



awa fakten



**Zustand der Fliessgewässer
und Seen im Kanton Bern –
Auswertung der Gewässerdaten
von 2002 bis 2010**

**AWA Amt für Wasser und Abfall
OED Office des eaux et des déchets**

Bau-, Verkehrs- und Energiedirektion
des Kantons Bern
Direction des travaux publics, des transports
et de l'énergie du canton de Berne

Inhalte und Kernaussagen

Ziele der Gewässerüberwachung

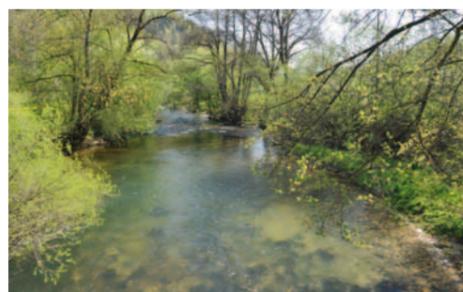
Anhand von chemischen und biologischen Untersuchungen kontrolliert das AWA den Zustand der bernischen Fliessgewässer und Seen. Die Daten bilden eine wichtige Grundlage für den Schutz und die nachhaltige Nutzung unserer Gewässer.

Seite 3

Sinkende Nährstoff-Belastung

Vor allem dank dem Ausbau der Abwasserreinigung hat die Belastung der bernischen Fliessgewässer mit Nährstoffen in den letzten Jahren markant abgenommen.

Seite 6



Immer weniger Schwermetalle

Die Schwermetalleinträge in die Gewässer haben sich stark vermindert. Lokal können aber immer noch Probleme auftreten.

Seite 8

Erholung der Gewässerbiologie

Die biologischen Untersuchungen der Fliessgewässer im Kanton Bern weisen innerhalb eines Jahrzehnts eine deutliche Verbesserung des Gewässerzustands nach. Hauptgrund dafür ist die Sanierung der Kläranlagen.

Seite 10



Besserer Zustand der grossen Berner Seen

Der Phosphoreintrag in die drei grossen Berner Seen hat weiter abgenommen. Im Tiefenwasser des Bielersees treten saisonal aber noch immer Probleme mit der Sauerstoffversorgung auf.

Seite 12

Eine Trendwende zum Positiven

Der Anteil der Fliessgewässer mit einer naturnahen Struktur nimmt laufend zu, weil immer mehr stark beeinträchtigte Bachläufe und Flussabschnitte revitalisiert werden.

Seite 16



Akute Gewässerverschmutzungen

Unfälle mit wassergefährdenden Flüssigkeiten sind der Hauptgrund für die jährlich rund 40 akuten Gewässerverschmutzungen im Kanton Bern. Sie können die gesamte Gewässerfauna in einem Bach bedrohen.

Seite 17



Mikroverunreinigungen belasten Kleingewässer

Vor allem kleinere Bäche sind je nach Einzugsgebiet und ARA-Einleitungen oft übermässig durch Mikroverunreinigungen belastet. Dabei können insbesondere Einträge an Pestiziden und Rückständen aus Medikamenten die empfindliche Gewässerfauna gefährden.

Seite 18

Künftiger Handlungsbedarf

Trotz Fortschritten sind die Ziele des Gewässerschutzes noch nicht erreicht. Die grössten Defizite bestehen im Bereich der naturfremden Struktur sowie der übermässigen Belastung vieler Fliessgewässer und Seen mit unerwünschten Nährstoffen und Mikroverunreinigungen.

Seite 22

Gewässerüberwachung im Kanton Bern



Die Probleme frühzeitig erkennen

Genauere Kenntnisse über den Zustand der bernischen Fliessgewässer und Seen bilden eine wichtige Grundlage für deren Schutz und nachhaltige Nutzung. Im Rahmen seiner Gewässerüberwachung führt das AWA die chemischen und biologischen Untersuchungen weiter und wird das Monitoring der Spurenstoffe verstärken.

Naturnahe Oberflächengewässer und ihre Uferbereiche sind Quellen der Artenvielfalt und dienen auch dem Menschen als wichtige Lebensgrundlage sowie als Erholungsraum. Aufgrund ihrer intensiven Nutzung gehören die aquatischen Lebensräume aber nach wie vor zu den am stärksten gefährdeten Ökosystemen. Einerseits setzen ihnen Beeinträchtigungen der Wasserqualität durch unerwünschte Nährstoffe, Schwermetalle und organische Mikroverunreinigungen zu. Andererseits reagieren Wasserorganismen wie zum Beispiel Fische auch sehr empfindlich auf Störungen ihres Lebensraums durch zivilisatorische Eingriffe wie etwa Flussbegradigungen, Eindolungen, Aufstiegshindernisse, Wasserentnahmen für Kraftwerke oder Temperaturerhöhungen infolge der Klimaerwärmung.

Ziele der Gewässerüberwachung

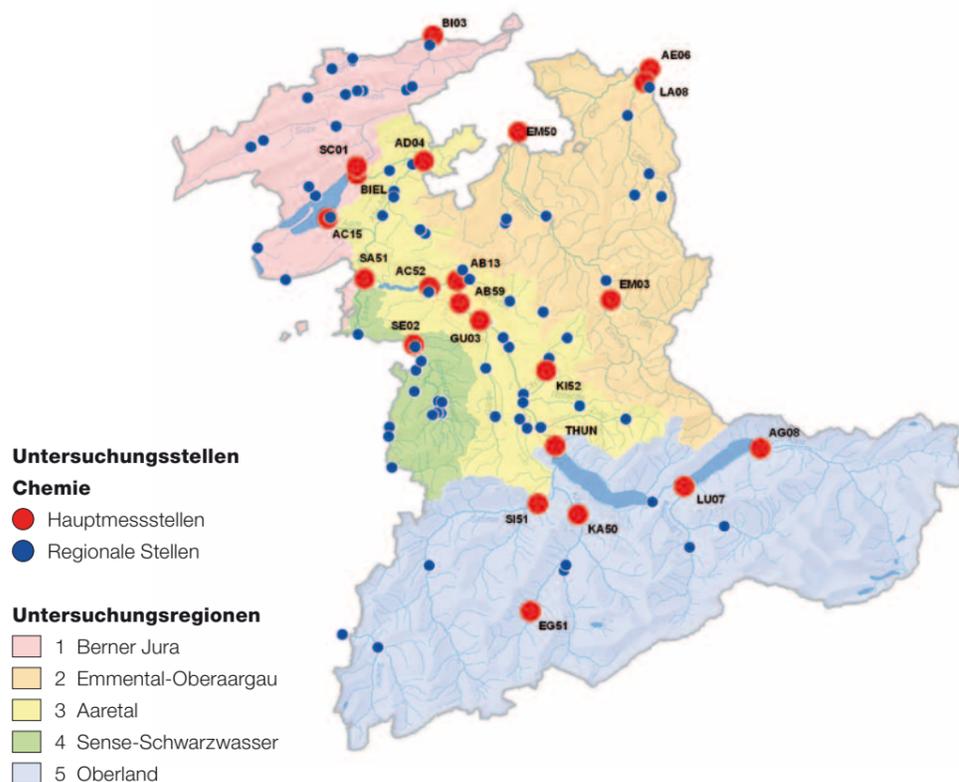
Damit Bäche, Flüsse und Seen ihre ökologischen Funktionen – trotz dem Nutzungsdruck – langfristig erfüllen können, sind in den vergangenen Jahrzehnten zahlreiche Massnahmen zur Verbesserung der Was-

serqualität getroffen worden. Dazu zählen insbesondere der Bau von Abwasserreinigungsanlagen (ARA) sowie die laufende Weiterentwicklung der verschiedenen ARA-Reinigungsstufen, die Vorbehandlung des Abwassers aus Industrie- und Gewerbebetrieben, das Phosphatverbot in Waschmitteln oder der gesetzlich vorgeschriebene Ausbau der Lagerkapazitäten für Gülle. Seit einigen Jahren werden zudem vermehrt Renaturierungen realisiert, um auf diese Weise auch die Strukturdefizite in den Gewässern zu beheben.

Mit seinem Gewässermonitoring in Flüssen, Bächen und Seen beurteilt das AWA im Sinn einer Erfolgskontrolle unter anderem die Wirksamkeit der bisher getroffenen Schutzmassnahmen. Zudem bestimmt es anhand von Erhebungen des Ist-Zustandes allfällige Gewässerdefizite und leitet daraus den Handlungsbedarf für weitere Optimierungen ab. Ein Hauptziel besteht darin, nachteilige Entwicklungen und langfristige Veränderungen frühzeitig zu erkennen, um bei Bedarf Gegensteuer geben zu können.

Die vom AWA regelmässig beprobten Hauptmessstellen decken alle grossen Fliessgewässer im Bernbiet ab. Untersucht werden chemische Parameter mit einer breiten Aussagekraft für den Gewässerzustand.

Untersuchungsstellen Chemie 2002 – 2010



- Untersuchungsstellen Chemie**
- Hauptmessstellen
 - Regionale Stellen
- Untersuchungsregionen**
- 1 Berner Jura
 - 2 Emmental-Oberaargau
 - 3 Aaretal
 - 4 Sense-Schwarzwasser
 - 5 Oberland

Hauptmessstellen

AB13	Aare, Bern Felsenaubücke
AB59	Aare, Bern Dalmazi
AC15	Aare, Hagneck
AC52	Aare, Bern-Eymatt
AD04	Aare, Büren
AE06	Aare, Murgenthal
AG08	Aare, vor Brienzensee
BI03	La Birse, Roche St-Jean
BIEL	Nidau-Büren-Kanal, Auslauf Bielersee
EG51	Engstlige, Adelboden
EM03	Emme, Emmenmatt
EM50	Emme, Gerlafingen
GU03	Gürbe, Belp
KA50	Kander, Aeschi
KI52	Chise, Freimettigen
LA08	Langete, Mangen
LU07	Lütschine, Bönigen
SA51	Saane, Marfeldingen
SC01	Schüss, Biel
SE02	Sense, Riedernbrücke
SI51	Simme, Latterbach
THUN	Aare, Auslauf Thunersee

Die 22 Standorte der Hauptmessstellen zur Untersuchung der Wasserqualität im Kanton Bern werden periodisch durch vertiefte, zweijährige Messkampagnen in den 5 farbig markierten Regionen ergänzt.

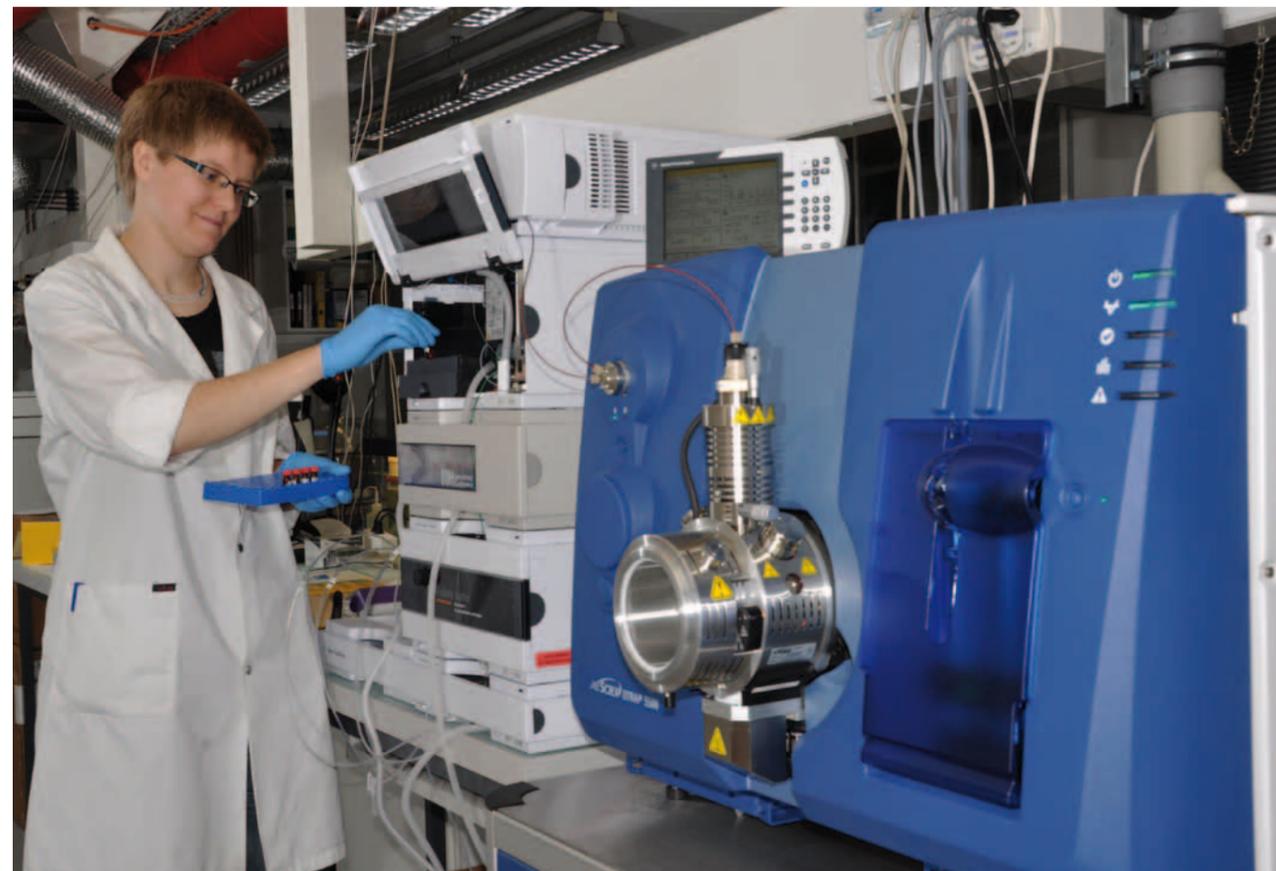
Aufbau des Gewässermonitorings

Im Rahmen der Gewässerüberwachung, die zu den Kernaufgaben des kantonalen Vollzugs gehört, führt das AWA im Monatsrhythmus an rund 20 Messstandorten regelmässig chemische Untersuchungen durch. Dieses Hauptmessnetz deckt die grossen Fließgewässer im Bernbiet ab und konzentriert sich auf chemische Parameter mit einer breiten Aussagekraft, für welche die Gewässerschutzverordnung des Bundes Anforderungs- oder Zielwerte festlegt.

Dazu zählen etwa Nährstoffe wie Ammonium, Nitrit und Phosphat sowie verschiedene Schwermetalle, die sich gut zur Beobachtung von langfristigen Veränderungen der Gewässerqualität eignen.

Um auch die Entwicklung der kleineren Bäche und Flüsse verfolgen zu können, geht die Abteilung Gewässer- und Bodenschutzlabor (GBL) dem Gewässerzustand mit zweijährigen Messkampagnen in den verschiedenen Regionen des Kantons vertieft auf den Grund. In diesem Turnus waren

Um die Entwicklung der Wasserqualität in Bächen und grösseren Fließgewässern zu überwachen, sind Fachleute des AWA im gesamten Kanton unterwegs.



seit 2003 zuerst das Oberland und dann der Berner Jura, das Aaretal zwischen Thun und Bern, die Einzugsgebiete von Sense und Schwarzwasser sowie das Seeland an der Reihe. Damit liegen etwa im zeitlichen Abstand von zehn Jahren detaillierte Untersuchungen für das Fließgewässernetz in den jeweiligen Regionen vor, die fundierte Langzeitvergleiche ermöglichen. An den Probestellen in den näher durchleuchteten Regionen erfolgt jeweils im Frühjahr auch eine biologische Untersuchung.

Gezielte Abklärungen bei Punktquellen

Bei der Standortwahl der nahezu 100 Messstellen berücksichtigt das AWA Gewässer, bei denen aufgrund von Punktquellen wie ARA-Ausläufen, Entlastungen aus dem Kanalisationsnetz oder Einleitstellen von Strassenabwasser mit Beeinträchtigungen der Wasserqualität zu rechnen ist. Dasselbe gilt für diffuse Einträge von wassergefährdenden Stoffen durch Auswaschungen oder Abschwemmungen, wie sie insbesondere kleinere Fließgewässer in intensiv genutzten Ackerbauregionen betreffen.

An grenzüberschreitenden Wasserläufen wie Aare und Birs erfolgen die Routineuntersuchungen des Gewässerzustands bereits heute in Zusammenarbeit mit den an-

deren Anrainerkantonen. Das AWA will diese Kooperation im Bereich Monitoring künftig verstärken und im Sinn des integralen Gewässerschutzes und der europäischen Wasserrahmenrichtlinie nicht nur isolierte Gewässerabschnitte, sondern vermehrt ganze Einzugsgebiete betrachten.

Ergänzend zu den regelmässigen Untersuchungen führt die Abteilung GBL bei Bedarf auch Messkampagnen zu spezifischen oder neu auftauchenden Problemen durch. Im vergangenen Jahrzehnt war der Fokus zum Beispiel auf die beobachteten Veränderungen der Geschlechtsorgane bei den Felchen im Thunersee gerichtet. Vertiefte Abklärungen erforderte zudem der Fischrückgang in der Aare. An der Urtenen hat man das Ausmass der Schadstoffbelastung durch Autobahnabwasser und Mischabwasserentlastungen eingehend analysiert und am Seebach bei Lyss die Einträge von Pestiziden bei Regenereignissen. Weitere Messkampagnen galten den Belastungen der Seen und Seezuläufe mit Explosivstoffrückständen sowie den Pestizidemissionen, die im Frühjahr über die Ausläufe von Kläranlagen im ländlichen Raum in die Fließgewässer gelangen. Nicht zuletzt aufgrund der entsprechenden Ergebnisse will das AWA künftig die Überwachung problematischer Mikroverunreinigungen in den bernischen Gewässern verstärken.

Die Wasserproben werden im Gewässer- und Bodenschutzlabor des AWA mit modernsten Analysegeräten auf wasser-gefährdende Substanzen und Nährstoffe untersucht. Das LC-MSMS-Gerät dient dazu, organische Verunreinigungen im Spurenbereich nachzuweisen.



Zustand der Fliessgewässer: Nährstoffe



Die Abwassermenge in Winter-sportorten wie Adelboden übersteigt während der Skihochsaison regelmässig die Kapazität der Kläranlagen, was die Vorfluter stark belastet.

Foto: Martina Heimann

Hauptgrund für die deutliche Abnahme des Ammonium-Stickstoffs in der Aare ist der erfolgreiche Ausbau (Pfeile) der drei grossen Kläranlagen zwischen Thun und dem Wohlensee.

Die Nährstoff-Belastung nimmt kontinuierlich ab

Die Belastung der bernischen Fliessgewässer mit Nährstoffen hat in den letzten Jahren markant abgenommen. Probleme bestehen heute vor allem noch in kleineren Gewässern unterhalb der Einleitstellen von Kläranlagen mit ungenügender Nitrifikation sowie bei Regenentlastungen von ungereinigtem Abwasser.

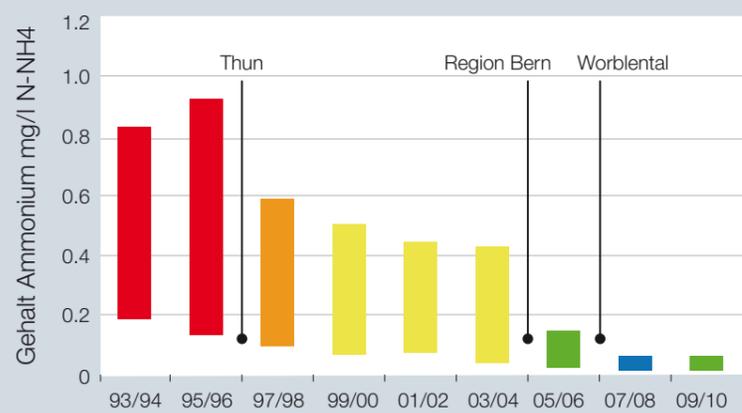
Mitte der 1990er-Jahre enthielt das Aarewasser bei der Messstelle Eymatt (AC52) im Nordwesten von Bern bis zu 0,9 Milligramm (mg) Ammonium-Stickstoff pro Liter Wasser. Damit lag die Konzentration dieses unerwünschten Nährstoffs um mehr als das Doppelte über dem Anforderungswert der eidgenössischen Gewässerschutzverord-

nung. Seither hat sich die entsprechende Wasserqualität der Aare von der Zustandsbeschreibung «schlecht» zum Prädikat «gut» verbessert. So registrierte das AWA bei seinen monatlichen Erhebungen in den Jahren 2009/2010 Ammonium-Stickstoff-Werte von deutlich unter 0,1 mg.

Deutlich effizientere Kläranlagen

Der Messstandort Eymatt liegt nur wenige Kilometer unterhalb der zwei grössten Kläranlagen im Grossraum Bern, die das Schmutzwasser von über 600'000 Einwohnerwerten behandeln. Die markante Entlastung der Aare – mit einer Reduktion der Ammonium-Konzentrationen um mehr als 90 Prozent – ist denn auch im Wesentlichen auf die laufend verbesserte Reinigungsleistung der grossen Kläranlagen Thunersee, Worblental und ARA Region Bern zurückzuführen, welche das behandelte Abwasser in die Aare einleiten.

Verlauf Ammonium Aare Eymatt, AC 52



Chemie nach MSK 2002 – 2010 Ammonium

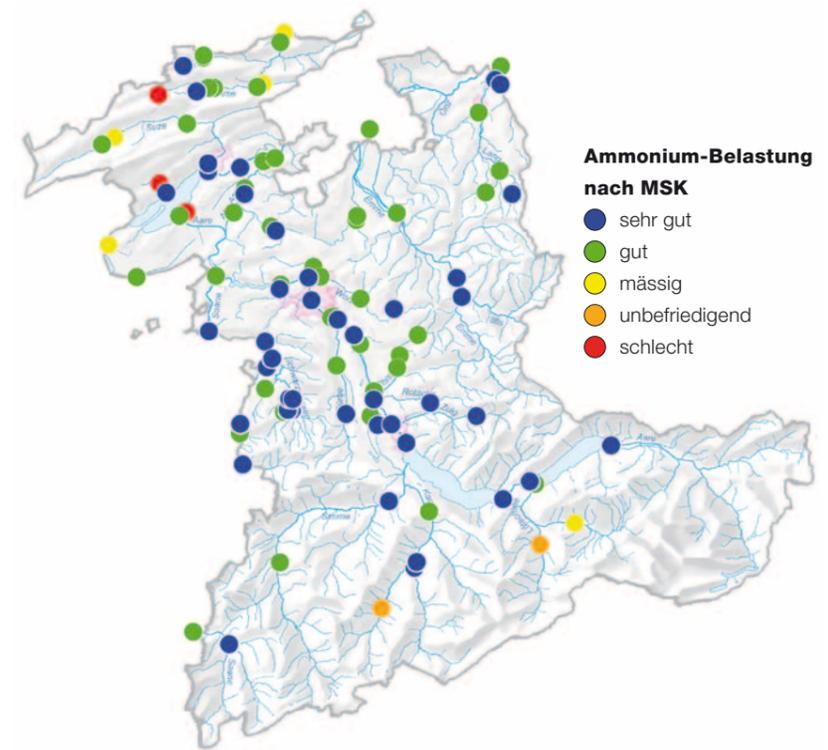
Die positiven Auswirkungen der vermehrten Nitrifikation in den ARA betreffen mittlerweile fast alle bernischen Fliessgewässer. Galt ihre Wasserqualität bezüglich Ammonium noch Ende der 1990er-Jahre nur in wenigen Fällen als «sehr gut», so zeigt sich inzwischen ein deutlich besseres Bild. Analog dazu hat auch die Gewässerbelastung mit dem für Fische stark giftigen Nitrit markant abgenommen.

Lokal erhöhte Belastungen

Trotzdem können lokal noch immer erhöhte Ammoniumgehalte auftreten. Dies gilt insbesondere bei Regenentlastungen von ungeklärtem Abwasser in kleinere Gewässer wie das Beispiel der Langete mit Extremwerten von bis zu 1 Milligramm Ammonium-Stickstoff pro Liter zeigt. Stark belastet sind häufig auch Abschnitte unterhalb von Kläranlagen, die ihr gereinigtes Abwasser in einen schwachen Vorfluter einleiten, so dass die Nährstoffe hier nicht ausreichend verdünnt werden. Dies betrifft zum Beispiel den Twannbach unterhalb der ARA Lamboing oder den Länggraben nach Einleitung der ARA Täuffelen. Zu Problemen mit deutlich bis stark belasteten Gewässerabschnitten kommt es auch nach ARA, die grossen Belastungsschwankungen ausgesetzt sind. Typisch ist die winterliche Belastung der Schwarzen und Weissen Lutschine sowie der Engstlige. Zum einen müssen die Kläranlagen in Grindelwald, Lauterbrunnen und Adelboden während der Skisaison viel mehr Abwasser bewältigen, was die Kapazität dieser ARA übersteigt, und zum andern führen die Vorfluter in dieser Zeit sehr wenig Wasser, wodurch die Ammonium-Belastung noch verschärft wird.

Teilweise übermässige Phosphatgehalte

Gemessen an den Zielwerten des Modulstufenkonzepts (MSK) weisen viele Bäche und Flüsse im Unterland übermässige Phosphatkonzentrationen auf. Erhöhte Gehalte dieses Nährstoffs haben allerdings kaum negative ökologische Auswirkungen auf die jeweiligen Fliessgewässer. Hingegen verursacht ein Überangebot an pflanzenverfügbarem Phosphor Probleme in Seen,



Ammonium-Belastung nach MSK

- sehr gut
- gut
- mässig
- unbefriedigend
- schlecht

weil dies das Algenwachstum fördert. Beim biologischen Abbau des pflanzlichen Planktons kann es zu Sauerstoffknappheit im Tiefenwasser kommen, was wichtige Fischlebensräume beeinträchtigt. Der Phosphatgehalt in Seezuflüssen ist daher ein kritischer Parameter. Von den bernischen Flüssen und Bächen, die direkt in einen grösseren See fliessen, sind im Einzugsgebiet des nach wie vor überdüngten Bielersees die Schüss, der Twannbach und der Länggraben deutlich bis stark belastet. Bezogen auf den Gesamteintrag ist die Aare aufgrund der viel grösseren entwässerten Fläche – und des entsprechenden Wasservolumens – jedoch die mit Abstand bedeutendste Phosphatquelle im Einzugsgebiet des Bielersees.

In Bezug auf die Belastung mit dem Nährstoff Ammonium gilt der Zustand der Wasserqualität in den meisten bernischen Fliessgewässern inzwischen als gut bis sehr gut. Die Beurteilung erfolgt gemäss dem Modul-Stufen-Konzept (MSK) des Bundes.

Weitere Informationen

Geodatenbank mit Gewässerdaten:
www.apps.be.ch/geo/de > Geokatalog
 > Suche > QUALIOG
 Modul-Stufen-Konzept des Bundes:
www.modul-stufen-konzept.ch



Schwermetalle



Die Schwermetallgehalte in den bernischen Fließgewässern haben markant abgenommen – so auch in der früher übermässig belasteten Schüss.

Stark rückläufige Belastungen

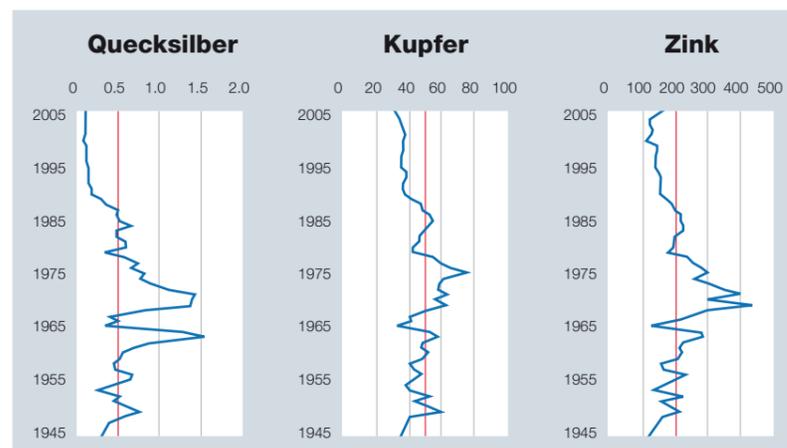
Massnahmen zur Vorbehandlung des Abwassers in zahlreichen Industrie- und Gewerbebetrieben sowie die verschärften Vorschriften der Luftreinhalte-Verordnung haben die Schwermetalleinträge in die Gewässer stark vermindert. Lokal können aber immer noch Probleme auftreten.

Die Belastung der Fließgewässer und Seen mit wassergefährdenden Schwermetallen geht seit rund vier Jahrzehnten deutlich zurück. Insbesondere die von den Umweltbehörden angeordneten Massnahmen zur Vorbehandlung kontaminierter Abwässer in den metallverarbeitenden Industrie- und Gewerbebetrieben haben wesentlich zu dieser Entlastung beigetragen. Zudem sorgen die Mitte der 1980er-Jahre erlassenen Vorschriften zur Luftreinigung dafür, dass belastete Abgase von Metallschmelzwerken, Kehrlichtverbrennungsan-

lagen, Zementfabriken und weiteren Emittenten mittlerweile effizient zurückgehalten und nicht länger in der näheren Umgebung solcher Betriebe verteilt werden.

Weil die Schwermetallkonzentrationen im Wasser stark von einzelnen Regenereignissen abhängen, untersucht das AWA zusätzlich auch die Sedimente, deren Belastung die Entwicklung über einen längeren Zeitraum besser dokumentiert. Dies lässt sich etwa am Beispiel der grossen Seen gut aufzeigen.

Entwicklung der Schwermetallgehalte (mg/kg) in den Sedimenten des Bielersees. Nach den Höchstständen in den 1960er- und 1970er-Jahren unterschreiten die Konzentrationen seit den späten 1980er-Jahren die Zielvorgaben (rote Linien) der Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR).



Punktuell starke Belastungen

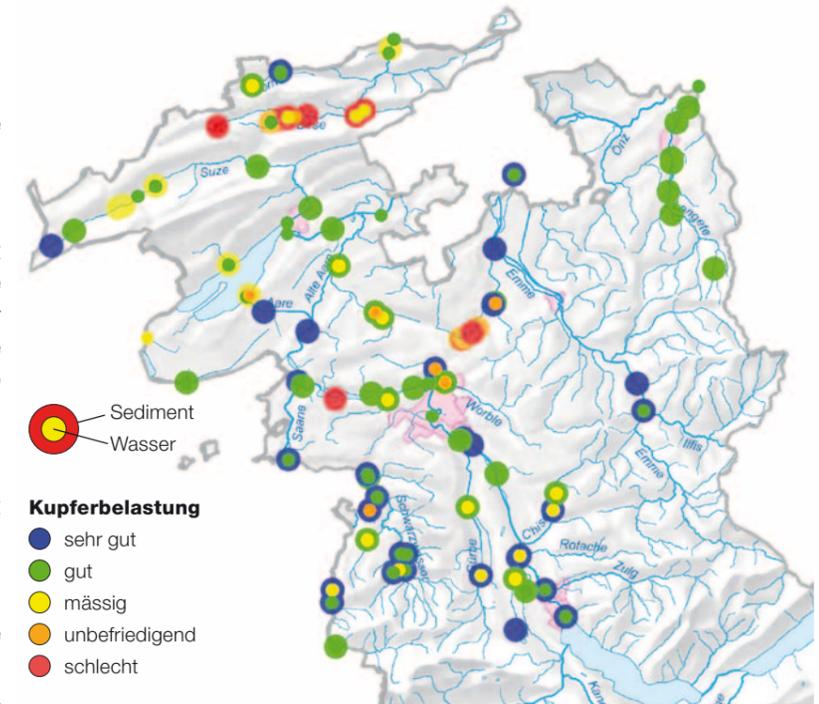
Trotz einer allgemeinen Entschärfung der Situation können in Einzelfällen nach wie vor übermässige Belastungen auftreten. Dies gilt vor allem für Gewässer wie die Birs, Trame oder Schüss in den historischen Zentren der Metall- und Uhrenindustrie im Berner Jura. Hier besteht zum Teil ein beträchtlicher Handlungsbedarf zur Verminderung der hohen Kupfer- und Zinkeinträge. Bei Niederschlägen werden die früher grossflächig in der Umgebung verteilten Schwermetalle von den lokal stark belas-

Schwermetalle 2005 – 2010 Kupfer (Cu) im Sediment und im Wasser

teten Böden abgeschwemmt und in die Gewässer eingetragen – so etwa rund um Reconvilier.

Neben diesen historischen Gründen gibt es vor allem in kleineren Gewässern wie der Urtenen auch aktuelle Ursachen für erhöhte Schwermetallgehalte. Wichtigste Quellen sind der Pneu- und Bremsabrieb von entwässerten Hauptverkehrsachsen, Abschwemmungen von mit Kupfer und Zink eingekleideten Dächern sowie Einleitungen aus Kläranlagen in Gebieten mit vielen metallverarbeitenden Betrieben.

Um diese Einträge weiter zu reduzieren, braucht es insbesondere Massnahmen, die unmittelbar bei den verschiedenen Schadstoffquellen ansetzen. Dazu gehört etwa eine optimale Vorbehandlung der Abwässer aus der Metallindustrie. Eine Lücke beim Gewässerschutz besteht gegenwärtig noch in Bezug auf das teilweise stark belastete Autobahnabwasser, welches mancherorts ungeklärt in die Gewässer eingeleitet wird. Hier drängen sich deshalb dezentrale Vorbehandlungsanlagen auf, die neben den Schwermetallen auch andere wassergefährdende Stoffe zurückhalten. Im Sinne einer langfristigen Massnahme ist zudem die Versickerung des Regenwassers zu intensivieren. Damit lassen sich Abflussspitzen im Kanalnetz dämpfen, so dass Entlastungen von ungeklärtem Abwasser in die Gewässer seltener auftreten.



Beurteilung der Kupferbelastung in Wasserproben (kleine Punkte) und Sedimenten (grosse Punkte) nach dem Modul-Stufen-Konzept (MSK) – hier mit einem vergrösserten Ausschnitt der Gegend um Reconvilier im Birs-tal, wo übermässige Kupferkonzentrationen auftreten.



Als Vorbereitung zur Analyse von Flusssedimenten werden diese auf kleine Korngrössen gesiebt. Solche Untersuchungen eignen sich vor allem, um die Entwicklung der Schwermetallbelastung in den Gewässern über einen längeren Zeitraum zu verfolgen.



Biologische Untersuchungen

Deutliche Verbesserung des Gewässerzustands

Die biologischen Untersuchungen der Fliessgewässer im Kanton Bern weisen innerhalb eines Jahrzehnts eine deutliche Verbesserung des Gewässerzustands nach. Dazu hat insbesondere die Sanierung der Kläranlagen beigetragen.

Für die biologischen Untersuchungen der bernischen Fliessgewässer orientiert sich das AWA am Modul-Stufen-Konzept (MSK) des Bundes. Beurteilt wird unter anderem der äussere Aspekt. Dieser umfasst Kriterien wie Wassertrübung, Verfärbung, Geruch, Schaumbildung und Verschlammung. Verglichen mit den 1990er-Jahren hat sich der entsprechende Gewässerzustand seither deutlich verbessert. Doch noch immer kann etwa jedes achte der untersuchten Gewässer die gesetzlichen Anforderungen in Bezug auf den äusseren Aspekt nicht erfüllen. Die Beeinträchtigungen treten vor allem an den Unterläufen von Bächen im Mittelland sowie im Berner Jura auf – und zwar oft unterhalb der Einleitstellen von

Kläranlagen, so zum Beispiel in der Alten Aare, Langete und Trame.

Beurteilung anhand der Kieselalgen

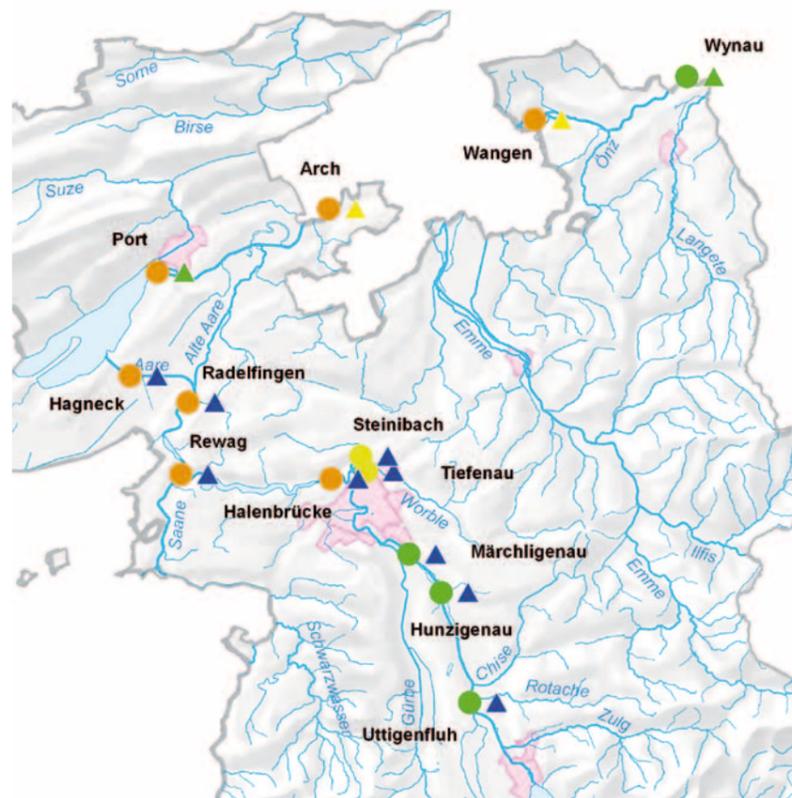
Auch die Beurteilung der Wasserqualität aufgrund des Vorkommens von Kieselalgen bestätigt die klar besseren Verhältnisse. Wiesen in den 1990er-Jahren mehr als 60 Prozent aller untersuchten Fliessgewässer eine gute bis sehr gute Wasserqualität auf, so sind es mittlerweile über 90 Prozent. Die verschiedenen Arten von Kieselalgen werden aufgrund ihrer Toleranz gegenüber organischen Belastungen in Gruppen eingeteilt, wobei deren Vorkommen und Anteile in einem Gewässer dessen Güteklasse bestimmen. Gemäss diesem biologischen Kriterium weisen sehr viele Stellen eine sehr gute Wasserqualität auf – vor allem im Oberland, im Aaretal und Sensegebiet, aber auch im Berner Jura. Nur vereinzelt zeigen die Kieselalgen eine mässige Wasserqualität an. Die Ursache dafür sind zum Teil ebenfalls ARA-Einleitungen, wie beispielsweise an der Chise.

Obwohl die Artenzusammensetzung in der Aare zwischen Thuner- und Bielersee keine starken organischen Belastungen anzeigt, nimmt der Nährstoffgehalt auf dieser Fliessstrecke allmählich zu. Bis Bern treten Kieselalgen mit sehr hohen Ansprüchen an die Wasserqualität häufig auf, während flussabwärts eher Arten dominieren, die auch in nährstoffreichen Gewässern mit organischen Belastungen vorkommen.

Wirbellose Kleinlebewesen als Indikatoren

Auch wirbellose Kleinlebewesen (Makrozoobenthos) wie Insekten und deren Larven, Schnecken, Strudelwürmer sowie Krebse reagieren unterschiedlich empfindlich auf organische Belastungen und Sauerstoffdefizite. Je nach Artenvorkommen und

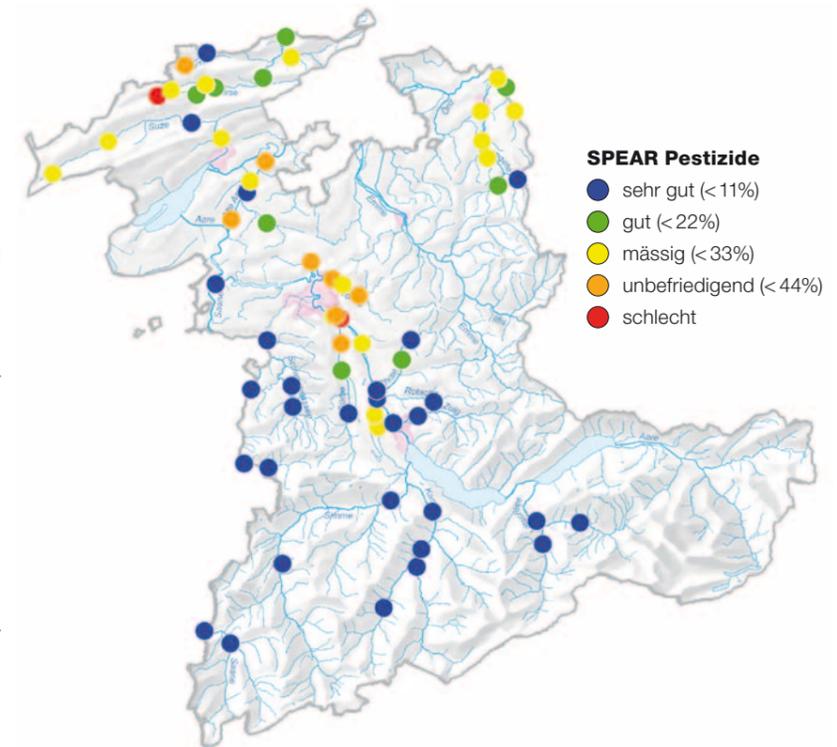
Untersuchung von Kieselalgen und Wasserwirbellosenfauna (Makrozoobenthos) in der Aare. Uferverbauungen, Stauabschnitte von Wasserkraftwerken, Restwasserstrecken sowie die Schwall-Sunk-Problematik in der Saane führen unterhalb von Bern zu Beeinträchtigungen der ursprünglichen Gewässerlebensräume. Dies wirkt sich negativ auf die Artenzusammensetzung aus.



Gewässerfauna in der Aare 2001/2002 und 2008

- | | |
|--------------------|-------------------------------------|
| Kieselalgen | Makrozoobenthos |
| ▲ sehr gut | ● Hoher Anteil ursprünglicher Arten |
| ▲ gut | ● Restwasser Einfluss |
| ▲ mässig | ● Biozönose gestört |

SPEAR-Index 2004 – 2010



Häufigkeit lässt sich die Wasserqualität in fünf Klassen darstellen. Gemäss dieser Beurteilung zeigt sich gegenüber den 1990er-Jahren wiederum eine klare Verbesserung des Gewässerzustands, ergeben die Auswertungen doch bei zwei Drittel aller Untersuchungsstellen eine sehr gute Wasserqualität. Der Befund gilt grundsätzlich für sämtliche untersuchten Gewässer im Oberland, im Einzugsgebiet von Sense und Schwarzwasser sowie in fast allen Gewässern des Aaretals. Vor allem in den freifliessenden Abschnitten der Aare zwischen Thuner- und Bielersee leben zahlreiche anspruchsvolle Arten, die auf vielfältige Strukturen und Strömungen sowie auf eine sehr gute Wasserqualität angewiesen sind.

Bewertung mittels des Species at risk-Indexes (SPEAR)

Der laufend weiterentwickelte SPEAR-Index gilt als Bindeglied zwischen chemischen und biologischen Untersuchungen. Er erlaubt es, die Wirkungen des jeweiligen Schadstoffgemischs in einem Fliessgewässer auf die Gewässerfauna zu beurteilen – und zwar praktisch unabhängig von anderen Belastungen wie Nährstoffeintrag oder Strukturarmut, welche die Biozönose ebenfalls beeinträchtigen. Solche Bewertungen sind für kontinuierliche Belastungen mit Salzen und organischen Mikroverunreinigungen (Pestizide) möglich, wobei der SPEAR-pesticides der am besten abgesicherte Index ist. Die Beurteilung erfolgt im konkreten Fall mit Hilfe ausgewählter Krebse und Insekten, die unter den Wasserwirbellosen am empfindlichsten auf Pestizide reagieren.

Datenbank zur Gewässerbiologie

Das AWA arbeitet gegenwärtig am Aufbau einer Datenbank zur Gewässerbiologie, die den Zugang zu einer Vielzahl von solchen Informationen erleichtern soll. Als Grundlage dienen dabei verschiedene Untersuchungsberichte, Datentabellen und 260 Gewässerzustandsberichte, die im Rahmen der generellen Entwässerungsplanung (GEP) auf kommunaler Ebene entstanden sind. Damit lassen sich die biologischen Daten künftig einfacher auswerten und kantonsweit in Tabellen oder Übersichts-

karten darstellen sowie zusätzlich mit den chemischen Daten aus der Gewässergüte-Datenbank kombinieren. In Verbindung mit Informationen aus den Bereichen Siedlungsentwässerung, Fischerei oder Wasserbau werden sie den Fachstellen fortan die integrale Gewässerbeurteilung erleichtern.

Der für ausgewählte Stellen berechnete Index SPEAR-pesticides gibt Hinweise auf sichtbare Beeinträchtigungen der Gewässerfauna durch chemische Belastungen.

Je nach Artenvorkommen und Häufigkeit der wirbellosen Kleinlebewesen in einem Fliessgewässer lässt sich dessen Wasserqualität in eine von fünf Güteklassen einteilen.



Zustand der Berner Seen



Wie der Bielersee werden auch Thuner- und Brienzensee vom AWA einmal pro Monat beprobt.

Foto: Beat Jordi

Vereinzelte Probleme mit der Sauerstoffversorgung

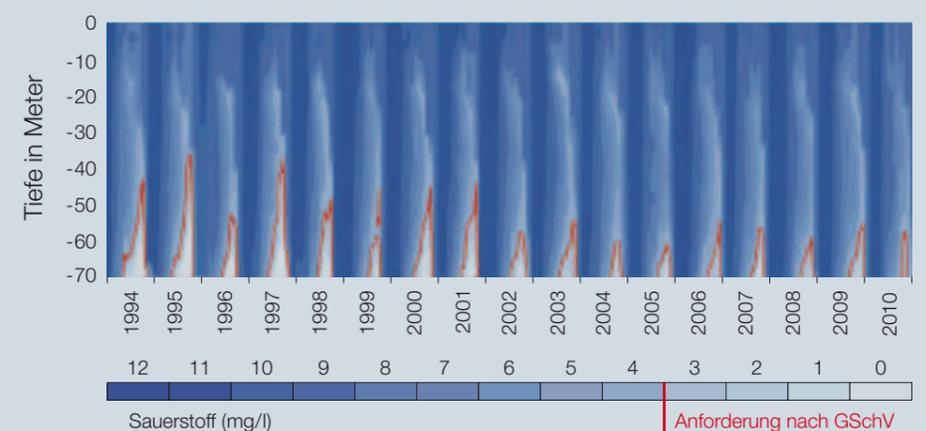
Die Nährstoffbelastung der drei grossen Seen im Kanton Bern hat im vergangenen Jahrzehnt weiter abgenommen. Der rückläufige Phosphoreintrag verbessert vor allem im Bielersee die Versorgung des Tiefenwassers mit Sauerstoff.

Die meisten Seen reagieren eher träge auf Veränderungen der Nährstoffzufuhr in ihrem Einzugsgebiet. Gewässerschutzmassnahmen – wie insbesondere die laufende Reduktion des Phosphateintrags – wirken sich deshalb oft erst mit jahrelanger Verzögerung auf diese aquatischen Ökosysteme aus. Das Überwachungsprogramm des

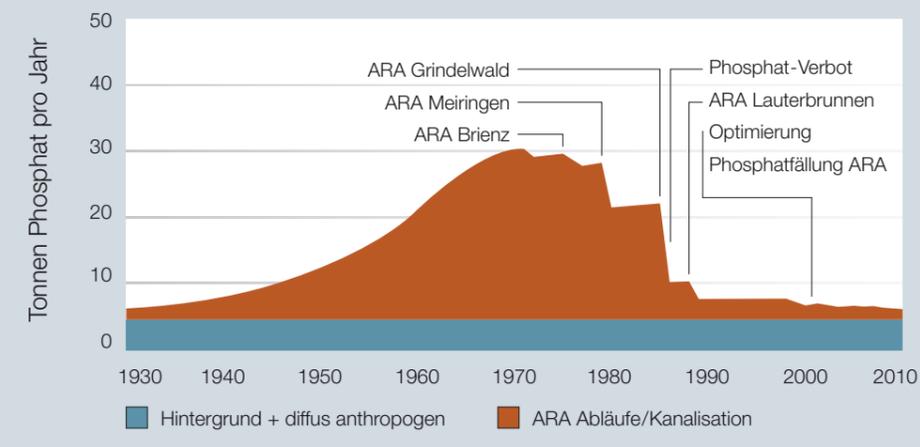
AWA für die bernischen Seen ist deshalb langfristig ausgelegt. So werden Brienz-, Thuner- und Bielersee monatlich beprobt, wobei die regelmässigen Untersuchungen ein hochauflösendes Tiefenprofil an der jeweils tiefsten Stelle sowie ergänzende Analysen zur Bestimmung des pflanzlichen und tierischen Planktons umfassen.

Die Entwicklung der Sauerstoffkonzentrationen im Tiefenwasser des Bielersees zeigt seit dem Jahr 2000 eine Besserung der Situation. So sind das Wasservolumen in der rot umrandeten Zone mit kritischen Verhältnissen und die Dauer der übermässigen Sauerstoffzehrung deutlich rückläufig.

Sauerstoffentwicklung im Bielersee 1994 bis 2010



Eintrag von biologisch verfügbarem Phosphat in den Brienzensee



Im Brienzensee ist der Eintrag von Phosphat aus natürlichen und diffusen Quellen seit Jahrzehnten ziemlich konstant. Die Entwicklung der Nährstoffzufuhr widerspiegelt deshalb in erster Linie die Fortschritte im Bereich der Siedlungsentwässerung. Bis 1975 floss das Abwasser aus dem Einzugsgebiet ungeklärt in den See. Nach dem Bau der verschiedenen Kläranlagen macht der jährliche Phosphoreintrag aus der Siedlungsentwässerung nur noch rund 2 Tonnen aus.

Der Bielersee gesünder allmählich

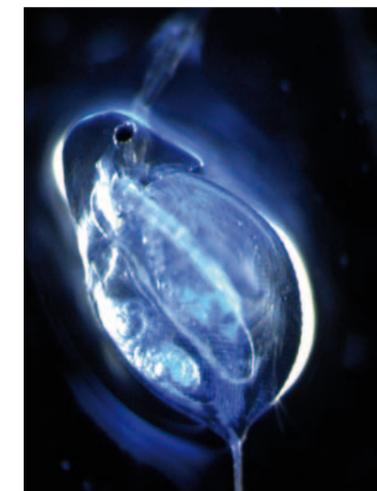
Wie langsam Veränderungen in stehenden Gewässern ablaufen, illustriert das Beispiel der Sauerstoffversorgung im Tiefenwasser des Bielersees. Durch die Winterstürme wird das Seewasser während der jahreszeitlichen Zirkulationsphase jeweils bis auf den Grund durchmischt und mit Sauerstoff angereichert. Im Lauf der Vegetationsperiode wird der Sauerstoff durch den bakteriellen Abbau abgestorbener Wasserpflanzen jedoch wieder abgebaut. Da pflanzenverfügbares Phosphat in unseren Seen der limitierende Nährstoff für das Algenwachstum ist, hängt die Primärproduktion – und damit indirekt auch der Sauerstoffgehalt in tieferen Wasserschichten – entscheidend vom Phosphoreintrag ab. Im Bielersee haben die mittleren Konzentrationen an pflanzenverfügbarem Phosphor im Verlauf der letzten 40 Jahre um über 90 Prozent abgenommen. Hauptgründe für diesen starken Rückgang sind der Ausbau der Siedlungsentwässerung, die Phosphorelimination in grösseren Kläranlagen, das seit 1986 geltende Phosphatverbot für Waschmittel sowie Massnahmen zur Reduktion der Nährstoffverluste in der Landwirtschaft.

Erst seit der Jahrtausendwende spiegelt sich die Phosphatreduktion nun auch in einer deutlichen Verbesserung der Sauerstoffverhältnisse im Tiefenwasser. Gemäss der Gewässerschutzverordnung muss der O₂-Gehalt zu jeder Zeit und in jeder Wassertiefe mindestens 4 Milligramm pro Liter erreichen. Diese Vorgabe wird im Bielersee zwar nach wie vor nicht eingehalten, doch nimmt sowohl das betroffene Wasservolumen als auch die saisonale Dauer der Unterversorgung mit Sauerstoff laufend ab.

Nährstoffarmer Brienzensee

Als typischer Alpenrandsee mit einem dünn besiedelten und extensiv genutzten Einzugsgebiet ist der Brienzensee von Natur aus ein nährstoffarmes Gewässer. Der seit den 1980er-Jahren durch die Fortschritte im Bereich der Abwasserreinigung bedingte Rückgang an bioverfügbarem Phosphor limitiert auch das Algenwachstum und damit die Nahrungsgrundlage des Zooplanktons.

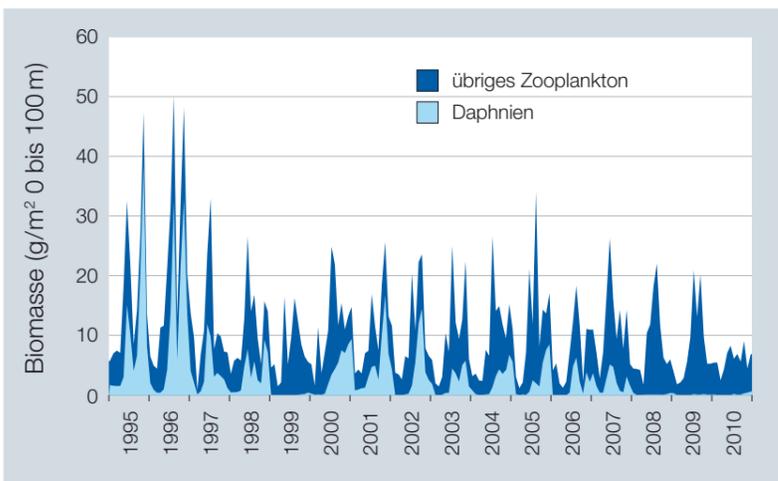
Wie die Planktonuntersuchungen des AWA zeigen, finden sich im Brienzensee pro Quadratmeter seit 1997 weniger als 200'000 Kleinkrebse (Jahresmittel), während diese wichtigste Gruppe des Zooplanktons im nährstoffreicheren Bielersee in zwei- bis dreifach so hoher Individuenzahl vorkommt. Der Bestandeseinbruch der Daphnien, welche die wichtigste Futterbasis der Felchen bilden, führte im Hochwasserjahr 1999 und danach auch zu einem geringeren Fischwachstum und zu Einbussen beim Felchenertrag. Um den Ursachen auf den Grund zu gehen, führte der Kanton – ergänzend zum Monitoringprogramm des AWA – in Zusammenarbeit mit dem Wasserforschungsinstitut Eawag und weiteren Fachstellen umfangreiche Forschungsarbeiten durch. Nach einem erneuten Zusammenbruch der Daphnienpopulationen zwischen 2008 und 2010 und Befunden von Felchen ohne entwickelte Geschlechtsorgane mehren sich die Forderungen nach einem Phosphormanagement für den Brienzensee sowie für weitere nährstoffarme Alpenrandseen in der Schweiz.



Die Daphnien bilden die wichtigste Futterbasis der Felchen. Durch wiederholte Bestandeseinbrüche dieser Zooplanktonart gehen im nährstoffarmen Brienzensee auch die Felchenerträge zurück.

Foto: Christian Reilstab





Rückläufige Entwicklung der Daphnienpopulation und des übrigen Zooplanktons im Brienzensee. Die Bestandeszusammenbrüche der Daphnien im Jahr 1999 und nach 2008 sind deutlich zu erkennen.

Deformierte Felchen im Thunersee

Gemessen an den Vorgaben der Gewässerschutzverordnung gilt die Wasserqualität im Thunersee als sehr gut, und auch eine Bewertung seines ökologischen Zustands anhand des Phyto-Seen-Indexes (PSI) kommt zum gleichen Ergebnis. Umso erstaunter reagierten Fachleute, als den Berufsfischern im Sommer 2000 erstmals Felchen mit veränderten Geschlechtsorganen in die Netze gingen. Die rätselhaften Gonadendeformationen lösten bei der Bevölkerung Ängste aus, zumal die aus dem Thunersee fliessende Aare ergiebige

Die Wasserqualität im Thunersee ist sehr gut, wie die Messungen des AWA zeigen.

Foto: Hansueli Trachsel (auch Titelbild)



Grundwasservorkommen speist, welche über 400'000 Personen als wichtigste Trinkwasserquelle dienen.

In einem umfangreichen Projekt untersuchte das kantonale Fischereinspektorat in Zusammenarbeit mit weiteren Fachstellen die möglichen Ursachen. Im Verdacht standen dabei unter anderem verschiedene Chemikalien wie hormonaktive Substanzen, Explosivstoffe der vor Jahrzehnten im Thunersee versenkten Munition oder Bauchemikalien und Sprengmittel, wie sie auf der NEAT-Baustelle am Lötschberg zum Einsatz kamen. Wasseranalysen zeigten aber, dass diese Verbindungen im Thunersee nur in äusserst geringen Spuren vorkommen.

Verschiedene Ergebnisse aus den Untersuchungen, die auch Brutexperimente mit Felcheneiern im Labor umfassten, lassen denn auch keinen Zusammenhang zwischen den Munitionsdeponien und den beobachteten Organveränderungen erkennen. Hingegen zeigten weitere Forschungsversuche, dass die Nahrung der Fische eine entscheidende Rolle spielt. Fütterte man den Felchen nämlich Zooplankton aus dem Thunersee, entwickelten sie die typischen Veränderungen der Geschlechtsorgane. Erhielten die Fische hingegen kommerzielles Fischfutter, war dies nicht der Fall. Auch Fütterungsversuche mit Felchen aus anderen Schweizer Seen ergaben dieselben Resultate. Daraus ziehen die Forschenden den Schluss, dass es sich bei den beobachteten Gonadenveränderungen nicht um erblich bedingte Schäden handelt. Unklar bleibt vorderhand, weshalb die Aufnahme von Zooplankton aus dem Thunersee die Geschlechtsorgane der Felchen verändert. Diese Frage wird deshalb im Rahmen eines Forschungsprojekts weiter untersucht.

Bedrohte Kleinseen

Im Kanton Bern gibt es mehr als 100 Kleinseen, von denen das AWA jeweils in Abständen von 10 Jahren einige ausgewählte Gewässer genauer untersucht. Dazu gehören der kleine und grosse Moossee sowie Amsoldingensee, Uebeschiee, Gerzensee, Dittligsee, Burgseeli und Lobsigensee, die



vorwiegend im Mittelland liegen. Bei der letztmals im Jahr 2003 durchgeführten Untersuchung zeichnete sich bei allen aufgeführten Gewässern keine Besserung ihres Zustands ab. Trotz Fortschritten im Bereich der Siedlungsentwässerung und der landwirtschaftlichen Düngepraxis sind die Kleinseen nach wie vor stark überdüngt, zeigen ein übermässiges Algenwachstum, kranken an schlechten Sauerstoffverhältnissen und sind zudem von einer beschleunigten Verlandung bedroht. Erforderlich sind deshalb weitere Massnahmen zur Reduktion des Nährstoffeintrags wie etwa Optimierungen der Siedlungsentwässerung und eine Extensivierung der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung in Seenähe.

Mit einem Sanierungskonzept für den labilen Inkwilersee soll die standortheimische Flora und Fauna künftig besser geschützt werden. Dazu wollen die Anrainerkantone Bern und Solothurn unter anderem die Siedlungsentwässerung im Einzugsgebiet optimieren, die fortschreitende Verlandung durch eine Sedimententnahme im Uferbereich verzögern und eine effizientere Tiefenwasserableitung installieren.

Weitere Informationen

Berichte zur Wasserqualität der bernischen Seen:
www.be.ch/awa > Gewässerqualität > Seen

Die Idylle am Burgäschisee trägt: Wie alle untersuchten Kleinseen im bernischen Mittelland ist er nach wie vor stark überdüngt, zeigt ein übermässiges Algenwachstum und krankt deshalb an schlechten Sauerstoffverhältnissen.

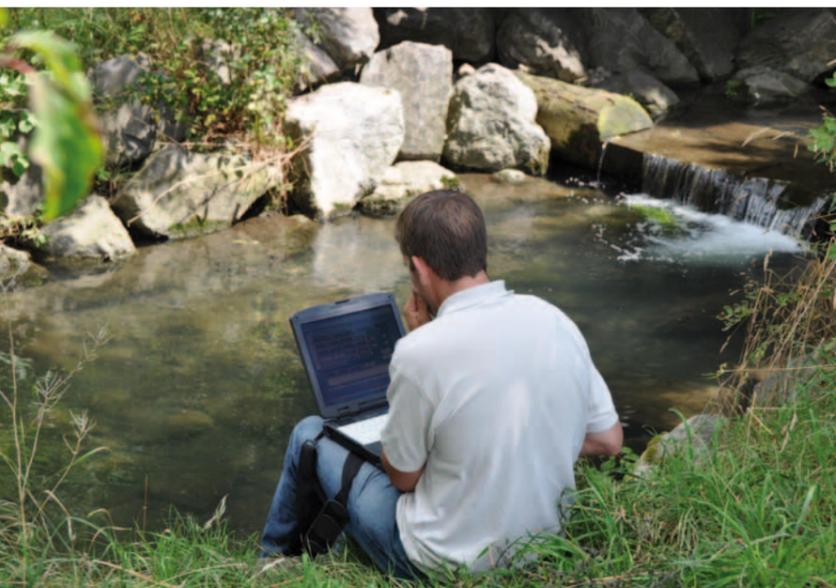
Gemeinsam mit dem Kanton Solothurn beprobt das AWA zweimal jährlich die beiden Grenzseen Inkwiler- und Burgäschisee. Auch diese Kleingewässer leiden unter einer übermässigen Phosphatbelastung, die während der Schichtungsperiode im Sommer und Herbst zu prekären Sauerstoffverhältnissen im Tiefenwasser führt. Im Burgäschisee ist die Situation zwar nach wie vor schlecht, aber dank einer Tiefenwasserableitung zumindest stabil. Dagegen kam es im nur wenige Meter tiefen Inkwilersee nach längeren Schönwetterperioden im Sommer 2009 und 2011 sogar zu einem Kippen des Sees, wobei tausende von Fischen verendeten.



Struktur der Fliessgewässer

Eine Trendwende zum Positiven

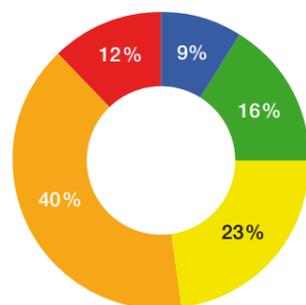
Rund 60 Prozent des Fliessgewässernetzes im Kanton Bern gelten als naturnah. Ihr Anteil wird künftig zunehmen, weil immer mehr stark beeinträchtigte Bachläufe und Flussabschnitte revitalisiert werden.



Bei der ökomorphologischen Kartierung wird der Natürlichkeitsgrad der Fliessgewässer direkt vor Ort erfasst.

Foto: Sigmaphan

Natürlichkeitsgrad Aareufer



- natürlich/naturnah
- wenig beeinträchtigt
- stark beeinträchtigt
- sehr stark beeinträchtigt
- naturfremd/künstlich

Natürlichkeitsgrad der Aareufer unterhalb des Brienzensees bis zur Kantonsgrenze SO/AG.

Nur ein Viertel der Uferstrecken sind naturnah oder wenig beeinträchtigt.

Die Lebensraumqualität eines Fliessgewässers misst sich nicht nur an der Wasserqualität, sondern auch am Natürlichkeitsgrad seiner Struktur. Eingedolte Bäche, betonierete Flussufer oder hart verbaute Gewässer- und Sohlen bieten den meisten Wasserorganismen keinen geeigneten Lebensraum und gelten aus ökologischer Sicht als weitgehend wertlos.

Zwischen 1997 und 2003 hat der Kanton Bern unter Federführung des GBL etwa 6800 km des insgesamt 12'000 km langen Fliessgewässernetzes ökomorphologisch kartiert und in fünf Güteklassen eingeteilt. Demnach waren während dieser Untersuchungsperiode 60 Prozent aller untersuchten Bäche und Flussabschnitte natürlich oder wenig beeinträchtigt. Der Anteil stark beeinträchtigter, künstlicher oder eingedolter Gerinne ist im intensiv genutzten Mittelland und im Berner Jura am höchsten, während im alpinen Oberland und – etwas weniger ausgeprägt – in den Voralpen naturnahe Gewässerstrukturen dominieren.

Grosser Revitalisierungsbedarf

Die 2005 und 2010 erfolgten Aktualisierungen der ökomorphologischen Daten zeigen eine deutliche Tendenz zu besseren Verhältnissen. So tragen Ausdolungen von Bächen, Renaturierungen und integrale Hochwasserschutzprojekte zu einer Abnahme der vorher als naturfremd eingestufteten Fliessgewässer bei, derweil die Anteile der ökomorphologisch wertvollen Klassen I und II zunehmen.

Allerdings besteht auch in den kommenden Jahrzehnten ein beträchtlicher Sanierungsbedarf, wie etwa die strukturellen Defizite der 2006 mit einer angepassten Methode erstmals erhobenen Ökomorphologiedaten an der Aare belegen. Vom Ausfluss des Brienzensees bis zur Kantonsgrenze SO/AG sind insgesamt 75 Prozent ihrer Uferabschnitte entweder naturfremd, sehr stark oder stark beeinträchtigt. Dazu kommen noch hydrologische Beeinträchtigungen durch Staustufen und Restwasserstrecken, die gut zwei Drittel aller Aareabschnitte betreffen (siehe auch Karte zur Wasserwirbellosenfauna auf Seite 10).

Als wichtige Grundlage zur Bestimmung des Aufwertungspotenzials werden die Daten zur Gewässerstruktur bei künftigen Revitalisierungsplanungen und der späteren Wirkungskontrolle eine entscheidende Rolle spielen.

Weitere Informationen

Berichte zur Ökomorphologie: www.bve.be.ch/awa > Gewässerqualität > Fliessgewässer

Akute Gewässerverschmutzungen

Bedrohung der lokalen Gewässerfauna

Unfälle mit Jauche, Mineralöl und Chemikalien sind im Kanton Bern die häufigsten Ursachen von akuten Gewässerverschmutzungen. Solche Einzelereignisse können die gesamte Gewässerfauna in einem Bach schädigen.

Tote Fische sind meist das augenfälligste Anzeichen einer akuten Gewässerverschmutzung. Weniger offensichtlich ist das

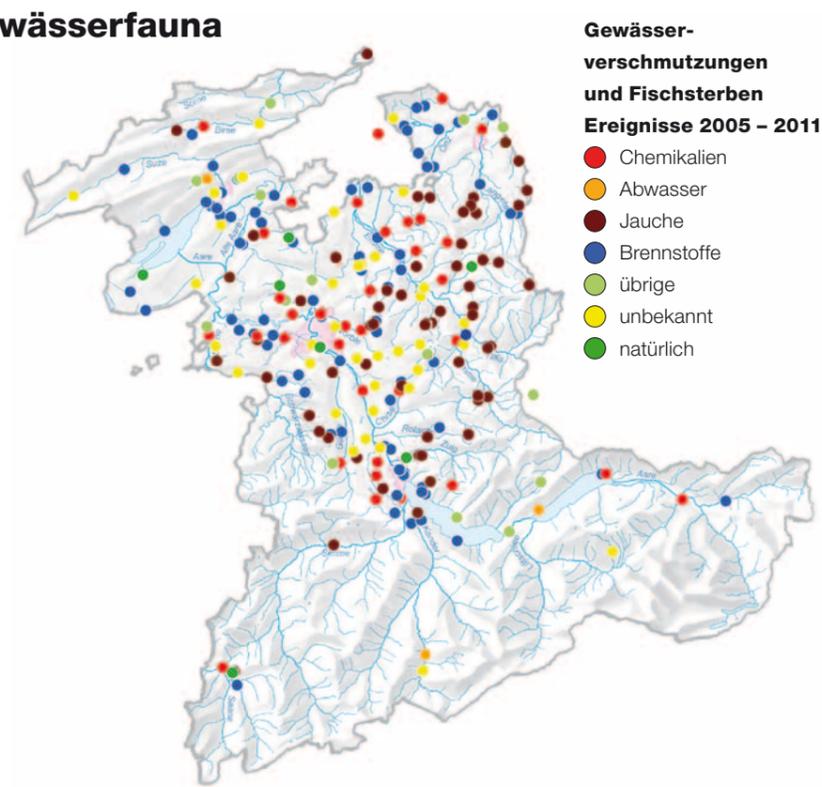


Sterben der Wasserwirbellosenfauna, doch wirkt sich ihr Ausfall durch eine drastische Einschränkung des Nahrungsangebots ebenfalls stark auf den Fischbestand eines beeinträchtigten Fliessgewässers aus.

Seit 2005 erfassen das kantonale Fischereinspektorat sowie der Schadendienst und das GBL des AWA im Durchschnitt etwa 40 solche Ereignisse pro Jahr. Dabei stellen Unfälle und der unsachgemässe Umgang mit Jauche, Mineralöl und Chemikalien – wie Pestiziden oder Chlorwasser aus Schwimmbädern – die häufigsten Ursachen dar. Viele Fischsterben lassen sich jedoch gar nicht aufklären, weil man sie beispielsweise zu spät entdeckt. Zudem sind sie zum Teil auch auf natürliche Ursachen wie starke Sauerstoffdefizite oder das Austrocknen von Gewässerabschnitten zurückzuführen.

Regionale Verteilung der Ereignisse

Eine Auswertung nach Regionen zeigt eine Konzentration der Fischvergiftungen im landwirtschaftlich intensiv genutzten Mittelland und Emmental. Hier sind oft kleinere



- Gewässerverschmutzungen und Fischsterben Ereignisse 2005 – 2011**
- Chemikalien
 - Abwasser
 - Jauche
 - Brennstoffe
 - übrige
 - unbekannt
 - natürlich

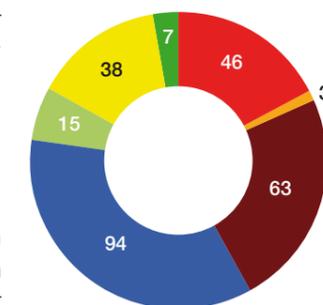
Bäche in Gebieten mit Acker- und Weideflächen betroffen. Besonders gravierende Auswirkungen auf Wasserorganismen haben wiederholte Gewässerverschmutzungen, die innert kurzer Zeit im gleichen Bach auftreten. In den extensiver genutzten Regionen Oberland und im Berner Jura – mit seinem weniger dichten Gewässernetz – gibt es deutlich weniger Gewässerverschmutzungen.

Aufbau einer gemeinsamen Datenbank

Ab 2012 erfassen alle beteiligten kantonalen Fachstellen, die bei der Untersuchung von Gewässerverschmutzungen und bei der Schadensbekämpfung schon bisher zusammenarbeiten, die Ereignisse in einer zentralen Datenbank. Einheitliche Formulare und der Onlinezugriff erleichtern künftig eine rasche Erfassung und Dokumentation sowie kantonsweite Auswertungen der Schadenfälle.

Standorte der vom Kanton in verschiedenen Datenbanken erfassten Gewässerverschmutzungen zwischen 2005 und September 2011.

Gewässerverschmutzungen



- Chemikalien
- Abwasser
- Jauche
- Brennstoffe
- übrige
- unbekannt
- natürlich

Anzahl und Ursachen der zwischen 2005 und 2011 vom Fischereinspektorat, GBL und AWA-Schadendienst erfassten Gewässerverschmutzungen durch akute Ereignisse.



Mikroverunreinigungen



Kleingewässer im intensiv genutzten Mittelland sind oft durch Einträge aus mehreren Schadstoffquellen belastet. So wird etwa die Wasserqualität des Urtenenbachs durch ungereinigtes Autobahnabwasser, Abschwemmungen von Pestiziden aus der Landwirtschaft sowie durch Einleitungen von Spurenstoffen aus der Abwasserreinigung beeinträchtigt.

Foto: Heiko Wehse

Belastete Kleingewässer

Als Laichgewässer für Fische, Rückzugsräume und Vernetzungskorridore spielen kleine Fließgewässer für die Ökologie eine wichtige Rolle. Vor allem in den Bächen von landwirtschaftlich intensiv genutzten Regionen mit hohem Ackerbauanteil ist die empfindliche Gewässerfauna jedoch durch Mikroverunreinigungen gefährdet. So werden etwa die festgelegten Qualitätskriterien für Pestizide während der Ausbringzeit in einzelnen Gewässerabschnitten teilweise deutlich überschritten.

Die Mikroverunreinigungen umfassen eine Vielzahl von synthetischen Substanzen, die in sehr tiefen Konzentrationen von einigen Mikrogramm oder sogar Nanogramm pro Liter in die Gewässer gelangen. Es handelt sich dabei um zahlreiche Stoffgruppen wie etwa Pestizide, Wasch- und Reinigungsmittel, Kosmetika, Medikamente, Röntgenkontrastmittel oder künstliche Süsstoffe. Landen solche Substanzen im Abwasser, werden sie in herkömmlichen Kläranlagen in der Regel kaum zurückgehalten. Fachleute schätzen die jährlichen Eintragsmengen in Fließgewässer und Seen hierzulande auf mehrere 1000 bis wenige 10'000 Tonnen.

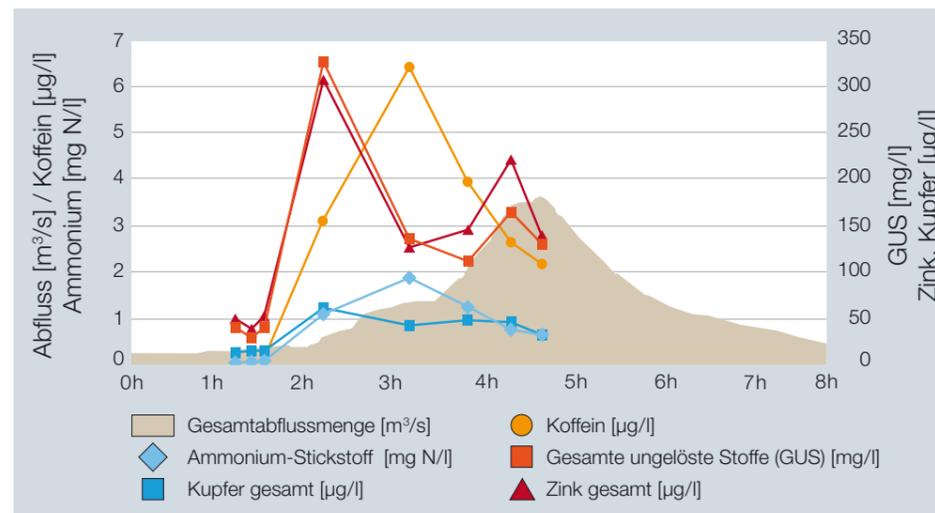
Bedingt durch ihren ursprünglichen Verwendungszweck werden manche dieser Stoffe im Wasser nur teilweise oder gar nicht abgebaut und wirken sich aufgrund ihrer bioziden oder hormonaktiven Eigenschaften bereits in äusserst tiefen Konzentrationen nachteilig auf empfindliche Wasserorganismen aus.

Anforderungswerte für Pestizide

Die eidgenössische Gewässerschutzverordnung (GSchV) verlangt, dass Flüsse und Seen keine künstlichen, langlebigen Stoffe enthalten sollen. Zudem dürfen sich die in Gewässer eingetragenen Substanzen nicht nachteilig auf die aquatischen Lebensgemeinschaften auswirken. Zu diesem Zweck legt die GSchV für Schwermetalle und Pestizide Anforderungswerte fest. So gilt für Pestizide pro Einzelstoff eine Limite von 0,1 Mikrogramm je Liter. Zur Beurteilung der ökotoxikologischen Wirkungen von einigen Wirkstoffen auf Wasserorganismen hat das Wasserforschungsinstitut Eawag zusätzlich akute und chronische Qualitätskriterien festgelegt.

Der Seebach als Beispiel

Wie in den Jahren 2005 und 2006 durchgeführte Untersuchungen des GBL am kleinen Seebach bei Lyss zeigen, treten im Lauf der viermonatigen Applikationszeit im Frühjahr und während der zweimonatigen Peri-



ode im Herbst nach Niederschlägen hohe Pestizidbelastungen auf. Die noch zulässigen Konzentrationen werden oft bei mehreren Wirkstoffen deutlich oder gar massiv überschritten, wobei die zeitlichen Abstände zwischen den Überschreitungen der akuten Qualitätskriterien kurz sein können. Gemessen an den ausgebrachten Mengen sind die bei Regenwetter von Feldern, Strassen und Plätzen abgeschwemmten Pestizidmengen zwar vergleichsweise gering, denn sie machen in der Regel weniger als 1 Prozent aus. Somit reicht schon ein kleiner Teil der applizierten Wirkstoffe aus, um eine übermässige Gewässerbelastung zu verursachen. Bei Trockenwetter lagen die ermittelten Konzentrationen dagegen auch während der Behandlungszeit immer unter der GSchV-Limite von 0,1 Mikrogramm pro Liter.

Messungen des AWA in anderen Kleingewässern belegen, dass der Seebach kein atypisches Beispiel darstellt. Vielmehr sind die gemessenen Belastungen vergleichbar mit anderen Bächen im Mittelland, die landwirtschaftlich intensiv genutzte Einzugsgebiete entwässern.

Belastungen aus urbanen Einzugsgebieten

Auch der eingehend untersuchte Urtenenbach nordöstlich der Stadt Bern ist typisch für kleine Gewässer mit einer starken Verkehrs- und Siedlungsnutzung im Einzugsgebiet. Bei Regenereignissen wird die Urtenen oft übermässig durch Mikroverunreinigungen belastet, so dass die Lebensbedingungen für empfindliche Wasserorganismen wie beispielsweise Fische kritisch werden. So fliesst dem Bach über 100 Mal

pro Jahr Autobahnabwasser zu, das stark mit Schwebstoffen sowie mit den Schwermetallen Kupfer und Zink belastet ist. Durch die Entlastung von Mischabwasser aus Regenbecken treten im Gewässer zudem zirka 40 Mal jährlich zum Teil besonders hohe Konzentrationen an fischtoxischem Ammonium auf. Rückstände von Medikamenten und weiteren Spurenstoffen beeinträchtigen die Wasserqualität unterhalb der Kläranlage auch bei Trockenwetter-Bedingungen, da das gereinigte Abwasser unzureichend verdünnt wird.

Deshalb besteht ein hoher Handlungsbedarf zur Reduktion dieser Schadstoffeinträge in die Urtenen und in vergleichbare Kleingewässer im Siedlungsgebiet. Vordringlich ist insbesondere eine Behandlung des heute ungeklärt in den Bach eingeleiteten Autobahnabwassers (siehe auch Kapitel zum Thema Schwermetalle).



Verlauf der Schadstoffkonzentrationen im Bach Urtenen bei Mattstetten während eines starken Regenereignisses im September 2006 mit einer Niederschlagssumme von 26 Litern pro Quadratmeter. Durch die Einleitung von belastetem Autobahn- und Mischabwasser aus Regenbecken wurden die Anforderungen an die Wasserqualität während einiger Stunden nicht erfüllt.

Messeinheiten für Spurenstoffe

- 1 Nanogramm (ng) = 1 Milliardstel Gramm
- 1 Mikrogramm (µg) = 1 Millionstel Gramm
- 1 Milligramm (mg) = 1 Tausendstel Gramm

Das ungereinigte Abwasser von viel befahrenen Strassen ist oft stark mit Schwebstoffen und wassergefährdenden Schwermetallen belastet.

Foto: Peter Kaufmann

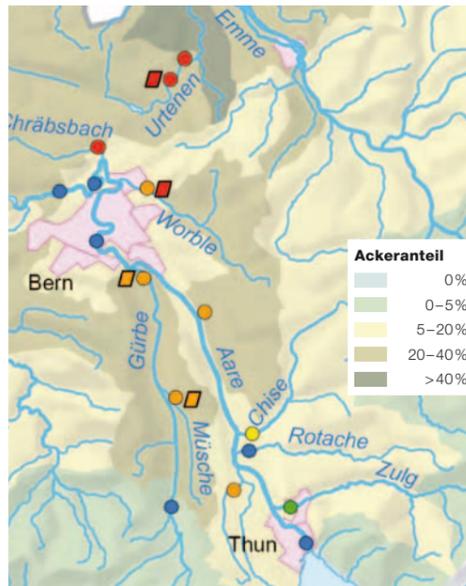


Pestizidbelastung der Fliessgewässer

- Monatliche Stichproben
Januar bis Dezember
- Proben bei Regen Frühjahr/
Sommer

- Beurteilung:**
- sehr gut
 - gut
 - mässig
 - unbefriedigend
 - schlecht

Das Ausmass der Pestizidbelastung von Bächen korreliert mit dem Ackerbauanteil in ihrem Einzugsgebiet, wie 2010 durchgeführte Untersuchungen des AWA zum Gewässerzustand im Aaretal und in der Region Bern (GZA-Projekt) zeigen. Grundlage der Bewertung bilden die Anforderungswert in der Gewässerschutzverordnung von 0,1 µg/l und dessen Häufigkeit der Überschreitung.



Mit dem Ackeranteil steigt auch die Pestizidbelastung

Wie umfassende Abklärungen des AWA zur Fliessgewässerqualität im Aaretal zwischen Thun und Bern zeigen, steigt die Pestizidbelastung der zufließenden Bäche mit dem Anteil des Ackerbaus in den jeweiligen Einzugsgebieten an. Dies hängt mit der Verwendung solcher Substanzen beim Anbau von Weizen, Kartoffeln, Mais, Rüben und weiteren Kulturen zusammen. In der

derungswert der GschV für organische Pestizide. Dagegen sind kleine Fliessgewässer im Mittelland, denen eine hohe Bedeutung als Rückzugsräume für Organismen, Laichgebiete für Fische und Vernetzungskorridore zukommt, oft stark beeinträchtigt. Dies bedeutet, dass vor allem bei Bächen im Landwirtschaftsgebiet insbesondere nach Starkniederschlägen während der Applikationsperioden von Pestiziden in einzelnen Gewässerabschnitten kurzzeitig hohe Stossbelastungen auftreten. Dadurch werden die auf Bundesebene festgelegten ökotoxikologischen Zielvorgaben immer wieder überschritten – zum Teil um ein Vielfaches.

Pestizideintrag über Kläranlagen

Neben den direkten Abschwemmungen von Landwirtschaftsflächen in die Bäche erfolgt die Belastung der Fliessgewässer durch Pestizide auch über die Ausläufe von Kläranlagen. So wiesen im Jahr 2002 durchgeführte Untersuchungen des GBL in ausgewählten ARA des Mittellandes – mit einem landwirtschaftlich intensiv genutzten Einzugsgebiet – im gereinigten Abwasser überraschend hohe Pestizidfrachten nach. Je nach Kläranlage ermittelte man allein im Frühjahr Pestizidmengen von 2 bis 14 Kilogramm. Dabei finden sich die höchsten Frachten pro angeschlossenen Einwohner in Regionen mit einem hohen Anteil an Gemüse- und Getreidekulturen. Auch hier führen die Schadstoffeinträge in einzelnen Gewässerabschnitten zu hohen Belastungen, welche die festgelegten Qualitätskriterien für Pestizide zum Teil deutlich überschreiten.

Weil die für Gewässerorganismen kritischen Belastungen teilweise auch bei Trockenwetter auftreten, ist davon auszugehen, dass Restbrühen von Spritzmitteln und belastete Rückstände aus der Spritzenreinigung zum Teil unsachgemäß über die Kanalisation entsorgt werden. Um solche Pestizideinträge in die Gewässer zu reduzieren, müssen seit dem Jahr 2007 alle landwirtschaftlichen Feldspritzen im Kanton Bern mit einem integrierten Frischwassertank ausgerüstet sein. Mit der vom AWA mitinitiierten Massnahme sollen Reste der Spritzbrühe mög-

Aare selbst fallen die Pestizidkonzentrationen hingegen äusserst gering aus, weil die teilweise belasteten Seitengewässer im Hauptfluss mit dem sauberen Wasser aus dem Thunersee verdünnt werden.

Aufgrund der relativ starken Verdünnung liegt auch die Belastung der übrigen grösseren Flüsse wie Saane, Sense oder Emme im Allgemeinen deutlich unter dem Anforderungswert der GschV für organische Pestizide.



Je höher der Anteil des Ackerbaus in einem Gewässer-einzugsgebiet, desto stärker ist ein Bach in der Regel mit wassergefährdenden Pestiziden belastet.

lichst auf dem Feld mit Wasser verdünnt und verteilt werden statt auf den Hofplatz – und von dort in die Kanalisation – zu gelangen. Die bisherigen Resultate sind allerdings enttäuschend, wie die 2009 abgeschlossenen Kontrollmessungen des AWA in den gleichen Kläranlagen belegen. So hat der vorgeschriebene Frischwassertank noch nicht zur erwarteten Reduktion der hohen Pestizidkonzentrationen und -frachten in den ARA-Ausläufen geführt. Aus diesem Grund will der Kanton die bisher getroffenen Massnahmen einer kritischen Überprüfung unterziehen und die Information der Landwirte weiter verstärken.

Medikamente und Röntgenkontrastmittel

Bei Medikamenten, die vorwiegend über Kläranlagen in die Gewässer eingetragen werden, finden sich die Höchstwerte erwartungsgemäss unterhalb von ARA-Einleitungen. Die Frachten unterliegen meistens keinen grossen Schwankungen, obwohl die Konzentrationen solcher Mikroverunreinigungen durch Mischwasserentlastungen bei Starkniederschlägen kurzzeitig stark ansteigen können. Bei seinen Nachforschungen im Aaretal und in der Region Bern ist das AWA vor allem in der Chise, Gürbe, Worbli und Urtenen sowie in der Aare nach Bern auf erhöhte Rückstände gestossen.

Auch die in der medizinischen Diagnostik eingesetzten jodhaltigen Röntgenkontrastmittel, für die es – ebenso wie für Medikamente – keine Grenzwerte gibt, sind in der Aare primär nach den Ausläufen der grossen Kläranlagen Thun, Worblental und Bern deutlich nachweisbar. In den entsprechenden Einzugsgebieten mit einer hohen Dichte an Spitälern ermittelte das AWA für die Hauptverbindungen Iohexol, Iopamidol, Iomeprol und Iopromid Gehalte bis zu 35 Mikrogramm pro Liter im ARA-Auslauf. Mit Hilfe der Abflussdaten von 2010 liess sich der jährliche Gesamteintrag dieser gut wasserlöslichen und kaum abbaubaren Substanzen in den Bielersee auf knapp 1300 kg beziffern. Die ökotoxikologischen Auswirkungen dieser Spurenstoffe sind jedoch noch weitgehend unbekannt.



Potenzielle Risiken für das Grundwasser erkennen

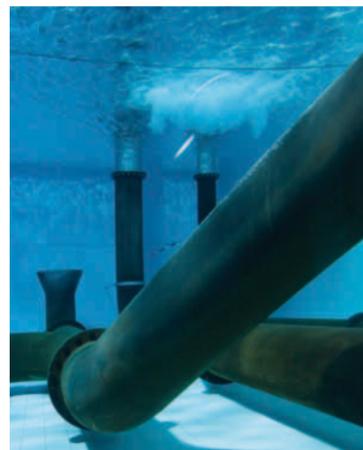
Die gute Qualität der Oberflächengewässer hat eine eminente Bedeutung für die Versorgung der Bevölkerung mit einwandfreiem Trinkwasser. Zum einen bestehen in den Schotterschichten entlang der grossen Fliessgewässer ergiebige Grundwasservorkommen, die in ständigem Austausch mit dem Flusswasser stehen und allein im Kanton Bern 400'000 Personen als wichtigste Trinkwasserressource dienen. So kann etwa das Uferfiltrat der Aare praktisch überall ohne weitere Aufbereitung ins Netz eingespeist werden. Zum anderen dient beispielsweise der Bielersee unmittelbar als Ressource zur Aufbereitung von Seewasser.

Verglichen mit einem Oberflächengewässer enthält das Grundwasser dank der natürlichen Filterwirkung verschiedener Bodenschichten im Normalfall höchstens Spuren von Mikroverunreinigungen. Um mögliche Risiken rechtzeitig zu erkennen, untersucht das AWA die Grundwasservorkommen trotzdem regelmässig auf Pestizide und weitere Substanzen. Auch wenn es lokal zu einzelnen Überschreitungen der Anforderungswerte in der GSchV kommt und sich zum Teil Spuren von Herbiziden nachweisen lassen, besteht nach heutigen Erkenntnissen keine Gefahr für die menschliche Gesundheit.

Weitere Informationen

Wasserqualität der Urtenen: www.bve.be.ch/awa > Gewässerqualität > Fliessgewässer > Fachartikel Starke Belastung der Urtenen bei Regenwetter

In Fliessgewässern mit Einleitungen von gereinigtem Abwasser aus Kläranlagen finden sich Rückstände diverser Medikamente, die in den ARA nur unzureichend abgebaut werden.



Für die Trinkwasserversorgung ist das Grundwasser die mit Abstand wichtigste Ressource. Dank der guten Filterwirkung des Bodens sind die Konzentrationen an Spurenstoffen hier deutlich geringer als in den Oberflächengewässern.

Foto: Guy Perrenoud



Künftiger Handlungsbedarf

Trotz Fortschritten noch nicht am Ziel

Trotz beträchtlicher Fortschritte sind die Ziele des Gewässerschutzes noch nicht erreicht. Der grösste Handlungsbedarf besteht im Bereich der naturfremden Struktur sowie der übermässigen Belastung vieler Fliessgewässer und Seen mit unerwünschten Nährstoffen und Mikroverunreinigungen.



Für die Lebensraumqualität der Bäche und Flüsse ist nicht nur die Wasserqualität, sondern auch die Vielfalt der Gewässerstruktur entscheidend. Künftig werden gezielte Revitalisierungen zahlreiche naturfremde und beeinträchtigte Fliessgewässerstrecken stark aufwerten.

Der laufende Ausbau der Kanalisationsnetze und Kläranlagen sowie weitere Gewässerschutzmassnahmen haben seit den 1960er-Jahren vor allem die grossen Seen und Fliessgewässer markant von Nährstoffen und wassergefährdenden Substanzen entlastet. Dadurch sind die einst vielerorts verbreiteten Schaumteppiche und übel riechenden Abwasserpilze mittlerweile weitgehend verschwunden, so dass man in den meisten grösseren Gewässern wieder ohne Hygienebedenken gefahrlos baden kann. Im dicht besiedelten Mittelland und Berner Jura liegen die Phosphorgehalte in vielen Gewässern hingegen nach wie vor über den Zielvorgaben des Modulstufenkonzepts. Die Überschreitung der entsprechenden Konzentrationen erfolgt dabei sehr häufig bei Niederschlagsereignissen, vereinzelt aber auch bei Trockenwetterabfluss. Der Zustand der Seen ist unterschiedlich: Briener- und Thunersee nähern sich ihrem natürlichen Zustand als nährstoffarme und wenig produktive Alpenrandseen an, während der für die pflanzliche Produktion entscheidende Phosphoreintrag in den Bielersee hingegen immer noch zu hoch ist. Als

Gradmesser dient dabei die im Spätsommer nach wie vor ungenügende Versorgung des Tiefenwassers mit Sauerstoff.

Beim Bielersee und den hoch produktiven Kleinseen im Mittelland drängt sich – neben Optimierungsmassnahmen in der Siedlungsentwässerung – eine weitere Reduktion des Nährstoffnähreintrags aus dem Einzugsgebiet auf. Allerdings sind bei den Kleinseen – aufgrund des oft dichten Drainagenetzes und des seeinternen Nährstoffkreislaufs – kurz- und mittelfristig noch keine Erfolge zu erwarten.

Problematische Mikroverunreinigungen

Die qualitative Beeinträchtigung der Gewässer durch Mikroverunreinigungen stellt heute eines der drängendsten Probleme dar. Stark betroffen sind insbesondere kleinere Bäche mit übermässigen Belastungen durch abgeschwemmte Pestizide, ARA-Einleitungen, Entwässerungen von viel befahrenen Strassen oder Entlastungen aus dem Kanalnetz.

Vor allem bei intensiven Niederschlägen kommt es zu Stossbelastungen mit kritischen Schadstoffkonzentrationen für die empfindliche Gewässerfauna. Hier drängen sich deshalb weitere Massnahmen zur Reduktion der wassergefährdenden Mikroverunreinigungen auf, die nach Möglichkeit schon an der Quelle der Stoffeinträge ansetzen sollten. Dazu gehören beispielsweise Verbrauchseinschränkungen oder Verbote umweltschädigender Stoffe, die Entwicklung von Substanzen mit geringerer Toxizität und besserer Abbaubarkeit, ein zurückhaltender Einsatz von Pestiziden und Bioziden in der Landwirtschaft sowie im Siedlungsbereich und eine verstärkte Aufklärung der Produzenten, Verkaufsstellen und Konsumenten über den umweltschonenden Einsatz von chemischen Produkten im Alltag.

Weiterer Ausbau der Abwasserreinigung

Wie Pilotversuche des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) zeigen, lässt sich ein breites Spektrum von Mikroverunreinigungen aus Kläranlagen mittels Ozon- oder Aktivkohlebehandlung weitgehend aus dem gereinigten Abwasser entfernen. Damit können die heutigen Probleme mit Medikamenten, Pestiziden, Kosmetika und weiteren Spurenstoffen im Abstrom von grösseren Kläranlagen minimiert werden. Aufgrund dieser Resultate schlägt die vom Bund erarbeitete Strategie MicroPoll den gezielten Ausbau von ausgewählten Kläranlagen vor. Damit sollen schweizweit rund 50 Prozent der Schadstoffe aus ARA eliminiert werden.

Bezüglich der Behandlung von stark verschmutztem Autobahnabwasser hat der Kanton Bern eine Pionierrolle beim Gewässerschutz übernommen. In Zukunft wird dieses Abwasser vor der Einleitung in ein Gewässer in speziellen Filteranlagen vorbehandelt. Auch die konsequente Förderung der dezentralen Versickerung von Regenwasser kann einen Beitrag zur Reduktion der Mikroverunreinigungen in Bächen, Flüssen und Seen leisten, weil sie die direkt in Gewässer entlasteten Mischabwassermengen vermindert.

Künftig wird das AWA die Gewässerüberwachung im Bereich der Spurenstoffe verstärken. Das Hauptziel besteht darin, kritische Chemikalien möglichst frühzeitig zu erfassen, bevor sie in unseren Gewässern Umwelt- und Gesundheitsprobleme verursachen. Das entsprechende Vorgehen ist im AWA-Faktenblatt Früherkennung von problematischen Mikroverunreinigungen in den Gewässern (AWA, 2012) zusammengefasst.

In Bächen mit offenkundigen Beeinträchtigungen der Gewässerfauna unterhalb von ARA-Einleitstellen drängen sich Sanierungsmassnahmen auf. Zum Teil lassen sich übermässig belastete Vorfluter durch Stilllegungen von kleineren Kläranlagen und regionale Zusammenschlüsse mit grösseren ARA entlasten, die ihr gereinigtes Abwasser in Gewässer mit einer deutlich besseren Verdünnung einleiten.

Die Strukturdefizite beheben

Die Lebensraumqualität der Fliessgewässer hängt – neben ihrer Wasserqualität – auch entscheidend von der Vielfalt der Gewässerstruktur ab. Deshalb müssen in den kommenden Jahrzehnten zahlreiche naturfremde oder beeinträchtigte Bachläufe und Flusstrecken gezielt revitalisiert werden. Allerdings gibt es etliche Abschnitte, wo naturnahe Ufer und Gewässersohlen sowie ein natürliches Abflussregime wegen unverzichtbaren Nutzungen oder dem Hochwasserschutz an grösseren Flüssen nicht oder nur beschränkt möglich sind. In diesen Fällen sollte man zumindest die Mündungen der Seitengewässer ökologisch aufwerten, um typischen Flussbewohnern das Überleben zu sichern.



Die seit 2011 rechtskräftigen Änderungen der Gewässerschutzgesetzgebung auf Bundesebene geben auch im Bernbiet starke Impulse zur Revitalisierung der Fliessgewässer. Im Rahmen des Projekts Gewässerkonzept 2014 erarbeitet der Kanton unter Leitung des AWA gegenwärtig die entsprechenden strategischen Planungen. Sie umfassen auch Massnahmen zur Wiederherstellung der Fischwanderung sowie zur Sanierung des Geschiebehauts und der extremen Wasserstandsschwankungen durch Schwall und Sunk unterhalb von Speicherkraftwerken.

Weitere Informationen

Mikroverunreinigungen:
www.bve.be.ch/awa > Downloads und Publikationen awa fakten > Früherkennung von problematischen Mikroverunreinigungen in den Gewässern, Januar 2012

Die Stilllegung der ARA Frinvilier und ihr Anschluss an die Kläranlage in Biel haben die Wasserqualität der – früher als Vorfluter genutzten – Schüss in der Taubenlochschlucht deutlich verbessert. ARA-Zusammenschlüsse bergen ein grosses Potenzial zur Entlastung der Kleingewässer von Schadstoffen.



Impressum

Herausgeber

AWA Amt für Wasser und Abfall
Gewässer- und Bodenschutzlabor
Reiterstrasse 11, 3011 Bern
Telefon 031 633 38 11
Telefax 031 633 38 50
info.awa@bve.be.ch / www.be.ch/awa

März 2012

Autoren

Jean-Daniel Berset, Katrin Guthruf,
Vinzenz Maurer, Ueli Ochsenbein,
Rico Ryser, Markus Zeh (alle AWA/GBL)
Beat Jordi, Journalist, Biel

Papier

Refutura, 100% Altpapier, FSC zertifiziert,
CO₂-neutral

