt wird durch alle Kantone, Liechtenstein und die EAWAG finanziert. Seine Aufgabe ist es, die nach 2003 zu Ende gehenden Forschungsarbeiten von Fischnetz zu koordinieren, die Kommunikation der Resultate national und international sicherzustellen, die Kantone bei der Umsetzung der vorgeschlagenen Massnahmen und bei den Erfolgskontrollen zu unterstützen, sowie einen Transfer der erarbeiteten Erkenntnisse an die Fischereiberatung FIBER sicherzustellen.

### b) Fischereiberatung FIBER

EAWAG, BUWAL und SFV haben beschlossen, eine Fischereiberatung (FIBER) aufzubauen und gemeinsam zu finanzieren. Die FIBER soll es ermöglichen, besser auf ungelöste Fragen der FischerInnen in den Bereichen Fische und Gewässer einzugehen.

#### Impressum

«Dem Fischrückgang auf der Spur»

#### Herausgeberin

Trägerschaft des Projekts Netzwerk Fischrückgang Schweiz – «Fischnetz»:

Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (EAWAG)

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL)

Fürstentum Liechtenstein (FL) und Kantone Aargau (AG), Appenzell Innerrhoden (AI), Appenzell Ausserrhoden (AR),

Bern (BE), Basel-Landschaft (BL), Basel-Stadt (BS), Freiburg (FR), Genf (GE), Glarus (GL), Graubünden (GR),

Jura (JU), Luzern (LU), Neuenburg (NE), Nidwalden (NW), Obwalden (OW), St. Gallen (SG), Schaffhausen (SH), Solothurn (SO),

Schwyz (SZ), Thurgau (TG), Tessin (TI), Uri (UR), Waadt (VD), Wallis (VS), Zug (ZG), Zürich (ZH).

Schweizerische Gesellschaft für Chemische Industrie (SGCI)

Schweizerischer Fischerei-Verband (SFV)

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

Universität Basel

© Projekt Fischnetz, 2004

#### Text

Claudia von See, Mannheim

#### Redaktion

Ori Schipper, EAWAG; Marc Suter, EAWAG; Patricia Holm, EAWAG und Universität Basel

#### Illustrationen

Karin Seiler, Zürich

unter Verwendung von Fotos von Daniel Habegger, Patricia Holm, Patrick Faller,

Thomas Wahli, Matthias Escher, Eva Schager, ARA Surental

#### Satz und Layout

Bringolf Irion Vögeli, Zürich

#### Druck

Mattenbach AG, Winterthur

#### Auflage

3'000 Exemplare

#### Projektleitung

Peter Dollenmeier, Ciba SC; Walter Giger, EAWAG; Herbert Güttinger, EAWAG; Patricia Holm, EAWAG;

Ueli Ochsenbein, Gewässer- und Bodenschutzlabor BE; Armin Peter, EAWAG;

Karin Scheurer, EAWAG; Helmut Segner, FIWI; Erich Staub, BUWAL; Marc Suter, EAWAG.

#### Hinweis

Diese Broschüre wird auch in französischer, italienischer und englischer Sprache erscheinen.

#### Kostenloser Bezug

EAWAG, Postfach 611, CH-8600 Dübendorf, Telefon +41 (0)1 823 50 32, [www.fischnetz.ch](http://www.fischnetz.ch)

BUWAL, Dokumentation, CH-3003 Bern, Fax +41 (0)31 324 02 16, [docu@buwal.admin.ch](mailto:docu@buwal.admin.ch), [www.buwalshop.ch](http://www.buwalshop.ch)

Bestellnummern: Deutsch DIV-9502-D; Französisch DIV-9502-F; Italienisch DIV-9502-I; Englisch DIV-9502-E.

#### Kontaktadressen

Projekt «Optimierung der Fischfangerträge und der Gewässerqualität»

Prof. Dr. Patricia Holm

Universität Basel, Programm MGU Mensch Gesellschaft Umwelt

Socinstrasse 59, Postfach, 4002 Basel, Telefon 061 271 57 70, Fax 061 271 58 10, [patricia.holm@unibas.ch](mailto:patricia.holm@unibas.ch)

#### Fischereiberatung FIBER

Dr. Armin Peter

EAWAG Kastanienbaum, Forschungszentrum fuer Limnologie

Seestrasse 79, 6047 Kastanienbaum, Telefon 041 349 21 11, Fax 041 349 21 68, [armin.peter@eawag.ch](mailto:armin.peter@eawag.ch)