



**Zustand der Gewässer –
2015 und 2016
Schwerpunkt Berner Jura/Seeland**

**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

Editorial

Die eingeleiteten Massnahmen zur Reduktion von wassergefährdenden Mikroverunreinigungen sind ein weiterer Meilenstein auf dem erfolgreichen Weg des Gewässerschutzes. **Seite 3**

Lichtblicke im Bielersee



Wie die jüngste Bestandsaufnahme der Wasserpflanzen im Bielersee zeigt, reagiert die Unterwasserflora positiv auf den Nährstoffrückgang im Seewasser. **Seite 4**

Teilweise ungenügende Wasserqualität



Die chemischen und biologischen Untersuchungen der Hauptgewässer in der Region Berner Jura/Seeland weisen grundsätzlich eine gute Qualität nach. Doch kleinere Fliessgewässer sind zum Teil stark beeinträchtigt. **Seite 11**

Sauber wie die Aare



Gemessen an der Belastung mit Nährstoffen und Schwermetallen ist die Wasserqualität der grösseren Flüsse im Kanton mehrheitlich gut bis sehr gut. **Seite 17**

Pestizide gefährden die Wasserlebewesen



Im Kanton Bern und landesweit laufen verschiedene Bemühungen, um die empfindlichen Wasserorganismen wirksamer vor Pestiziden zu schützen. Im Fokus stehen vor allem Kleingewässer in ackerbaulich intensiv genutzten Gebieten. **Seite 22**

Selektiver Ausbau der Kläranlagen



Zum Schutz der Gewässer vor organischen Spurenstoffen werden insbesondere grosse Kläranlagen mit einer weiteren Reinigungsstufe ausgerüstet. Messungen in ARA-Abläufen vor dem Ausbau zeigen auf, welche Frachten es künftig zu reduzieren gilt. **Seite 27**

Die Quellen besser schützen



Tausende natürlicher Quelllebensräume im Kanton Bern sind zerstört. Nun will man diese wertvollen Übergangsbereiche zwischen Grundwasser und Oberflächengewässer besser vor Beeinträchtigungen bewahren. **Seite 31**

Grundwasser im Berner Seeland

Die Qualität der Grundwasservorkommen im Berner Seeland wird durch natürliche und anthropogene Einflussfaktoren teils erheblich beeinträchtigt. **Seite 33**

Titelbild

Hagneckkanal mit Bielersee



Jacques Ganguin

Vorsteher Amt für Wasser und Abfall

Gut unterwegs – aber noch nicht am Ziel

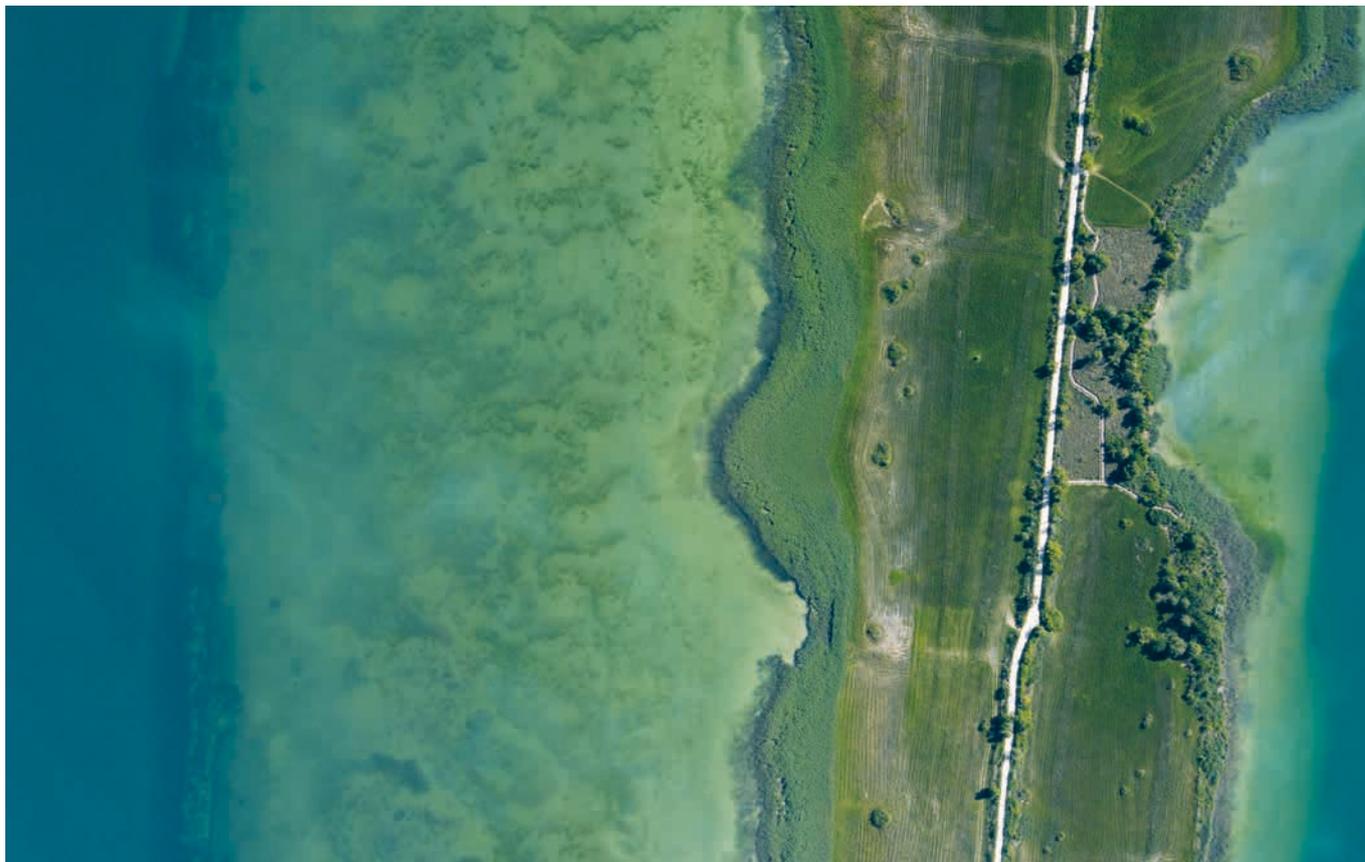
Dem Schweizer Gewässerschutz stehen einmal mehr grössere Veränderungen bevor. So hat die Aufrüstung ausgewählter Kläranlagen mit einer zusätzlichen Reinigungsstufe zur Elimination von problematischen Mikroverunreinigungen begonnen. Qualitätskriterien für eine Vielzahl einzelner Schadstoffe ermöglichen neu eine risikobasierte Beurteilung dieser Substanzen. Zudem soll der Aktionsplan Pflanzenschutzmittel (PSM) einen schonenderen Umgang mit Pestiziden fördern und die Gewässerbelastung damit deutlich verringern.

Der Schutz unserer Bäche, Flüsse und Seen ist nicht umsonst zu haben. Dies gilt auch für das Grundwasser als wichtigste Trinkwasserressource. Weil die aufwendige Infrastruktur zur Siedlungsentwässerung und Abwasserreinigung viel Geld kostet, ist es umso wichtiger, die zunehmend knappen Mittel effektiv und effizient einzusetzen. Dazu müssen wir den aktuellen Zustand der Gewässer kennen und gleichzeitig auch vorausschauend handeln. Eine den neuen Herausforderungen angepasste Gewässerüberwachung bildet die Grundlage für die Erfolgskontrolle der getroffenen Schutzmassnahmen. Verantwortungsvoll zu handeln bedeutet deshalb, bei diesem Monitoring keine Abstriche zu machen. Damit die Gewässerüberwachung nicht an den Kantonsgrenzen aufhört, braucht es zudem eine enge Zusammenarbeit von Bund und Kantonen. Sie stellt auch sicher, dass die Lösungsansätze breit abgestützt sind.

Als erste Kläranlage im Kanton Bern rüstet die ARA Thun Uetendorf ihre Anlage mit einer weiteren Reinigungsstufe zum Rückhalt organischer Spurenstoffe auf. Weitere – vor allem grosse – ARA werden folgen, so dass die Belastung der Flüsse durch Mikroverunreinigungen markant abnehmen dürfte. Den kleinen Fliessgewässern kommt dies aber kaum zugute. Trotz einer kontinuierlichen Verbesserung der Wasserqualität in den letzten Jahren sind insbesondere kleine Bäche und Flüsse immer noch unterschiedlich stark verunreinigt – so etwa mit PSM aus der Landwirtschaft. Doch gerade diese Gewässer haben eine wichtige Bedeutung für die Artenvielfalt sowie als Rückzugsgebiete für eine Vielzahl von Lebewesen. Weil sie empfindlich auf Störungen reagieren, besteht bei Verschmutzungen die Gefahr, dass sie ihre ökologischen Funktionen nicht mehr erfüllen können.

Mit dem im Frühling 2017 gestarteten mehrjährigen Berner Pflanzenschutz Projekt engagieren sich Landwirtschaft und Gewässerschutz für eine Verringerung des Eintrags von PSM in die Gewässer. Dieses Ziel will man mit betrieblichen und technischen Massnahmen erreichen. Die nächsten Jahre werden zeigen, ob die geplanten Schritte in den kleinen Gewässern auch messbar sind. Die Erwartungen auf beiden Seiten sind jedenfalls hoch.

Zustand des Bielersees



Die Luftaufnahme zeigt die Ausbreitung der Wasserpflanzen links und rechts des Heidewegs auf der St. Petersinsel.

Reaktionen auf den veränderten Nährstoffhaushalt

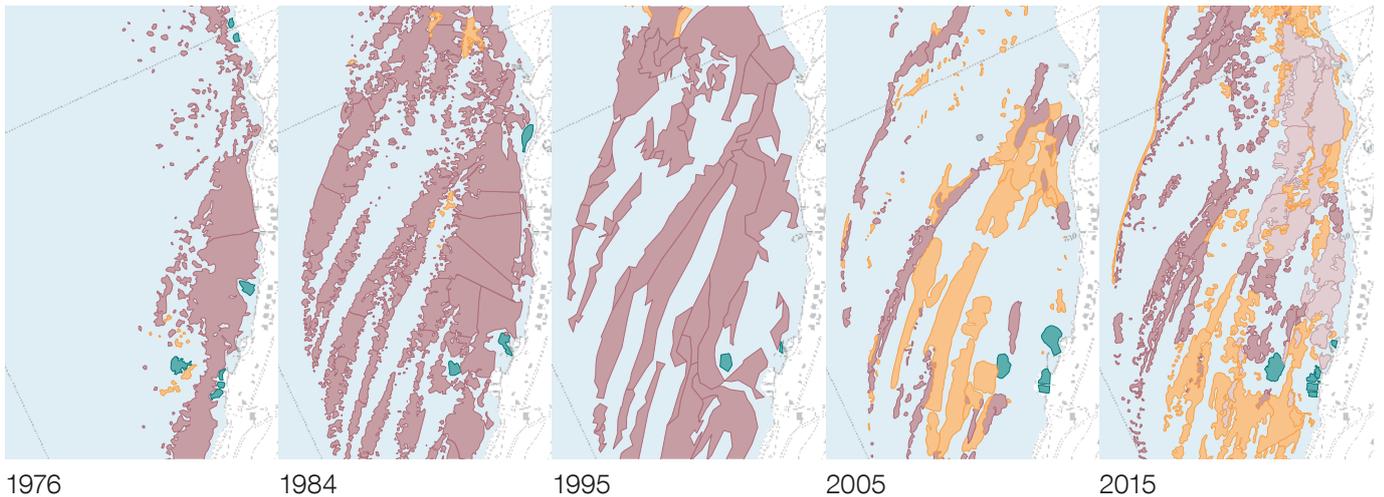
Die alle 10 Jahre durchgeführten Untersuchungen der Wasserpflanzen im Bielersee dokumentieren seit 1995 deutliche Reaktionen der Bestände auf den Rückgang des Phosphatgehalts. Es kommen mehr Arten vor, die nährstoffärmere Verhältnisse bevorzugen, ihre Biodiversität nimmt zu, und die Pflanzen dehnen sich in tieferen Wasserschichten aus. Auch die Entwicklung des Zooplanktons ist ein Indikator für die veränderten Umweltbedingungen im Gewässer.

Mit einem Einzugsgebiet von 8210 km², das fast einem Fünftel der Schweizer Fläche entspricht, entwässert der knapp 38 km² grosse Bielersee wesentliche Teile der westlichen Landeshälfte – von den Berner, Freiburger und Waadtländer Alpen, über das dicht besiedelte Mittelland bis zu den Höhenzügen des Juras. Neben dieser Funktion als Sammelbecken ist insbesondere auch die landwirtschaftliche Bodennutzung viel intensiver als in den Einzugsgebieten der grossen Oberländer Seen. Die Aare als Hauptzufluss sorgt für einen stetigen Nährstoffeintrag in die oberflächennahen, produktiven Wasserschichten, was zu günstigen Wachstumsbedingungen für das pflanzliche Plankton führt. Verglichen mit Briener- und Thunersee stellt das Gewässer- und Bodenschutzlabor (GBL) des Kantons Bern im Bielersee denn auch die höchsten Algenbiomassen fest. Aufgrund der mittleren Produktion wird dieser heute dem mesotrophen Seetyp zugeordnet.

Wasserpflanzen als Bioindikatoren

Rückschlüsse auf die Umweltverhältnisse in einem See ermöglichen unter anderem die Artenzusammensetzung und Bewuchsdichte der Wasserpflanzen (Makrophyten). Diese bilden einen wichtigen Bestandteil der Lebensgemeinschaft und besiedeln die Uferzone bis in Tiefen von 10 Meter und mehr. Ihr Lebensraum wird limitiert durch das für ihr Wachstum benötigte Lichtangebot sowie durch den Wasserdruck, dem die Stängel ausgesetzt sind. Als Habitat für Jungfische und zahlreiche aquatische Kleinlebewesen kommt den Wasserpflanzen eine besondere Bedeutung zu. Zudem stabilisieren sie den Seegrund und mobilisieren Nährstoffe aus dem Seesediment.

Im Rahmen der Gewässerüberwachung führt das GBL im Bielersee alle 10 Jahre Untersuchungen der Makrophyten durch.



Entwicklung der Wasserpflanzenbestände bei Sutz am Süd-ufer des Bielersees zwischen 1976 und 2015 in Abständen von ungefähr 10 Jahren.

- dichte, hochwachsende Bestände
- dichte, niedrigwachsende Bestände
- lockere Bestände
- Wasserröhricht

Dabei kann der Kanton auch auf frühere Erhebungen des Bundesamtes für Umwelt und der Genfer Hochschule sowie der Universität Bern zurückgreifen, so dass ein Zeitraum von 40 Jahren abgedeckt wird.

Für die letztmals im Sommer 2015 erstellte Bestandsaufnahme stützte man sich auf die Auswertung von aktuellen Luftbildern der Uferzone. Sie zeigen die Verbreitung der Wasserpflanzenbestände auf und bieten sehr gute Vergleichsmöglichkeiten mit früheren Kartierungen. Zusätzlich untersuchten Taucher acht Testflächen und 40 gerade Linien senkrecht zur Uferlinie (Transekte) im Hinblick auf Artenzusammensetzung, Wuchsdichten, Wuchshöhen und Bodensubstrat.

Während der ersten Untersuchungsperiode Mitte der 1970er-Jahre war der Bielersee als Folge der hohen Nährstoffeinträge noch stark überdüngt. Damals konnten sich die Wasserpflanzen nur in den flachen ufernahen Bereichen entwickeln, weil in grösserer Tiefe das Lichtangebot für ihre Keimung nicht ausreichte.

Der laufende Ausbau der Kläranlagen, das Phosphatverbot für Waschmittel und strengere Düngevorschriften für die Landwirtschaft bewirkten in der Folge einen deutlichen Rückgang des Phosphorgehalts im Wasser. Bei den Erhebungen in den Jahren 1984 und 1995 zeigte sich deshalb ein geringeres Planktonwachstum, was auch die Trübung im Gewässer reduzierte. Das nach wie vor ergiebige Nährstoffreservoir im Seesediment führte dennoch zu extremen Dichten von Wasserpflanzen, die vor allem aus nährstoffliebenden Arten bestanden. Erst ab 2005 ging die Pflanzenbesiedlung markant zurück. Dabei stellte das GBL

oft nur noch lockeren Bewuchs und niedrig wachsende Arten fest. 2015 konnten die Fachleute erstmals auch in tieferen Wasserschichten ausserhalb der Haldenkante grosse Bestände von Armleuchteralgen (Characeen) beobachten.

Positive Reaktion auf tiefere Nährstoffgehalte

Seit der ersten Untersuchung vor 40 Jahren haben sich die Wasserpflanzenbestände markant verändert. Die Folgeuntersuchungen dokumentieren ab 1995 deutliche Reaktionen auf die Abnahme des Phosphatgehaltes im Freiwasser. So ermittelte das GBL 2015 die höchste durchschnittliche Artenzahl pro Bestand, eine zunehmende Ausdehnung des Pflanzenwachstums in die Tiefe, mehr Bestände mit unterschiedlichen Wuchshöhen und eine generelle Zunahme der Arten mit einer grossen Ausdehnung, die einen mesotrophen Zustand bevorzugen. Gemessen an diesem Bioindikator war die Beurteilung der Gewässerqualität seit Beginn der entsprechenden Erhebungen somit noch nie so gut. Im Detail lassen sich folgende Entwicklungen beobachten:

Zunehmende Artenvielfalt

Das Artenspektrum der Makrophyten im Bielersee umfasste 2015 insgesamt 24 Taxa, davon 2 Sumpfpflanzen (Helophyten), 17 völlig im Wasser abgetauchte Gefässpflanzen (vaskuläre submerse Arten), 4 Armleuchteralgen (Characeen) und 1 Moos. Davon hat man 3 Arten erstmals beobachtet – nämlich *Utricularia australis*, *Vallisneria spiralis* und *Chara denudata*.



Wasserpflanzen wie diese Armleuchteralgen bieten Fischen und anderen Lebewesen Schutz und Nahrung.

Besiedlung in grösseren Tiefen

In vielen Gebieten haben sich die Flächen der komplett unter dem Wasserspiegel wachsenden Pflanzen seewärts in tiefere Bereiche unter 10 Meter ausgedehnt. Dank den besseren Lichtverhältnissen im Bielersee erobern vor allem die nicht vom Wasserdruck abhängigen Armleuchteralgen bislang nicht besiedelte, tiefere Flächen.

Grössere Vielfalt an Lebensräumen

Im Vergleich zu früheren Jahren erweitern die verschiedenen Höhen und Formen der Wasserpflanzen sowie ihre variierenden Dichten die Habitatvielfalt der Uferzone für Wasserwirbellose und Fische. Dies gilt ebenso für die neu entstandenen dichten Bestände der Armleuchteralgen in grösseren Tiefen.

Verschiebung des Artenspektrums

Die sich ausbreitenden Arten gehören den Indikatorgruppen mit tieferen Nährstoffzeigerwerten an. Dagegen befinden sich Arten, die als Bioindikatoren für hohe Nährstoffbelastungen gelten, eher auf dem Rückzug. Dies gilt etwa für das immer noch häufige Laichkraut *Potamogeton pectinatus* und den Sumpf-Teichfaden (*Zanichellia palustris*), der ebenfalls zur Familie der Laichkrautgewächse zählt. Die Artenzusammensetzung zeigt eine Mischung mittlerer (mesotropher) und produktiver (eutropher) Verhältnisse, wobei eine Verschiebung zum mesotrophen Zustand im Gang ist. Nährstoffliebende Wasserpflanzen besiedeln heute vor allem Uferbereiche, die während der Eutrophierungsphase mit organischem Material angereichert wurden – wie etwa die Bielerbucht. Dies hängt damit zusammen, dass die aquatische Vegetation

Nährstoffe nicht nur aus dem Wasser aufnimmt, sondern auch aus dem Sediment mobilisiert.

Ausbreitung der Armleuchteralgen

Generell finden sich Characeen in Gewässern mit Gesamtposphorgehalten von weniger als 0.02 Milligramm pro Liter (mg/l). Ihre starke Ausbreitung im Bielersee hat nach dem Jahr 2000 begonnen, als der entsprechende Nährstoffgehalt während der Zirkulationsphase meist unter diesem Wert lag. Am häufigsten kommen inzwischen die 3 Arten *Chara contraria*, *Chara globularis* und *Nitellopsis obtusa* vor, die in den Schweizer Seen allgemein auf dem Vormarsch sind.

Rückgang der Laichkrautbestände

Die Ausdehnung der hohen und dichten Laichkrautbestände hat ab 1984 deutlich abgenommen. 2015 wiesen nur noch Teile der Bielerbucht, einige Streifen in Sutz sowie einzelne Bestände bei der Petersinsel und am Nordufer solche undurchdringlichen Gestrüppe von Makrophyten – wie insbesondere *Potamogeton pectinatus* – auf.

Invasive Neophyten

Am Nordufer – wie zum Beispiel in Ligerz – haben sich auch vor den steilen Blockufern auf weiten Abschnitten Bestände der Wasserpest ausgebreitet. Obschon die beiden Wasserpest-Arten (*Elodea*) eigentlich Indikatoren für hohe Nährstoffgehalte sind, treten diese Neophyten häufiger auf. Weil sich ganze Pflanzen aus kleinsten Stängelstücken entwickeln können, vermehren sich die konkurrenzstarken Arten auch in grösserer Tiefe rasch. Zudem haben sie nicht viele Frassfeinde.

Steigende Wassertemperatur

Die grosse Verbreitung des Nixenkrautes (*Najas marina*) und das vereinzelte Vorkommen der Wasserschraube (*Vallisneria spiralis*) im Untersuchungsjahr 2015 deuten auf zunehmende günstige Bedingungen für wärmeliebende Arten hin.

Die Entwicklung des Nährstoffangebots und sich verändernde Wassertemperaturen – als Folge der Klimaerwärmung und der

Stilllegung des Kernkraftwerks Mühleberg – dürften in Zukunft die wichtigsten Faktoren für die Veränderung der Bestände und die Artenzusammensetzung der Wasserpflanzen bleiben. Ihre Kombination mit weiteren – noch unbekanntem oder bislang nicht festgestellten – Einflüssen lässt erwarten, dass die Kartierung der Vegetation im Bielersee auch in 10 Jahren wieder neue Überraschungen bieten wird.



Langsamer Gesundungsprozess

Mit Phosphor-Konzentrationen von mehr als 0.13 mg/l war der Bielersee zu Beginn der 1970er-Jahre stark überdüngt. Bis Mitte der 1990er-Jahre nahm der Gehalt dieses für das Algenwachstum limitierenden Nährstoffs im Wasser um über 90 Prozent ab. Seither schwanken die Werte auf einem vergleichsweise tiefen Niveau, ohne dass sich der Trend eines weiteren Rückgangs abzeichnen würde.

Die Phosphorreduktion hat sich mit einiger Verzögerung erst nach der Jahrtausendwende positiv auf die Sauerstoffentwicklung im Tiefenwasser ausgewirkt, doch treten jeweils gegen Ende der Vegetationsperiode nach wie vor kritische Situationen auf. Während die Gewässerschutzverordnung des Bundes (GSchV) für Seen in jeder

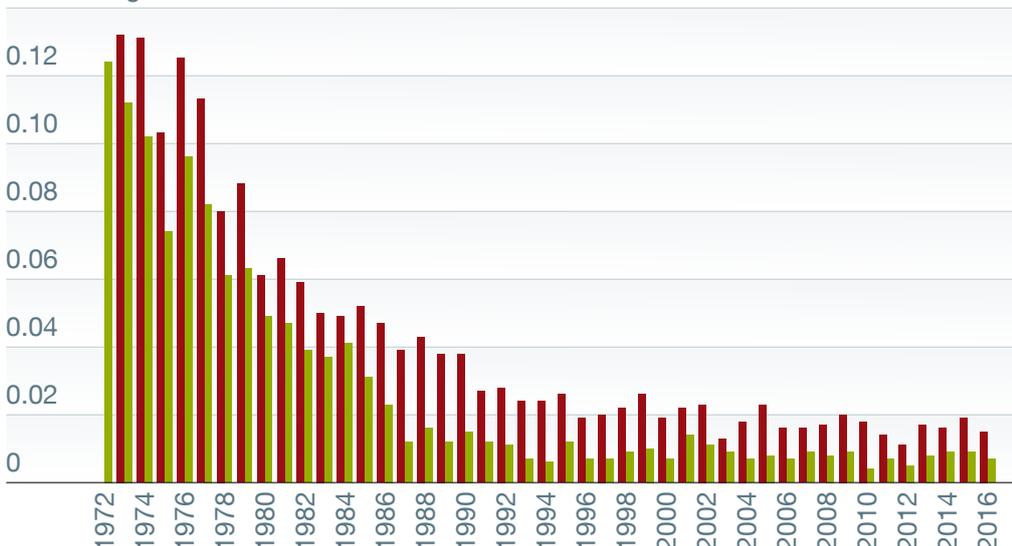
Wassertiefe und zu jeder Jahreszeit einen minimalen Sauerstoffgehalt von 4 mg/l verlangt, wird diese Anforderung im Bielersee seit Jahrzehnten nicht eingehalten. Gründe dafür sind der ausgeprägte bakterielle Abbau abgestorbener Algen und Wasserpflanzen sowie Oxidationsprozesse an der Grenzschicht von Wasser und Sediment, die den Sauerstoff in tieferen Wasserschichten allmählich aufzehren.

Wie die in der Grafik rot umrandete Zone (Abbildung Seite 8 oben) mit einer kritischen O₂-Versorgung zeigt, ist seit der markanten Besserung im Jahr 2002 kein stabiler positiver Trend mehr erkennbar. So unterliegen das betroffene Wasservolumen und die Dauer der übermäßigen Sauerstoffzehrung starken Schwankungen.

Die Wasserschraube *Vallisneria spiralis* ist eine eingewanderte Art. Sie bevorzugt warmes Wasser und kann so von der Klimaerwärmung profitieren.

Phosphor im Bielersee 1972 – 2016

0.14 mg P bzw. PO₄-P/Liter

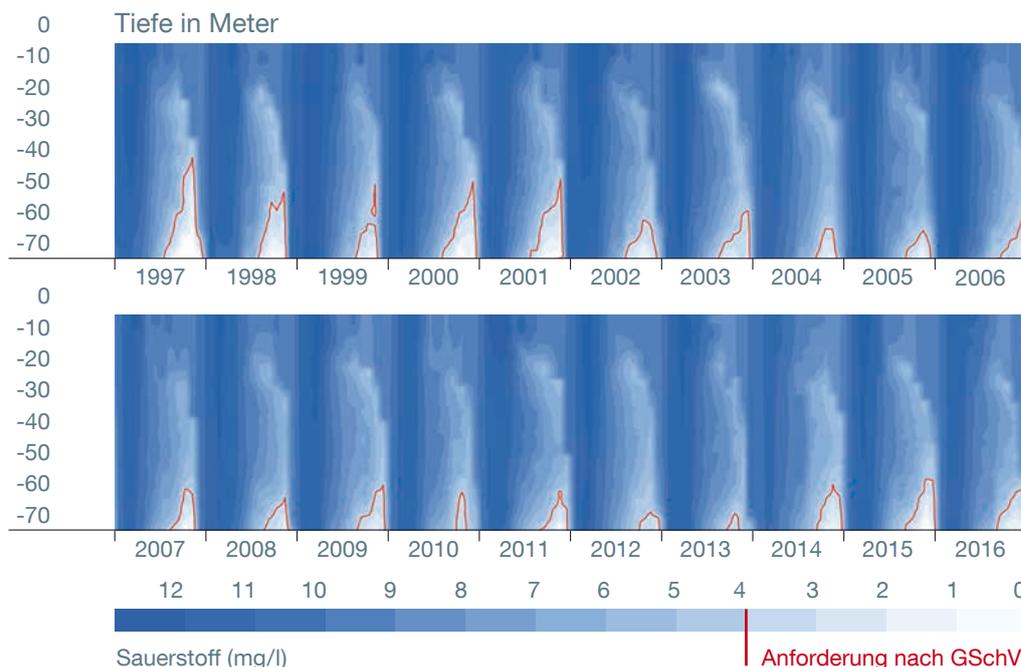


Die Phosphormessungen durch das GBL erfolgen jeweils im Februar, wenn der See vollständig durchmischt ist.

■ Gesamtphosphor
■ Orthophosphat

Sauerstoffentwicklung im Bielersee 1997 – 2016

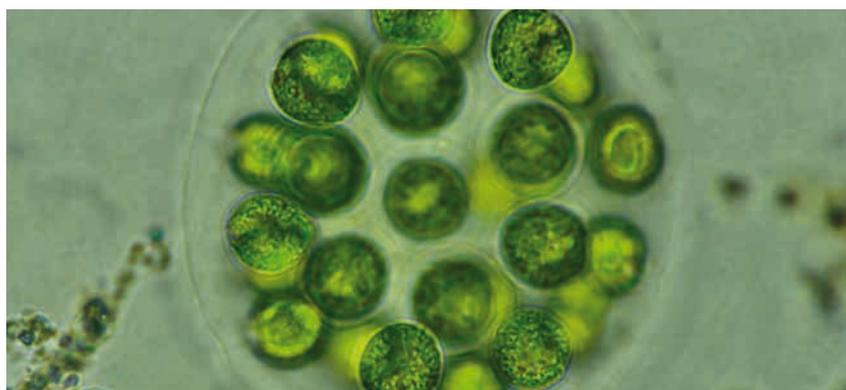
Die monatlich gemessenen Sauerstoffkonzentrationen über die ganze Wassertiefe widerspiegeln die Intensität des bakteriellen Algen-Abbaus und der chemischen Prozesse an der Sediment-Wasser-Grenzschicht.



Geringfügiger Rückgang der Algenproduktion

Trotz des Rückgangs der Phosphorkonzentrationen haben die Algenbiomassen im Bielersee nur geringfügig abgenommen. Denn neben dem entsprechenden Nährstoffangebot – als zentralem Faktor für die Primärproduktion – spielen auch die Wetterbedingungen eine wichtige Rolle, das heisst Einflüsse durch die Temperatur, den Wind und die Sonneneinstrahlung. Dazu kommen die speziellen hydrologischen Verhältnisse: Durch den Hagneckkanal fliesst im Sommer viel warmes Wasser in die produktive obere Wasserschicht des Bielersees. Der stetige Nachschub an Nährstoffen bildet ideale Voraussetzungen für das Algenwachstum. Ob die Primärproduktion durch die Phosphorabnahme im wichtigsten Zufluss langfristig abnimmt, ist schwierig vorauszusagen.

Die Grünalge *Sphaerocystis* bildet Kolonien und ist in allen Berner Seen anzutreffen.



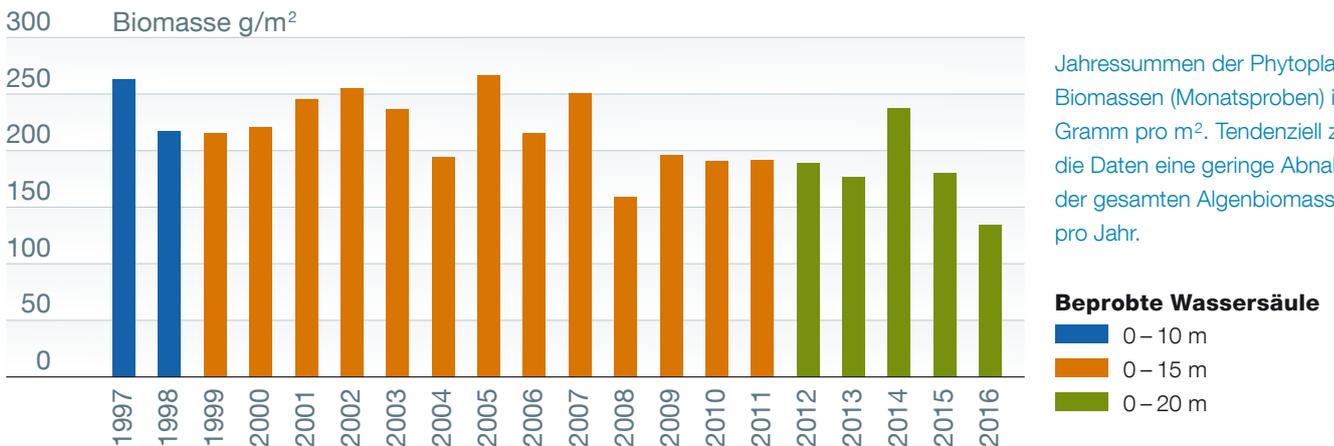
Anpassung der Probenahme

Wie die unterschiedlichen Tiefen der beprobten Wassersäulen zeigen, hat das GBL seine Untersuchungen zur Ermittlung der Phytoplankton-Biomassen im Verlauf der letzten 20 Jahre zweimal den veränderten Verhältnissen im See angepasst. Zu Zeiten mit hoher Nährstoffkonzentration und Primärproduktion (blau) lebten die meisten Algen zwischen 0 und 10 m. Das üppige Nährstoffangebot und die dadurch bedingten hohen Algenbiomassen trübten das Wasser und beschatteten tiefer liegende Schichten. Trotz ausreichenden Nährstoffen fehlte weiter unten somit das Licht für die Photosynthese.

Die mit dem Phosphatrückgang einhergehende Abnahme des Algenwachstums führte in den oberen Schichten allmählich zu klarerem Wasser. Nun waren bewegliche Algenarten im Vorteil, die ihren Nährstoffbedarf auch in grösserer Tiefe decken können, wenn es dort genügend Licht gibt. Deshalb beprobte das GBL zwischen 1999 und 2011 eine Wassersäule von 15 m.

Weil die geringeren Phosphatgehalte im Lauf der Zeit eine weitere Ausbreitung des Algenlebensraumes in tiefere Wasserschichten begünstigten, erfolgte ab 2012 eine neuerliche Absenkung der Probenahmetiefe auf 20 m. Heute verteilen sich

Phytoplankton-Biomassen im Bielersee



Jahressummen der Phytoplankton-Biomassen (Monatsproben) in Gramm pro m². Tendenziell zeigen die Daten eine geringe Abnahme der gesamten Algenbiomassen pro Jahr.

die meisten Algen zwischen dieser Tiefe und der Wasseroberfläche.

Ein Vergleich der Jahre 2003 und 2014 mit ungefähr gleich hohen Säulen veranschaulicht, dass die Biomasse der Algen etwa gleich gross war. 2014 verteilten sie sich jedoch auf eine grössere Wassersäule, so dass ihre Dichte abgenommen hat.

Rückläufige Entwicklung des Zooplanktons

Zur Erhebung des tierischen Planktons untersucht das GBL die Kleinkrebschen oder Crustaceen. Ihre Entwicklung im Bielersee verlief 2015 und 2016 ähnlich wie in den letzten 10 Jahren. Die abnehmende Tendenz der Phytoplanktondichte scheint sich nun allerdings auch auf das Zooplankton auszuwirken. Insbesondere die Rüssel-

krebschen und Hüpferlinge, von denen viele Arten eher nährstoffreiche Bedingungen bevorzugen, sind für diesen Rückgang verantwortlich. Dagegen blieben die Biomassen der Wasserflöhe und Schwebekrebschen konstant oder zeigten ausgeprägte Schwankungen von Jahr zu Jahr, ohne dass freilich eine Tendenz erkennbar wäre.

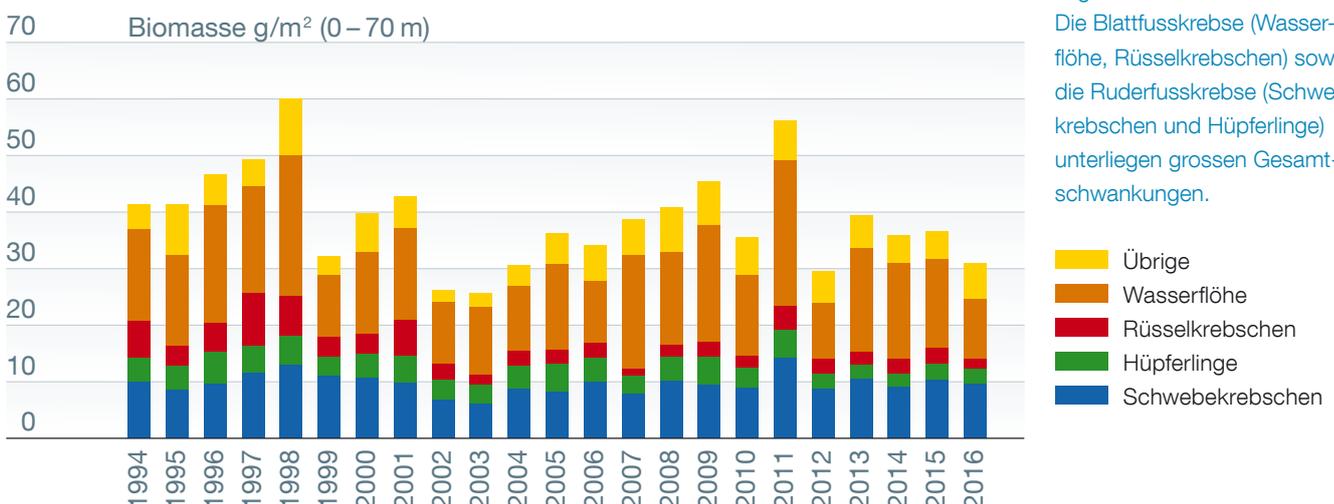
Insgesamt betrachtet reagieren – neben dem pflanzlichen Plankton und den Wasserpflanzen – also auch die Krebstierchen auf die Nährstoffabnahme im Bielersee.

Interessant ist das seit einigen Jahren regelmässige Auftreten der kleinen Hüpferling-Art *Thermocyclops crassus*, die seit 2011 auch im Murtensee beobachtet wird. Noch ist unklar, inwiefern sich ihre Verbreitung auf die Klimaerwärmung zurückführen lässt.

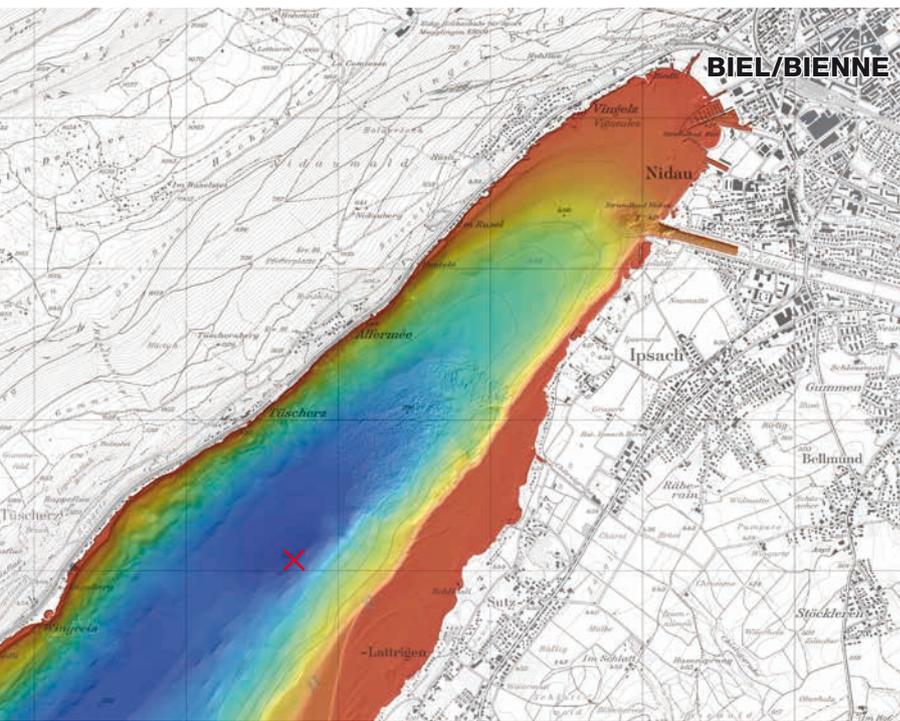


Thermocyclops (Hüpferling)

Zooplankton-Biomassen im Bielersee



Jahresmittel-Auswertungen der Crustaceen-Biomasse in g/m² von 1994 bis 2016. Die Blattfusskrebse (Wasserflöhe, Rüsselkrebse) sowie die Ruderfusskrebse (Schwebekrebse und Hüpferlinge) unterliegen grossen Gesamtschwankungen.



Die neue Tiefenvermessung des Bielersees zeigt bisher unbekannte Strukturen und Rutschungen des Seegrundes.

Wassertiefe



X tiefste Stelle

Neue Tiefenkarte birgt Überraschungen

Die in den Landeskarten eingezeichneten Tiefenkurven für den Bielersee basieren auf jahrzehntealten Messungen. 2016 hat eine von mehreren Geldgebern unterstützte Forschungsgruppe der Universität Bern unter Leitung des Geologen Flavio Anselmetti den Seegrund neu vermessen. Für die Kartierungen ab einer Tiefe von rund 4 Meter kam ein Fächerecholot zum Einsatz, das auf einem Schiff montiert war. Die ergänzende Vermessung der Flachwasser- und Uferzonen erfolgte mit einem Laserscanner (LIDAR-System) aus der Luft. Durch die Kombination der beiden Datensätze ist eine hochpräzise Tiefenkarte des Seebodens entstanden.

Die neue bathymetrische Karte förderte einige Überraschungen zu Tage. So sind unterseeische Rutschungen sichtbar geworden, die bisher unbekannt waren. Auf der Südseite des Heidewegs sind kreisrunde Vertiefungen zu sehen. Sie deuten auf Grundwasseraufstösse mitten im See hin, die offenbar von Quellen am Jurasüdfuss stammen. Neu zum Vorschein gekommen sind auch zahlreiche Störungen des Seebodens, die Bauarbeiten am Ufer und an Hafenanlagen verursacht haben. Neben der Wissenschaft dürften auch die Schifffahrt, Fischereikreise, Taucher und weitere Wassersportbegeisterte ein grosses Interesse am neu vermessenen Seeboden haben. Die Karte ist öffentlich und man kann sie im Geoportal des Kantons herunterladen.

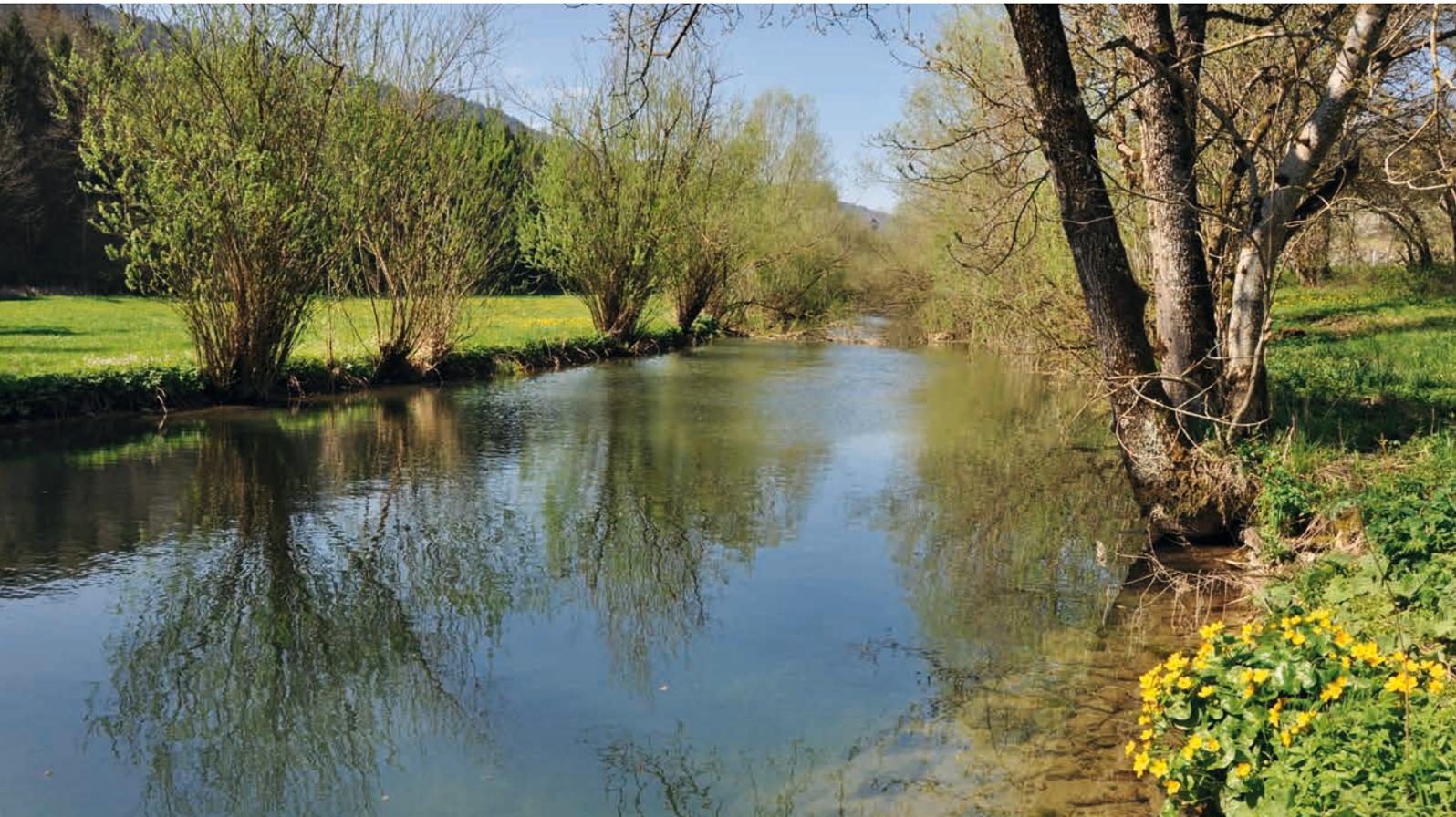
Weitere Informationen

- Wasserpflanzen im Bielersee – Kartierung 2015: www.be.ch/awa > AWA-Publikationen > Weitere Berichte zur Wasserqualität
- Bathymetrie Bielersee: www.be.ch/geoportal > Bielersee
- Revitalisierungsplanung: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Seen: www.bafu.admin.ch > Themen > Wasser > Publikationen

Revitalisierungsplanung für Seeufer

Das Gewässerschutzgesetz des Bundes verpflichtet die Kantone, für die Seeufer eine strategische Revitalisierungsplanung zu erstellen, wie sie bereits für die Fließgewässer besteht. In einem ersten Schritt geht es darum, die Flachwasserzone, das Ufer und das unmittelbare Hinterland flächendeckend zu erfassen und zu bewerten. Dazu dienen Ortho- und Schrägluftbilder sowie diverse GIS-Datensätze, wobei ein anfangs 2017 erschienenes Methoden-Handbuch des BAFU das Vorgehen im Detail beschreibt. Der öko-

morphologische Zustand bildet die Grundlage für die eigentliche Revitalisierungsplanung. Die ökologische Bedeutung einzelner Uferabschnitte wird dabei dem Nutzen einer Revitalisierung und deren Kosten gegenübergestellt. Anschliessend ist geplant, für jeden bearbeiteten See – zusammen mit den betroffenen Behörden und Organisationen – ein Konzept mit den prioritären Revitalisierungsabschnitten zu erstellen. Die definitive Planung wird vom BAFU genehmigt und finanziell unterstützt.



Die Wasserqualität bleibt teilweise ungenügend

Schüss bei Cormoret

Schüss und Birs als Hauptgewässer im Berner Jura und im Seeland weisen grundsätzlich eine gute Qualität auf. Probleme bereitet allerdings die starke Kupferbelastung der Birs-Sedimente bei Reconvilier. Vor allem kleinere Fliessgewässer der Region sind jedoch nach wie vor stark durch die Siedlungsentwässerung, industrielle Belastungen und die Landwirtschaft beeinträchtigt.

Für seine regelmässige Gewässerüberwachung hat das GBL den Kanton in fünf Regionen unterteilt. Ergänzend zu den Hauptmessstellen wird jeweils eine dieser Regionen im Abstand eines Jahrzehnts während zwei Jahren im Detail beprobt. Turnusgemäss standen 2015 und 2016 wieder das Seeland und der Berner Jura im Fokus. Das feinmaschigere Netz der regionalen Messstellen ermöglicht eine vertiefte Analyse des Gewässerzustands, zumal die Erhebungen neben chemischen auch biologische Untersuchungen umfassen.

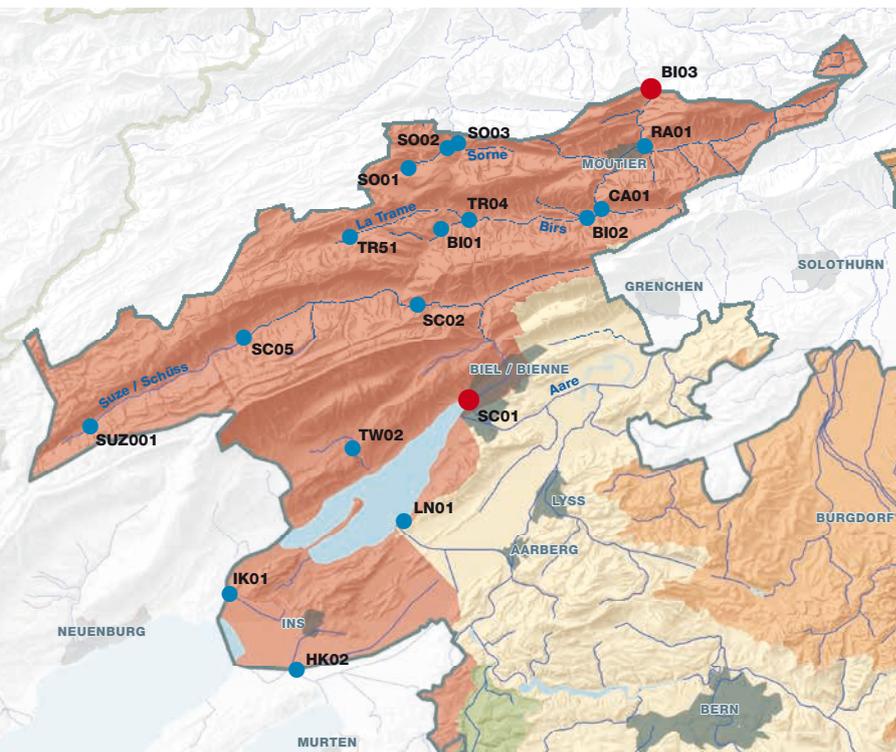
ser Hauptkanal und Islerenkanal kranken an der mangelnden Versorgung mit sauberem Frischwasser. Generell führen die Einflüsse der Siedlungsentwässerung sowie der Landwirtschaft zu einer teils starken Nährstoffbelastung – namentlich durch übermässige Phosphor- und Stickstoffeinträge. Je nach Parameter können denn auch über die Hälfte der Messstellen die im Modul-Stufen-Konzept (MSK) des Bundes verlangten Anforderungen nicht erfüllen.

Turnus der Gewässeruntersuchungen in den Regionen

Gewässeruntersuchungen in den Regionen

Mehrere Messstandorte liegen an Gewässern, deren Qualität erheblich durch die Einleitung von gereinigtem Abwasser aus Kläranlagen beeinträchtigt wird. Dies gilt beispielsweise für die leistungsschwachen Vorfluter Trame (ARA Tramelan) im Berner Jura sowie für den Länggraben (ARA Täufelen) im Seeland. Auch die in den Wintermonaten praktisch stehenden Fliessgewässer

Region	2015/16	2017/18	2019/20	2021/22	2023/24	2025/26
Berner Jura/Seeland	■					■
Aaretal		■				
Sense/Schwarzwasser			■			
Emmental/Oberaargau				■		
Oberland					■	



Standorte der Hauptmessstellen (rot) und Regionalmessstellen (blau) im Seeland und Berner Jura.

Messstellen

- Hauptmessstelle
- Regionalmessstelle

- Berner Jura/Seeland
- Emmental/Oberaargau
- Aaretal
- Sense/Schwarzwasser

BI01	La Birse, Reconvilier
BI02	La Birse, Court
BI03	La Birse, Roches
TR51	La Trame, La Tuilerie
TR04	La Trame, Reconvilier
CA01	R. de Chaluet
RA01	La Raus
SO01	La Sorne, Bellelay
SO02	La Sorne, Sornetan
SO03	La Sorne, Gorges du Pichoux
SUZ001	La Suze, Renan
SC05	La Suze, Cormoret
SC02	La Suze, Sonceboz
SC01	Schüss, Biel
TW02	Twannbach, Schlucht
HK02	Hauptkanal
IK01	Islerenkanal
LN01	Länggraben

Übermässige Nährstoffbelastungen

Bezüglich der fischtoxischen Verbindungen Nitrit und Ammonium genügen 11 Prozent – beziehungsweise 16 Prozent – der untersuchten Standorte den Qualitätskriterien nicht. Hier hat es in den letzten Jahren nur punktuelle Verbesserungen gegeben. So ist es etwa gelungen, die Ammoniumbelastung des Twannbachs durch die Aufhebung der ARA Lamboing auf dem Tessenberg-Plateau wesentlich zu reduzieren.

Sehr schlecht sieht es weiterhin im Länggraben und am Oberlauf der Trame aus, wo die Anforderungen bei allen Nährstoffparametern nicht erfüllt sind. Als Sanierungsmassnahme planen die Betreiber der ARA Tramelan eine Reduktion des hohen Fremdwasseranteils, fliesst doch die Quelle der Trame zurzeit mehr oder weniger direkt durch die Kläranlage. Einzelne Überschreitungen finden sich auch an den Messstellen im Hauptkanal und Islerenkanal, am Oberlauf der Schüss, in der Sorne sowie im Twannbach.

Sehr gut ist die Wasserqualität in den Birs-Zuflüssen La Raus und Ruisseau de Chaluet. Auch die Birs – als Hauptfluss des Berner Juras – zeigt sich bezüglich der Nährstoffe in einem guten Zustand. Dies gilt im Wesentlichen für die weitere Flussstrecke bis zur Mündung in den Rhein. Wie koordinierte Untersuchungen der Kantone

BE, JU, SO, BL und BS während der gleichen Beobachtungsperiode gezeigt haben, werden die Anforderungen – mit Ausnahme des Gesamtphosphors – bis nach Basel eingehalten.

Erhöhte Schwermetallgehalte

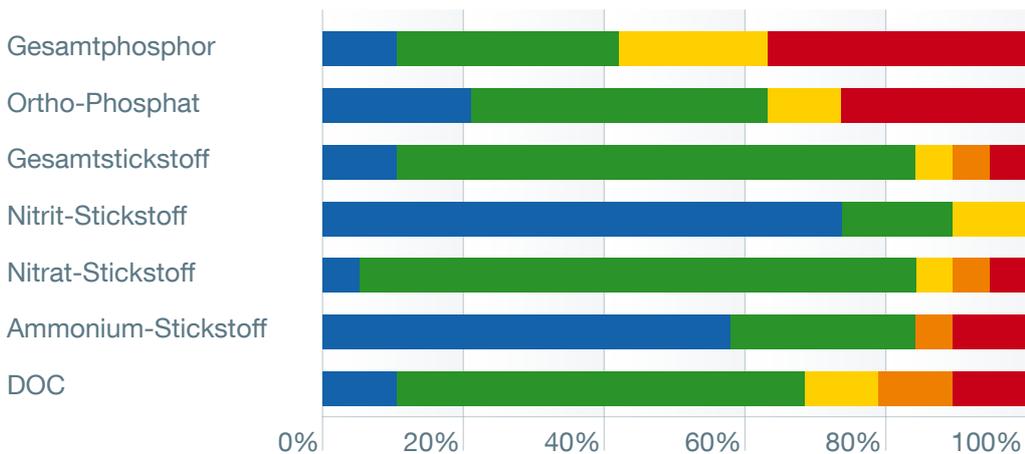
Bei den Schwermetallen hat sich die Situation im Vergleich zu früheren Messungen nicht verbessert. So ermittelte das GBL an mehreren Messstellen – sowohl in der Wasserphase als auch in den Sedimenten – erhöhte Konzentrationen an Kupfer (Cu), Nickel (Ni) und Zink (Zn). Davon betroffen sind Islerenkanal (Cu, Zn), Länggraben (Cu, Ni, Zn), Twannbach (Cu), Trame (Cu, Zn) und Sorne (Cu, Zn). Extrem hohe Belastungen im Sediment finden sich im Oberlauf der Birs rund um Reconvilier, einem Zentrum der metallverarbeitenden Industrie. Hier werden die Qualitätsziele für Kupfer zum Teil um mehr als das Vierzigfache überschritten. Ältere Bodenuntersuchungen aus den frühen 1990er-Jahren weisen eine grossflächige und sehr starke Belastung des gesamten Gebiets nach. Deshalb muss man davon ausgehen, dass bei intensiven Regenfällen nach wie vor mit Schwermetallen belastetes Bodenmaterial in die Birs gelangt, obschon wohl keine neuen Schadstoffeinträge durch die Metallindustrie mehr erfolgen.

Im Hinblick auf die restlichen untersuchten Schwermetalle Blei, Cadmium, Chrom und Quecksilber sieht die Situation wesentlich besser aus, sind doch in der ganzen Region keine oder allenfalls schwache Belastungen zu erkennen.

Geringfügige Verbesserung des biologischen Zustands

Als Vergleichsbasis für die biologischen Untersuchungen der regionalen Gewässer, welche wiederum gemäss dem Modulstufen-Konzept (MSK) des Bundes erfolgten, dienten frühere Erhebungen, die einen Zeitraum von 25 Jahren abdecken.

Nährstoffe in den Einzugsgebieten Berner Jura und Seeland



Der vergleichsweise hohe Anteil an Gewässern, die bezüglich ihrer Nährstoffbelastung mässig bis schlecht abschneiden, widerspiegelt vorab die zivilisatorische Belastung durch die Siedlungsentwässerung und die Landwirtschaft. In der Grafik sind die Daten der Aare-Messstellen nicht enthalten.

- sehr guter Zustand
- guter Zustand
- mässiger Zustand
- unbefriedigender Zustand
- schlechter Zustand

ASP

Der äussere Aspekt (ASP) bewertet optisch sichtbare Belastungen des Gewässers – wie etwa Schlammablagerungen, Trübung und Feststoffe aus der Siedlungsentwässerung. Über 70 Prozent der Fliessgewässer schneiden dabei gut ab, da sie höchstens leichte Belastungen anzeigen.

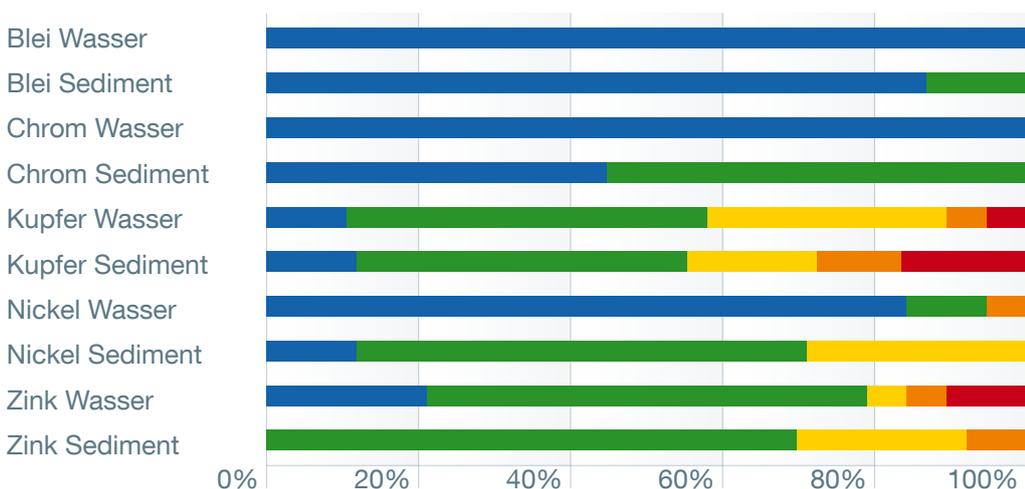
Eine Ausnahme bildet die durch geklärtes Abwasser der ARA Tramelan stark beeinträchtigte Trame. Um die Anforderungen der Gewässerschutzgesetzgebung zu erfüllen, braucht es hier dringend Massnahmen zur Verbesserung der Situation. Auch am Hauptkanal und Islerenkanal im Seeland lässt der ASP zu wünschen übrig. Grund dafür ist die starke Verschlammung der Gewässersohle als Folge der sehr geringen Strömung in Kombination mit der Lage im ehemaligen Moorgebiet, die zum Eintrag von Feinmaterial durch die Bodenerosion

führt. Eine Ursachenbekämpfung wird in beiden Fällen nicht möglich sein.

DI-CH

Der Kieselalgenindex (DI-CH) erweist sich als guter Indikator für die Beurteilung der Nährstoffgehalte und der organischen Belastung von Bächen und Flüssen. Er zeigt heute zu fast 90 Prozent eine gute Wasserqualität an, wobei sich die Situation gegenüber früher deutlich verbessert hat. Dies gilt für Sorne, Birs und Schüss, wo man früher meist im Bereich von Kläranlagen schlechte Werte ermittelte. Auch der DI-CH bestätigt die weiterhin erhebliche Beeinträchtigung der Trame durch die ARA Tramelan, doch sind die Verhältnisse vor der Mündung in die Birs inzwischen besser.

Metalle in den Einzugsgebieten Berner Jura und Seeland



Probleme bereiten vor allem die teils hohen Belastungen der Fliessgewässer mit dem Schwermetall Kupfer.

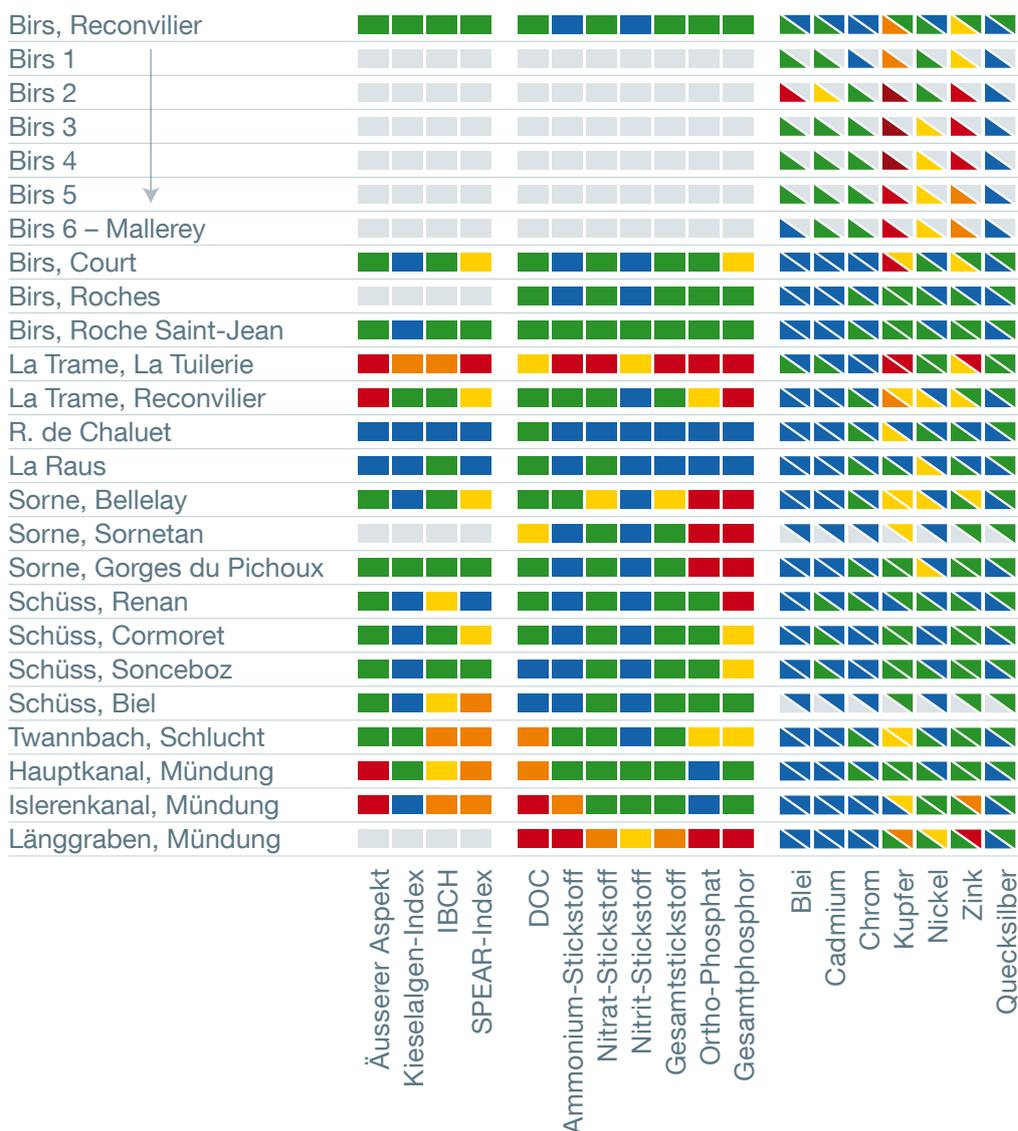
- sehr guter Zustand
- guter Zustand
- mässiger Zustand
- unbefriedigender Zustand
- schlechter Zustand

Belastung der Gewässer an den Regionalmessstellen

Je höher die Belastung der Fliessgewässer mit Nährstoffen und Schwermetallen, desto schlechter ist in der Regel auch ihr biologischer Zustand.

- sehr guter Zustand
- guter Zustand
- mässiger Zustand
- unbefriedigender Zustand
- schlechter Zustand
- Hotspot

Sediment ■ ■ Wasser



Bewertung der Lebensraumqualität

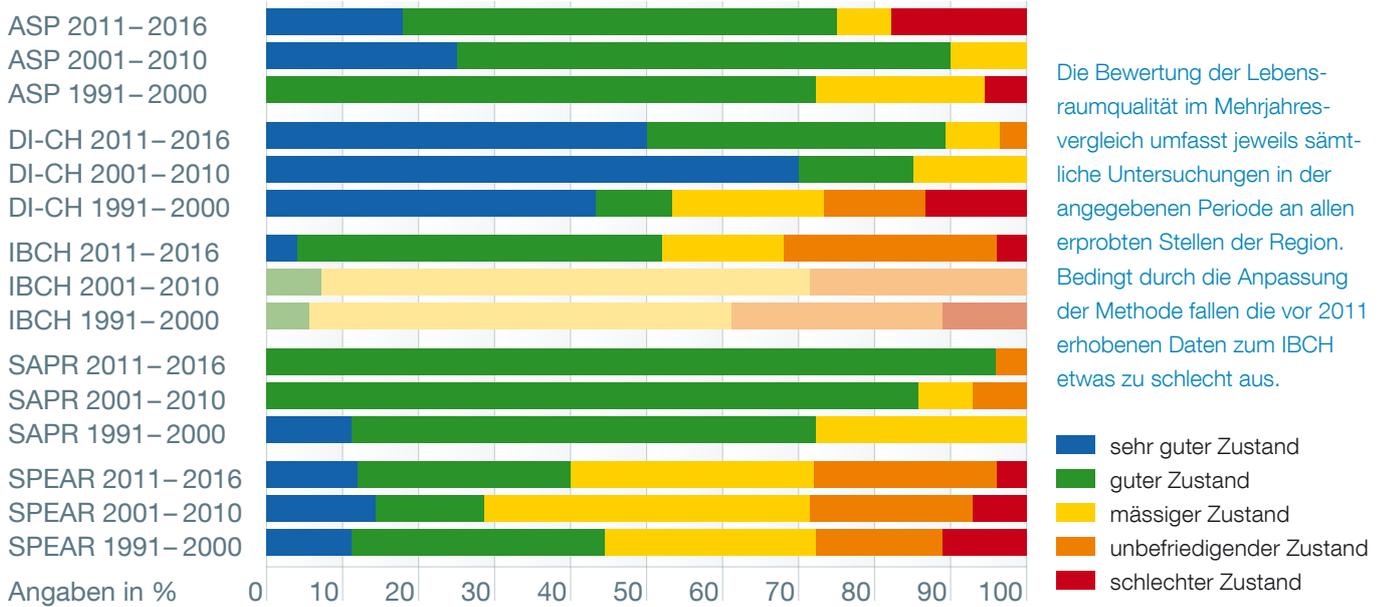
Die wirbellosen Kleinlebewesen (Makrozoobenthos) eignen sich als wichtige Indikatoren für die Lebensraum- und Wasserqualität. Viele von ihnen leben als Larve ein ganzes Jahr in den Fliessgewässern. Dadurch widerspiegelt ihr Vorkommen die Umwelteinflüsse über eine längere Zeit. So kann ihr Fehlen zum Beispiel auf Belastungen durch Ereignisse hinweisen, die chemisch längst nicht mehr messbar oder zu beobachten sind.

Aufgrund der Artenzusammensetzung der Wasserwirbellosen lassen sich verschiedene Indices zur Wasserqualität bestimmen.

Der im Modul-Stufen-Konzept empfohlene aktuelle Makrozoobenthos-Index IBCH charakterisiert neben der Wasserqualität auch die Lebensraumstruktur. Der seit langer Zeit eingesetzte Saprobienindex SAPR macht primär Aussagen über die organische Belastung. Für die Probenahme des IBCH im Gewässer existiert erst seit 2010 eine genau definierte Methode, weshalb ältere Erhebungen – aufgrund der geringeren Anzahl an Teilproben in verschiedenen Kleinhabitaten – oft zu schlechte Werte anzeigen.

Von allen Messstellen im Seeland und Berner Jura weist einzig der Birs-Zufluss Ruisseau de Chaluet eine vielfältige Makrozoobenthosfauna mit zahlreichen sensiblen Stein- und Eintagsfliegenlarven auf. Gemäss der Beurteilung erreicht der Bach

Biologischer Zustand der Fließgewässer im Seeland und Berner Jura



beim IBCH die beste Kategorie und beim SAPR eine gute Einstufung. Die andern Standorte an Sorne und Birs erzielen bei beiden Indices gute Beurteilungen und zeigen vielerorts eine Verbesserung gegenüber früheren Untersuchungen. In der Schüss weist der SAPR keine Belastung nach. Dagegen ergibt der IBCH an der obersten Stelle und im Mündungsbereich am Bielersee mässige Einstufungen, was in erster Linie mit der Lebensraumsituation zusammenhängen dürfte. Während die Wasserführung unterhalb der Schüss-Quelle noch sehr gering ist, handelt es sich beim Hauptlauf in der Bieler Innenstadt um ein begradigtes, naturfremdes Gewässer.

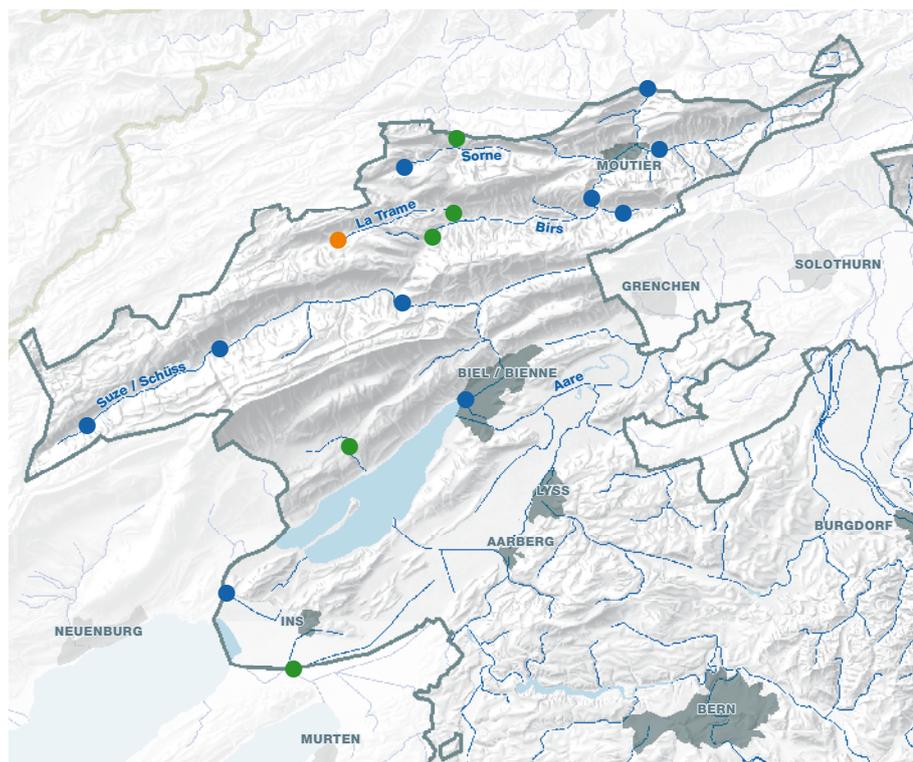
Wie zu erwarten, signalisiert auch die Makrozoobenthos-Bewertung im Oberlauf der Trame schlechte Verhältnisse. Als Folge der Selbstreinigung wirken sich die hohen Belastungen durch ARA-Einleitungen bis zur Mündung in die Birs jedoch nicht mehr so gravierend aus.

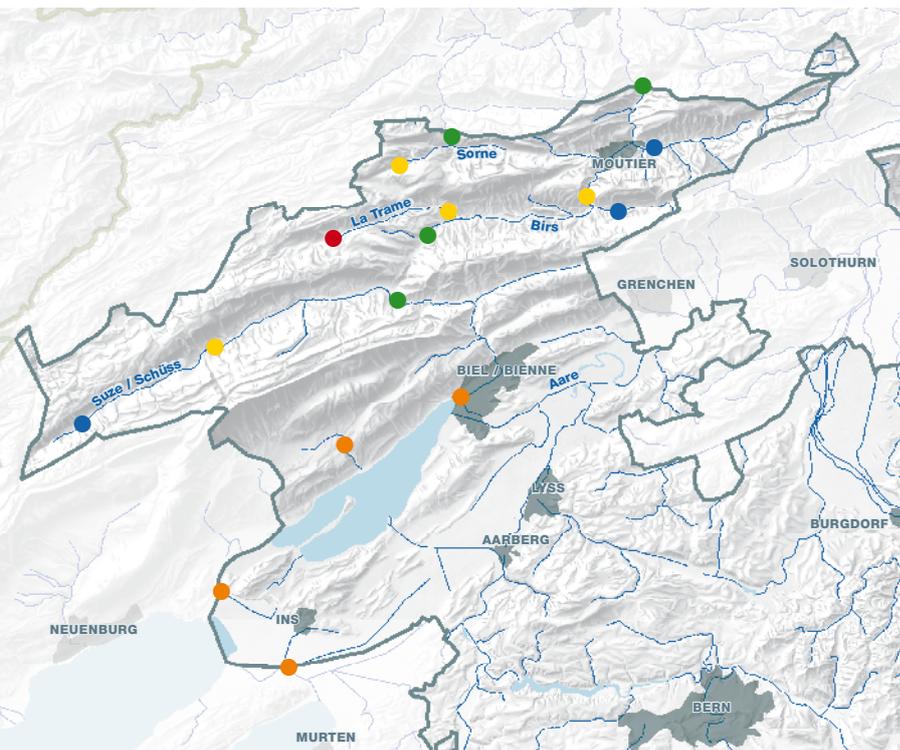
Einen positiven Einfluss auf den ASP und den DI-CH des Twannbachs hat die 2014 vorgenommene Stilllegung der ARA Lamböing. Allerdings verhinderten die Vorbelastung im Oberlauf – durch landwirtschaftliche Einträge und Hochwasserentlastungen – sowie die fehlende Vernetzung mit andern Fließgewässern bisher eine Erholung der Wasserwirbellosen. Weil die Wiederbesiedlung durch empfindlichere Organismen bislang ausblieb, führen sowohl IBCH wie

SAPR zu einer schlechten bis sehr schlechten Bewertung.

Die Einstufung der beiden Seelandkanäle zeigt die unterschiedliche Beurteilung durch SAPR und IBCH auf. Bedingt durch die relativ geringe organische Belastung fällt die Note des SAPR gut aus. Weil die verschlammten und fast strömungsfreien Kanäle eine Besiedlung mit empfindlicheren Organismen verhindern, lautet das IBCH-Urteil dagegen mässig bis schlecht.

Die Beurteilung der regionalen Fließgewässer mit dem Kieselalgenindex DI-CH weist nur am Oberlauf der Trame (oranger Punkt) auf einen unbefriedigenden Zustand hin.





Die Bewertung der Pestizidbelastung durch den Index Makrozoobenthos $SPEAR_{pesticides}$ zeigt sowohl im Berner Jura (ARA-Einleitungen) als auch im Seeland (Abschwemmungen aus der Landwirtschaft) ungelöste Probleme auf.

Mit der Untersuchung von wirbellosen Kleinlebewesen wird die Lebensraumqualität bewertet.

Die Belastung mit Pestiziden wird durch den Index $SPEAR_{pesticides}$ dargestellt. In dieser Hinsicht zeigen die kleinen Zuflüsse der Birs sowie die Oberläufe von Birs und Schüss geringe Belastungen an. Negative Effekte auf die jeweiligen Vorfluter haben die Einleitungen der Kläranlagen in Tramelan, Bellelay, Court und Villeret. Sie äussern sich in einem mässigen und an der Trame sogar schlechten Zustand, was zwingende Verbesserungen zur Reduktion der Pestizideinträge erfordert. Am Unterlauf der Schüss in

Biel ist der unbefriedigende Zustand möglicherweise auf die Gewässerstruktur zurückzuführen, welche eine Besiedlung mit sensiblen Arten verhindert. Im Twannbach sind sowohl die Vorbelastung wie auch die fehlende Wiederbesiedlung verantwortlich für die unbefriedigende Situation. In den Seelandkanälen hingegen liegen die Ursachen der Probleme in der Gewässerstruktur sowie in der Abschwemmung von Pestiziden aus der Landwirtschaft.

Weitere Informationen

- Biologie Berner Seeland: Beurteilung der biologisch indizierten Wasserqualität (2016): www.be.ch/awa > AWA-Publikationen > Biologieberichte
- Birs-Bericht (2015): www.be.ch/awa > AWA-Publikationen > Biologieberichte
- Karten zur Gewässerqualität im Geoportale des Kantons Bern: www.geo.apps.be.ch/de > Karten > Gewässerqualität





Die Aare ist auch in der Bewertung blau oder grün

Die renaturierte Aare bei Muri oberhalb von Bern.

Die Aare als längster und wasserreichster Fluss im Kanton Bern gehört zu den saubersten Fliessgewässern. Die grössten Bedrohungen für Wasserlebewesen gehen heute von akuten Verschmutzungen kleinerer Bäche sowie von den Belastungen durch Mikroverunreinigungen aus.

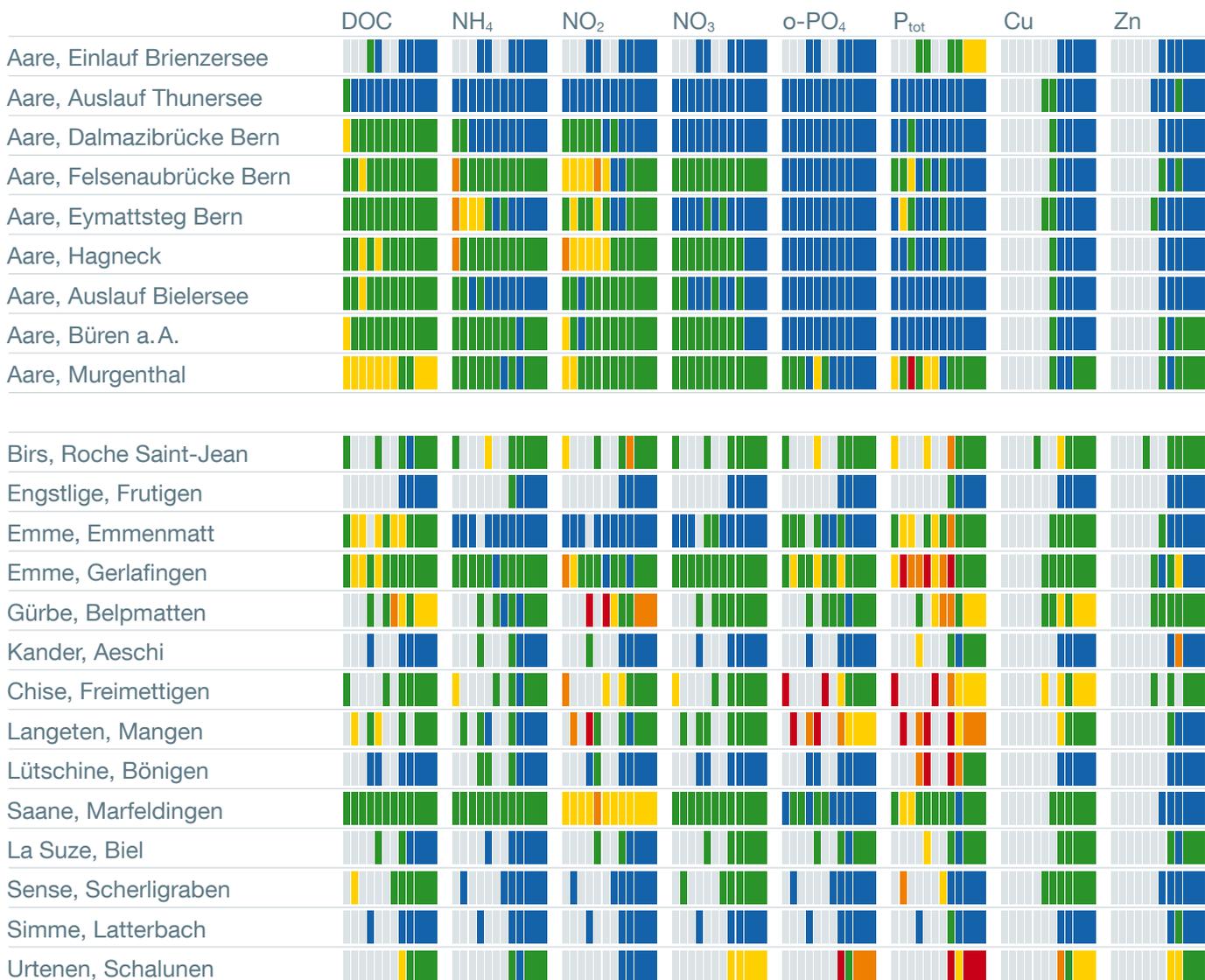
Die regelmässige Überwachung der Gewässer durch das GBL dient dazu, den jeweils aktuellen Zustand zu erfassen, allfällige Probleme zu erkennen und im Sinn einer Erfolgskontrolle die Wirksamkeit der bisher getroffenen Schutzmassnahmen zu beurteilen. Weil ein lückenloses Monitoring unmöglich ist, beschränkt sich das AWA auf eine Auswahl von repräsentativen Messstandorten, die das GBL wiederkehrend über einen langen Zeitraum beprobt. So deckt etwa das kantonale Messnetz der Fliessgewässer mit seinen 23 Hauptmessstellen alle grossen oder regional bedeutenden Gewässer ab. An diesen Standorten dokumentiert man primär die langfristige Entwicklung der chemischen Wasserqualität in den grösseren Flüssen wie Aare, Kander, Simme, Sense, Saane und Emme.

Stabiler Zustand der Aare

Fast 40 Prozent aller Messstandorte liegen an der Aare, die das Rückgrat des bernischen Gewässersystems bildet. Damit wird der Hauptfluss vom Einlauf in den Brienersee bis zur aargauischen Kantonsgrenze bei Murgenthal erfasst. So blau und grün, wie die Aare bei schönem Wetter dem Thunersee entströmt, erscheint sie auch in der Übersichtstabelle des GBL zur Wasserqualität, was einem sehr guten bis guten Zustand entspricht.

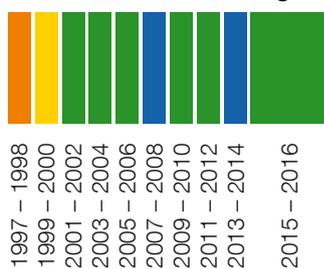
Bezüglich der Belastung mit Nährstoffen und Schwermetallen belegen die Untersuchungen in der Aare seit einigen Jahren sehr stabile Verhältnisse. Der erhöhte Gesamtphosphorgehalt bei der Mündung in den Brienersee ist natürlichen Ursprungs und geht auf die Auswaschung von phosphathaltigem Gestein im Einzugsgebiet zurück. Je nach Witterung ist hier deshalb mit erhöhten Werten zu rechnen. Die etwas

Belastung der Gewässer mit Nährstoffen an den Hauptmessstellen 1997–2016



Entwicklung der Gewässerbelastung mit Nährstoffen und ausgewählten Schwermetallen seit 1997 an den 23 Hauptmessstellen zur Überwachung der bernischen Fliessgewässer. Die aktuellsten Resultate sind jeweils mit einem breiten Balken dargestellt. Für die grau markierten Felder liegen keine Messungen vor.

Datenreihe der Messungen



Erklärung der Abkürzungen

- DOC = Gelöster organischer Kohlenstoff
- NH₄ = Ammoniak
- NO₂ = Nitrit
- NO₃ = Nitrat
- o-PO₄ = ortho-Phosphat
- P_{tot} = Gesamtphosphor
- Cu = Kupfer
- Zn = Zink

Gewässerbelastung

- sehr guter Zustand
- guter Zustand
- mässiger Zustand
- unbefriedigender Zustand
- schlechter Zustand
- keine Messung

schlechtere Beurteilung in Murgenthal hinsichtlich der DOC-Konzentration hat eher zufälligen Charakter, schwanken die Gehalte doch nun schon seit mehreren Messperioden um den Zielwert von 2.0 mg/l.

Einzelnen Belastungen auf der Spur

An anderen Hauptmessstellen konnten nicht alle Anforderungen eingehalten werden. Dies betrifft die Gewässer Gürbe (DOC und NO₂), Chise (Ges-P und Cu), Langete (o-PO₄ und Ges-P), Saane (NO₂) und Urtenen (NO₃, o-PO₄, Ges-P und Cu).

Wie Abklärungen an der Saane ergeben haben, stammen die erhöhten Nitritwerte nicht von der ARA Sensetal. Vielmehr führen biologisch-chemische Prozesse im Schiffenensee zu übermässigen Nitritgehalten in dessen Auslauf.

Die Situation an der Gürbe war 2016 zwischen Januar und Juni unbefriedigend, wobei die zu hohen Nitritkonzentrationen durch eine ungenügende Reinigungsleistung der ARA Gürbetal verursacht wurden. Die Stabilisierung der Nitrifikation erwies sich als sehr schwierig und nahm viel Zeit in Anspruch. Aufgrund des fischtoxischen Potenzials von Nitrit intensivierte das GBL während der kritischen Phase seine Überwachung des Gewässers und baute sie aus. Zusätzliche biologische Untersuchun-

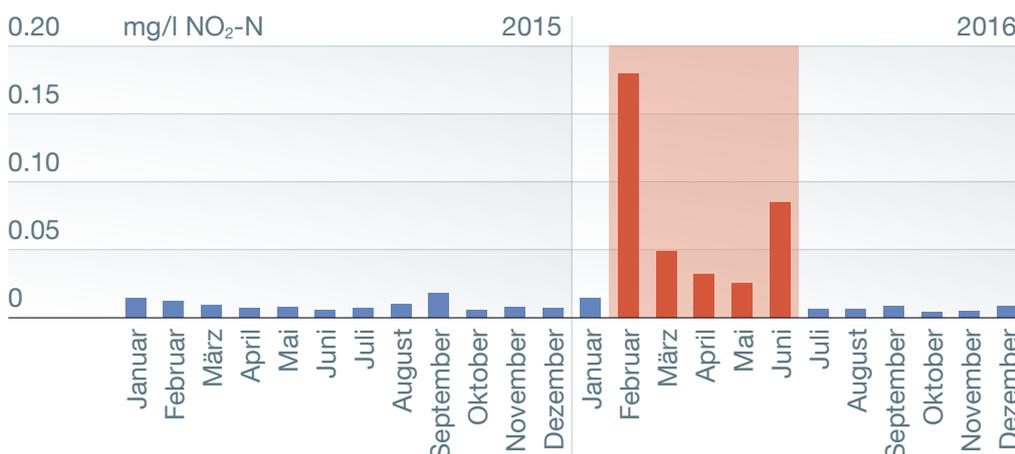


gen zeigten Ende April keinen negativen Einfluss auf das Makrozoobenthos. Im Juli durchgeführte Abfischungen des Fischereinspektorats ergaben eine etwas verminderte Bestandesdichte unterhalb der ARA, doch ist ein kausaler Zusammenhang mit den erhöhten Nitritwerten schwierig nachzuweisen. Jedenfalls lässt sich eine markante Schädigung des Fischbestandes mit Bestimmtheit ausschliessen.

Trotz zeitweise hohem Nitriteintrag aus der ARA Gürbetal wurden das Makrozoobenthos und die Fische in der Gürbe nur geringfügig geschädigt.

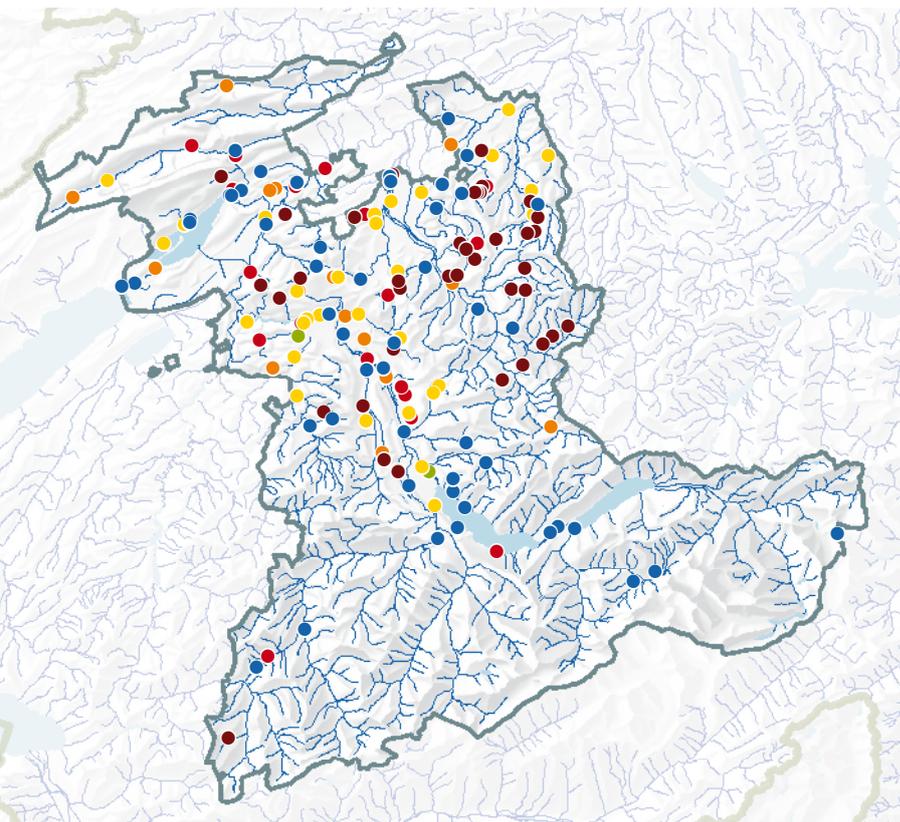
In der Emme bei Gerlafingen beobachtet das GBL seit zwei Messperioden eine Verbesserung der Situation beim Gesamtphosphor. Die Einzelwerte schwanken jedoch stark und hängen von den Witterungsverhältnissen zum Zeitpunkt der Probenahme ab. Die künftigen Untersuchungen werden zeigen, wie nachhaltig der positive Trend ist.

Nitritbelastung in der Gürbe (Belpmatt)



Wegen Problemen mit der Nitrifikation in der ARA Gürbetal war der Vorfluter während 5 Monaten zu stark mit dem fischtoxischen Nitrit belastet.

■ Zielwert MSK überschritten



Regionale Verteilung der Gewässerverschmutzungen und ihrer Ursachen in den Jahren 2015/2016. Die Farbpunkte auf der Karte entsprechen den Farbfeldern des untenstehenden Kuchendiagrammes.

Generell gilt, dass die chronische Belastung der Fliessgewässer mit Nährstoffen und Schwermetallen in den letzten Jahren weiter abgenommen hat. Heute gehen die Bedrohungen für empfindliche Lebewesen denn auch primär von akuten Gewässerverunreinigungen sowie von kritischen Konzentrationen organischer Spurenstoffe aus. Insbesondere Pestizide und Rückstände von Medikamenten stellen dabei erhebliche Risiken dar.

Akute Gewässerverschmutzungen

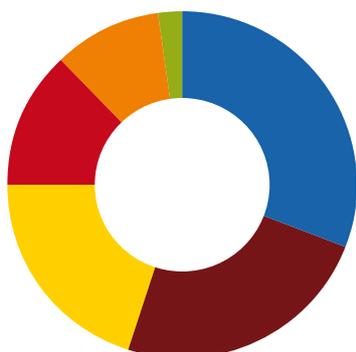
In gravierenden Fällen führen akute Verschmutzungen zu einem Totalausfall der Lebewesen in einem betroffenen Gewässer und machen dieses oft für längere Zeit unbewohnbar. Die Wiederbesiedlung hängt sehr stark davon ab, wie gut ein Bach vernetzt ist. Stehen unbelastete Seitengewässer als Refugien zur Verfügung, die nicht durch Wanderhindernisse abgeschnitten sind, so können die hier lebenden Quellpopulationen verschiedener Organismengruppen einen biologisch toten Bach mit der Zeit wieder beleben.

Leider zeigt die seit mehreren Jahren koordinierte Erfassung und Bearbeitung der Schadenfälle durch alle betroffenen Amtsstellen im Kanton Bern bislang keine Verringerung der Ereignisse. So werden pro Jahr nach wie vor etwa 80 Havarien registriert, welche die Gewässer betreffen. Wie in früheren Jahren sind Unfälle mit Öl und Treibstoffen die häufigste Ursache. Dies obwohl die Umschlagsmengen eher rückläufig sind. Dafür nehmen Jauche und Abwasser als Gründe für akute Verschmutzungen zu. Einen Anstieg verzeichnen auch die Fälle mit unbekanntem Ursachen. Oft kommen akute Belastungen erst ans Licht, wenn jemand in einem Gewässer tote Fische oder andere Wasserlebewesen beobachtet. Doch allein aufgrund der Auswirkungen ist nachträglich häufig keine Ursachenbestimmung mehr möglich.

Unfälle mit Mineralöl, Jauche und unbekanntem Stoffen machen drei Viertel aller akuten Gewässerverunreinigungen aus.

Gewässerverschmutzung 2015 – 2016, 160 Ereignisse

- 31% Öl, Treibstoffe
- 24% Jauche
- 20% unbekannt
- 13% Chemikalien
- 10% Abwasser
- 2% übrige



Die geografische Verteilung der Schadenfälle zeigt Jahr für Jahr ein ähnliches Muster. So konzentrieren sich die Jauche-Unfälle auf viehwirtschaftlich intensiv genutzte Gebiete mit oft steilen Nutzflächen wie das Emmental und den Oberaargau. Die wenigen Ereignisse im Oberland betreffen hauptsächlich Ölverschmutzungen. Die übrigen Fälle verteilen sich breit über das Mittelland und den Jura, wobei zwei Schwerpunkte in der Periode 2015/2016 auf dem Aaretal zwischen Thun und Bern sowie rund um die Bundesstadt lagen.



Einsatzkräfte verhindern mit Sperren, dass sich Verschmutzungen im Bach ausbreiten.

Fallbeispiel eines Krebssterbens mit unbekannter Ursache

Im April 2016 beobachten Anwohner in einem kleinen Bach zwischen Thun und Bern viele sterbende und tote Dohlenkrebse. Die sofort alarmierte Kantonspolizei bietet weitere Fachleute der Fischereiaufsicht, des AWA-Schadendienstes und der Umweltkriminalpolizei auf. Sie entnehmen in verschiedenen Bachabschnitten Wasserproben und kontrollieren das Gewässer weiträumig. An den folgenden Tagen und über den Sommer verteilt finden weitere Begehungen und Befragungen statt. Die Wasserproben und toten Krebse werden in verschiedenen Instituten analysiert, was mit einem immensen Aufwand verbunden ist.

Dadurch lässt sich der betroffene Bachbereich genau eingrenzen. Wie die Abklärungen zeigen, sind zwar Dohlenkrebse und kleine Wasserwirbellose betroffen, nicht aber Fische. Die Analysen der Wasserproben weisen teils erhebliche Mengen an Pflanzenschutzmitteln nach, die man in den toten Krebsen jedoch nicht findet. Trotz einem raschen Handeln der Behörden und den sofort eingeleiteten Untersuchungen lassen sich die wahrscheinlich für das Sterben verantwortlichen Substanzen nicht mehr klar nachweisen, da sie bereits den

Bach abgeflossen und verdünnt worden sind. Damit bleibt auch der eigentliche Verursacher unerkannt. So müssen die Behörden ihre Statistik der akuten Gewässerverschmutzungen mit einem weiteren gelben Punkt ergänzen.

Vergiftete Dohlenkrebse, oben ein Weibchen mit Eiern. Neben akuten Gewässerverschmutzungen machen dem ganzjährig geschützten Krebs der fehlende Lebensraum, die Krebspest sowie die Konkurrenz durch fremde Arten zu schaffen.
Foto: KaPo, Samuel Wittwer



Gefährdung der Gewässerorganismen durch Pestizide



An günstigen Stellen im Gewässer leben grosse Gruppen von Larven der Köcherfliege. Sie reagieren sehr empfindlich auf akute Verschmutzungen durch Insektizide.

Foto: HYDRA, Peter Rey

Wasserlebewesen brauchen einen besseren Schutz

Vor allem in kleineren Gewässern des Mittellandes, deren Einzugsgebiete intensiv für den Ackerbau genutzt werden, sind empfindliche Wasserorganismen durch den Eintrag von Pestiziden ernsthaft gefährdet. Deshalb laufen verschiedene Bemühungen für einen wirksameren Schutz vor Pflanzenschutzmitteln (PSM) und ihren Umwandlungsprodukten.

Zum Schutz der Wasserlebewesen vor organischen Pestiziden sah die Gewässerschutzverordnung (GSchV) des Bundes bis anhin nur einen allgemeingültigen Grenzwert von 0.1 Mikrogramm pro Liter ($\mu\text{g/l}$) vor. Dieser Einheitswert wird dem Gefährdungspotenzial unterschiedlicher Wirkstoffe für die Gewässerorganismen jedoch nicht gerecht, zumal er nicht auf wissenschaftlich erhärteten Effekten basiert. In den letzten Jahren haben Fachleute die Methoden im Bereich der Ökotoxikologie entscheidend weiterentwickelt und wirkungsbasierte Grenzwerte für gewässerrelevante Stoffe erarbeitet. Diese zeitgemässen Qualitätskriterien sind im englischen Sprachgebrauch als Environmental Quality Standards oder kurz EQS bekannt. Liegt die Konzentration eines Schadstoffs im Gewässer unter dem EQS-Wert, so ist kein nachteiliger Effekt auf die Wasserorganismen zu

erwarten. Gehalte über der EQS-Limite lassen hingegen mit erhöhter Wahrscheinlichkeit eine Schädigung von Wasserlebewesen befürchten.

Generell wird zwischen dem akuten Qualitätskriterium (MAC-EQS) und dem chronischen Zielwert (AA-EQS) unterschieden, der die zulässige durchschnittliche Jahreskonzentration angibt. Mit Hilfe der maximal tolerierbaren Akutkonzentration kann man abschätzen, ob innerhalb eines Zeitraums von 24 bis 96 Stunden eine Schädigung der Organismen zu erwarten ist. Demgegenüber dient das chronische Qualitätskriterium dazu, die Auswirkungen von Umweltbelastungen über einen längeren Zeitraum zu bewerten.

Wirkungsbasierte Beurteilung der Wasserqualität für Mikroverunreinigungen aus dem Jahr 2012

		Algen	Wirbellose	Fische	Algen	Wirbellose	Fische	Algen	Wirbellose	Fische
März	Woche 11	0.0	0.4	0.7	-	-	-	0.7	0.5	2.8
	Woche 12	0.0	0.0	0.3	0.2	0.1	0.4	0.7	1.1	3.3
	Woche 13	0.0	0.0	0.2	0.1	0.1	0.2	0.3	1.0	2.3
	Woche 14	0.0	0.4	0.2	0.3	0.9	0.3	0.9	1.8	2.8
April	Woche 15	0.3	0.3	0.0	1.3	1.2	0.0	2.0	2.4	3.7
	Woche 16	0.0	0.2	0.3	0.8	0.6	0.0	5.1	2.0	2.2
	Woche 17	0.2	0.1	0.0	0.5	0.2	0.3	1.7	1.0	2.0
	Woche 18	0.8	0.0	0.0	12.5	0.5	0.1	11.8	0.7	2.1
Mai	Woche 19	0.7	0.0	0.0	4.7	0.2	0.1	20.8	1.5	2.5
	Woche 20	0.3	0.1	0.0	10.4	0.2	0.1	16.5	1.4	1.8
	Woche 21	-	-	-	11.5	0.3	0.1	-	-	-
	Woche 22	1.1	0.2	0.0	5.2	0.3	0.1	4.9	2.5	2.0
Juni	Woche 23	0.5	0.4	0.1	5.0	1.3	0.3	11.0	3.8	4.4
	Woche 24	0.3	0.2	0.1	2.3	0.2	0.1	4.4	3.7	1.3
	Woche 25	0.5	0.1	1.3	2.0	1.2	0.0	2.1	1.2	2.6
	Woche 26	0.5	0.2	0.1	3.1	1.2	0.4	3.5	1.6	3.1
	Woche 27	0.9	0.1	0.0	2.5	1.0	0.2	6.4	0.9	1.7
Juli	Woche 28	0.2	0.2	0.2	1.5	0.7	0.1	5.3	1.5	2.4
	Woche 29	0.2	0.1	0.1	0.9	1.1	0.2	1.1	0.9	1.0
	Woche 30	0.0	0.3	0.8	0.3	0.3	0.2	1.9	0.7	4.2
	Woche 31	0.2	0.1	0.4	0.2	0.2	0.2	0.8	0.7	12.6
August	Woche 32	0.3	0.0	0.0	0.6	0.2	0.0	1.0	5.8	20.1
	Woche 33	0.1	0.1	0.4	0.1	0.2	0.0	0.8	0.7	3.2
	Woche 34	0.1	0.1	3.5	0.2	0.2	0.3	0.6	0.9	3.5
	Woche 35	0.2	0.0	0.5	0.4	0.3	0.0	0.9	0.9	3.6
September	Woche 36	0.1	0.3	0.5	0.9	1.0	0.0	1.9	0.9	2.6
	Woche 37	0.3	0.0	0.3	0.0	0.1	0.0	0.3	0.4	2.1
	Woche 38	0.1	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	0.8	1.0	3.1
	Woche 39	0.0	0.1	0.4	0.1	0.1	0.2	0.7	0.7	3.5
	Woche 40	0.4	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	1.4	0.3	2.4
Oktober	Woche 41	0.3	0.1	0.4	0.3	0.1	0.0	1.0	0.8	2.6
	Woche 42	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.0	1.8	0.7	1.3
	Woche 43	0.3	0.0	0.0	0.6	0.1	0.1	0.9	0.4	0.9

Emme Burgdorf

Langete Huttwil

Urtenen Schalunen

Wirkungsbasierte Beurteilung der Wasserqualität für Mikroverunreinigungen in Wochensammelproben aus drei exemplarischen Fließgewässern des Kantons Bern. Dargestellt sind die berechneten, chronischen Risikoquotienten (RQ) für die Organismengruppen der Algen, Wasserwirbellosen und Fische.

- RQ < 0.1x
- 0.1x ≤ RQ < 1x
- 1x ≤ RQ < 2x
- 2x ≤ RQ < 10x
- RQ ≥ 10x



Unterscheidung von drei Organismengruppen

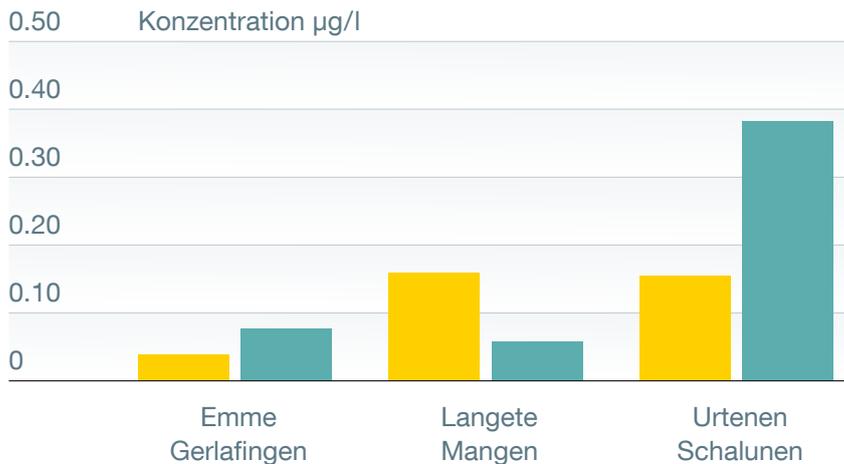
Die Beurteilung der Wasserqualität erfolgt differenziert für die drei Organismengruppen der Algen (Primärproduzenten), Wirbellosen (Invertebraten) und Fische (Vertebraten), von denen jede unterschiedliche Wirkungen gegenüber bestimmten organischen Pestiziden zeigt. Die Prädikate gut oder gar sehr gut erhält die Wasserqualität nur, wenn keine der drei Organismengruppen geschädigt wird. Der EQS-Wert basiert daher auf der Gruppe mit der empfindlichsten Reaktion auf den jeweiligen Stoff.

Das Verfahren ermöglicht eine wirkungsbasierte Bewertung der Wasserqualität in Bezug auf Einzelstoffe wie auch auf Mischungen. Zur Ermittlung der Mischungstoxizität wird die schädigende Wirkung der Einzelsubstanzen anteilmässig zum sogenannten Risikoquotienten (RQ) der Mischung aufsummiert. Die seit Anfang 2016 gültige Änderung der Gewässerschutzgesetzgebung trägt diesem Fortschritt Rechnung. Sie sieht nämlich vor, für Pflanzenschutzmittel künftig EQS-Werte zu ermitteln, die den überholten Grenzwert von 0.1 µg/l ablösen sollen.

Algen, Wirbellose und Fische reagieren unterschiedlich auf Giftstoffe im Wasser.

Fotos: Katrin Guthruf (oben), HYDRA, Peter Rey (Mitte), © Michel Roggo, www.roggo.ch (unten)

Belastung der Gewässer mit Glyphosat und AMPA



Konzentrationen von Glyphosat und seinem Abbauprodukt AMPA in drei Fließgewässern des Kantons Bern.

■ Glyphosat
■ AMPA

Anwendung der EQS-Werte im Kanton Bern

Zur Beurteilung der Gewässerqualität – im Hinblick auf Pestizide – hat der Kanton Bern bereits vor einigen Jahren mit der neuen Beurteilungsmethode gearbeitet. Wie die Auswertung von 2012 durchgeführten Erhebungen des GBL für die Fließgewässer Emme (Burgdorf), Langete (Huttwil) und Urtenen (Schalunen) zeigt, können vor allem in kleineren Bächen mit ackerbaulich geprägtem Einzugsgebiet sehr kritische Situationen für Wasserorganismen auftreten. In der Langete und Urtenen fallen diese zeitlich mit der Hauptanwendungsperiode der Pestizide im Frühjahr zusammen. Am stärksten sind die Algen gefährdet, wobei die wirkungsbasierte Beurteilung der Wasserqualität – bezüglich solcher Mikroverunreinigungen – für diese Wasserpflanzen während Wochen einen schlechten Zustand anzeigt.

Am Unterlauf der Urtenen signalisiert die zwischen März und Oktober ermittelte Belastung mit organischen Spurenstoffen auch für Fische einen mehrheitlich unbefriedigenden und vereinzelt sogar schlechten Gewässerzustand. Wesentlich besser sieht es dagegen in der Emme bei Burgdorf aus. Einerseits werden problematische Mikroverunreinigungen hier durch die höhere Wasserführung viel stärker verdünnt. Und zum andern dürften aus dem hügeligen Einzugsgebiet auch weniger Pestizide abgeschwemmt werden, weil dieses stärker von Wäldern und der Viehnutzung geprägt ist.

Belastungen der Gewässer mit Glyphosat

In einer 2016 durchgeführten Untersuchung des GBL zu den Glyphosat-Konzentrationen in grösseren und kleineren bernischen Fließgewässern ergibt sich ein ähnliches Belastungsbild für Emme, Langete und Urtenen. Das schweizweit am meisten eingesetzte Herbizid Glyphosat landet hierzulande jährlich in Mengen von rund 300 Tonnen auf Äckern, Obstplantagen, in Privatgärten und auf Bahndämmen. Im europäischen Vergleich gelten die Verbrauchsmengen bei uns als relativ hoch. Der Wirkstoff Glyphosat und sein langlebiges Umwandlungsprodukt Aminomethylphosphonsäure (AMPA) lassen sich denn auch in vielen aquatischen Kompartimenten nachweisen – vom Grundwasser über Fließgewässer und Seen bis hin zum Trinkwasser und Abwasser. Dabei reagiert die Organismengruppe der Algen am empfindlichsten auf das unselektive, systemische Herbizid. Das biologisch schlecht abbaubare AMPA kann sich zudem in den Gewässern über Jahre hinweg anreichern. Die GSchV verlangt jedoch, dass Bäche, Flüsse, Seen und Grundwasservorkommen im Sinne des Vorsorgeprinzips keine künstlichen, langlebigen Stoffe enthalten dürfen.

Anhand von sechs Stichproben im Zeitraum von März bis Mai und gegen Ende September bestimmte das GBL die Konzentration von Glyphosat und AMPA in denselben Gewässern, jedoch an unterschiedlichen Messstellen. Im Gegensatz zu Mischproben gilt es bei der Beurteilung von Stichproben zu bedenken, dass die effektiven Maximalgehalte um ein Vielfaches höher sein können – so um Beispiel bei starken Niederschlägen in der Applikationszeit.

In der Emme ermittelte man sowohl für Glyphosat wie auch für AMPA relativ niedrige Werte. In der Langete lag die Konzentration für Glyphosat teils deutlich über der Anforderung von 0.1 µg/l, was bei AMPA jedoch nicht der Fall war. Die Glyphosat-Werte in der Urtenen lagen – ähnlich wie in der Langete – zum Teil ebenfalls über 0.1 µg/l, jene von AMPA hingegen betragen hier bis zu fünfmal mehr. Ein Grund dafür ist die Ein-

leitung von gereinigtem Abwasser aus der ARA Moosseedorf, das in der Urtenen bis zu 50 Prozent ausmachen kann. AMPA entsteht nicht nur durch den Abbau von Glyphosat, sondern ist auch ein Umwandlungsprodukt von stickstoffhaltigen, organischen Phosphonaten, wie sie unter anderem in Waschmitteln zum Einsatz kommen, um Korrosion und Kesselsteinbildung zu verhindern. Beim Nachweis von AMPA in einem Gewässer lässt sich die Quelle dieses Abbauprodukts also nicht immer eindeutig zuordnen.



Nationale Studie NAWA SPEZ15

An den teils hohen Pestizidbelastungen in unseren Gewässern hat sich seit den Untersuchungen des GBL aus dem Jahr 2012 nicht viel verändert. Vorwiegend kleine Fließgewässer, die rund einen Viertel des Schweizer Gewässernetzes ausmachen, sind nach wie vor mit einer Vielzahl von Herbiziden, Fungiziden und Insektiziden belastet. Dies zeigen die Resultate der nationalen Studie NAWA SPEZ15 zu fünf Schweizer Bächen, welche das Wasserforschungsinstitut Eawag im Auftrag des BAFU und in Zusammenarbeit mit den Kantonen durchgeführt hat. Im Fokus standen kleine Fließgewässer, darunter auch der bernische Mooskanal. Keiner der untersuchten Bäche entsprach den gesetzlichen Anforderungen an die Wasserqualität. Selbst Stoffkonzentrationen, die für Gewässerorganismen als akut toxisch gelten, wurden überschritten. Biologische Untersuchungen weisen darauf hin, dass die Lebensgemeinschaften unter den Stoffgemischen leiden.

Die automatischen Sampler entnehmen in regelmässigen Abständen Proben und erlauben eine fundierte Überwachung der Wasserqualität.
Foto: Eawag

Die automatischen Sampler entnehmen in regelmässigen Abständen Proben und erlauben eine fundierte Überwachung der Wasserqualität.
Foto: Eawag

Pestizide in Amphibienlaichgewässern

Zur Förderung von Laubfröschen hat die Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz (Karch) nach 2001 im Saanetal mehrere Kleingewässer geschaffen, die seither auch besiedelt worden sind. Bei einem zeitgleich lancierten ähnlichen Projekt im Grossen Moos blieb der erwünschte Erfolg jedoch aus. Eine vermutete Ursache könnte sein, dass Pflanzenschutzmittel-Rückstände in den Laich-

Umgeben von intensiv genutzten Landwirtschaftsflächen und Verkehrswegen sind auch Naturschutzgebiete wie das Muttli bei Müntschemier keine unbelasteten Inseln in der Landschaft.





Der Laubfrosch, die kleinste einheimische Froschart, ist sowohl auf geeignete Fortpflanzungsgewässer wie auch auf Landbiotope angewiesen. Die Karch hat im Seeland verschiedene Projekte zur Wiederbesiedlung realisiert.
Foto: Karch, Beatrice Lüscher

gewässern die Fortpflanzung der Laubfrösche verhindern. 2016 ging eine an der ETH Zürich eingereichte Bachelorarbeit von Deborah Stoffel der Sache auf den Grund. In Zusammenarbeit mit der Karch und dem GBL wurden im Frühjahr 12 Kleingewässer mit guter und schlechter Besiedlung durch Laubfrösche mehrmals auf PSM und weitere Parameter untersucht.

Von 62 analysierten PSM und ihren Umwandlungsprodukten (UP) liessen sich insgesamt 55 nachweisen, davon 14 in Konzentrationen von mehr als 0.1 µg/l. Dabei variierte die Anzahl der gefundenen Substanzen zwischen den Tümpeln stark, nicht aber zwischen den verschiedenen Probenahmen in den einzelnen Gewässern. Konzentrationen von mehr als 0.1 µg/l fanden sich am häufigsten im Kleingewässer Mutkli bei Müntschemier, wo die Karch keine Laubfrösche mehr feststellen konnte. In diesem Gewässer fand sich mit 48 Nachweisen auch die höchste Anzahl von PSM und UP.

Jene Tümpel mit einer prosperierenden Laubfroschpopulation weisen allesamt geringe Belastungen an PSM auf, während die hohen Konzentrationen ausschliesslich in schlecht besiedelten Teichen gemessen wurden. Da es aber unter letzteren auch Teiche mit guter Wasserqualität gibt, scheinen andere Faktoren – wie die Laichwanderungen der Amphibien durch landwirtschaftlich intensiv genutzte Flächen – die Populationen ebenfalls negativ zu beeinflussen.

Weitere Informationen

- EQS: Qualitätskriterienvorschläge des Ökotoxizitätszentrums:
www.oekotoxizitaet.ch
> Expertenservice > Qualitätskriterien
- NAWA SPEZ15: Anhaltend hohe Pestizidbelastung in kleinen Bächen:
www.eawag.ch > News & Agenda
> 4. April 2017
- Berner Pflanzenschutzprojekt:
www.be.ch/bpp

Start des Berner Pflanzenschutzprojekts

Das seit anfangs 2017 laufende Berner Pflanzenschutzprojekt soll mittels verschiedener Massnahmen den Einsatz von Herbiziden, Insektiziden und Fungiziden vermindern oder optimieren, ohne das landwirtschaftliche Produktionspotenzial zu schmälern. Mit diesem Ziel haben das kantonale Amt für Landwirtschaft und Natur (LANAT), der Berner Bauern Verband und das Bundesamt für Landwirtschaft das mehrjährige Vorhaben lanciert. Das GBL ist verantwort-

lich für dessen Erfolgskontrolle. Zwei automatische Messstationen in den beiden Kleingewässern Chrümmlisbach in Bätterkinden und Ballmoosbach in Zuzwil erfassen dabei die Mengen an Pestiziden, welche über die Luft, durch Abschwemmung oder via Drainagen in die Bäche gelangen. Parallel dazu überwacht das GBL die Ausläufe der ARA Lyss, Ins-Müntschemier und ZALA Eymatt, um auch die Einträge aus Kläranlagen in die Gewässer zu erfassen.



Ziel ist die Reduktion der Spurenstoffe in den Gewässern

Zum Schutz der Gewässer vor gesundheits- und wassergefährdenden Mikroverunreinigungen sollen ausgewählte Kläranlagen in der Schweiz mit einer weiteren Reinigungsstufe zur Elimination von organischen Spurenstoffen ausgerüstet werden. Erste Messungen von Indikatorstoffen aus verschiedenen ARA liefern Daten zu den Frachten, die von den Gewässern aufgenommen werden und rechtfertigen die Investitionen in den künftigen Ausbau der Anlagen.

Die seit Januar 2016 rechtskräftige neue Gewässerschutzverordnung (GSchV) des Bundes soll die Frachten organischer Spurenstoffe aus Kläranlagen, welche in konventionellen ARA bisher nur unzulänglich abgebaut werden, langfristig deutlich reduzieren. Hauptziele sind ein besserer Schutz der Trinkwasserressourcen sowie der aquatischen Flora und Fauna. Bedingt durch die biochemischen Eigenschaften von Wirkstoffen, wie sie etwa Medikamente, Haushaltschemikalien oder Pestizide besitzen, stellen diese Mikroverunreinigungen im gereinigten Abwasser für Wasserorganismen zum Teil eine ernsthafte Gefährdung dar. Zur Reduktion der Spurenstoffe sollen bis zum Jahr 2040 ausgewählte ARA mit einer zusätzlichen Reinigungsstufe ausgerüstet werden, sofern sie eines der folgenden Kriterien erfüllen:

- Grosse ARA mit mehr als 80'000 angeschlossenen Einwohnern (Reduktion der Gesamtfrachten);
- Mittलगrosse Anlagen mit mehr als 24'000 angeschlossenen Einwohnern im Einzugsgebiet von Seen (Schutz der ergiebigen Trinkwasserressourcen);
- Mittलगrosse Anlagen mit mehr als 8000 angeschlossenen Einwohnern, die den Abwasseranteil im Vorfluter auf mehr als 10 Prozent anheben (Schutz der aquatischen Lebewesen).

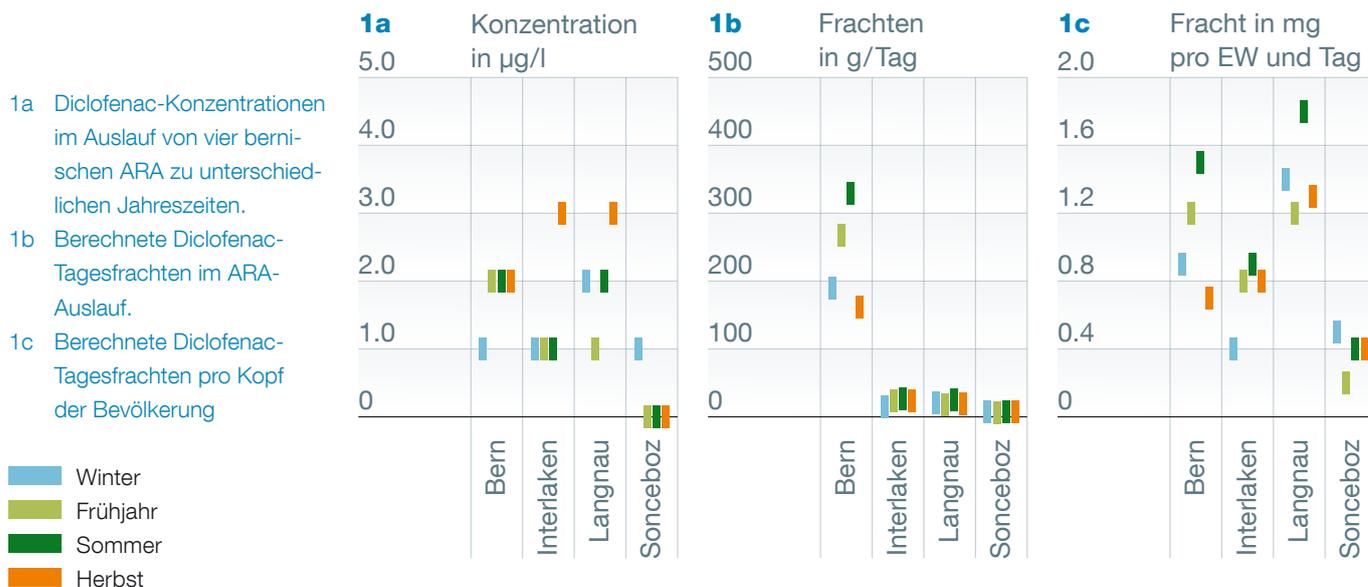
Kontrolle der Reinigungsleistung

Die technische Aufrüstung wird nach dem Verursacherprinzip durch eine Abwasserabgabe finanziert, welche alle ARA pro angeschlossenen Einwohner bis zum Jahr

Als erste Kläranlage im Kanton Bern wird die ARA Thunersee mit einer zusätzlichen Reinigungsstufe für Mikroverunreinigungen ausgerüstet.

Foto: ARA Thunersee, Michael Rindlisbacher

Berechnungen für Diclofenac



2040 bezahlen müssen. Nach erfolgtem Ausbau sind die betroffenen Kläranlagen von dieser Gebühr befreit, was einen raschen Ausbau fördern soll.

Die Reinigungsleistung der erweiterten ARA wird in Zukunft anhand der Eliminationsraten von 12 definierten Abwassertracern überwacht. Dabei handelt es sich um repräsentative Substanzen des täglichen Gebrauchs, die im gereinigten Abwasser praktisch aller Kläranlagen zu finden sind.

Analysen in 25 bernischen ARA

Im Kanton Bern standen Mitte 2017 insgesamt 60 öffentliche Kläranlagen in Betrieb. Um einen Überblick über die Belastungssituation der Abwassertracern zu gewinnen, hat das GBL die Ausläufe von 25 ARA untersucht. Die 2016 durchgeführten Probenahmen erfolgten für jede Anlage während allen vier Jahreszeiten, wobei jeweils eine 24-Stunden-Mischprobe analysiert wurde. Bedingt durch die unterschiedliche Grösse, Lage und technische Ausstattung der ARA erweisen sich direkte Vergleiche allerdings als schwierig.

Berechnungen für Diclofenac

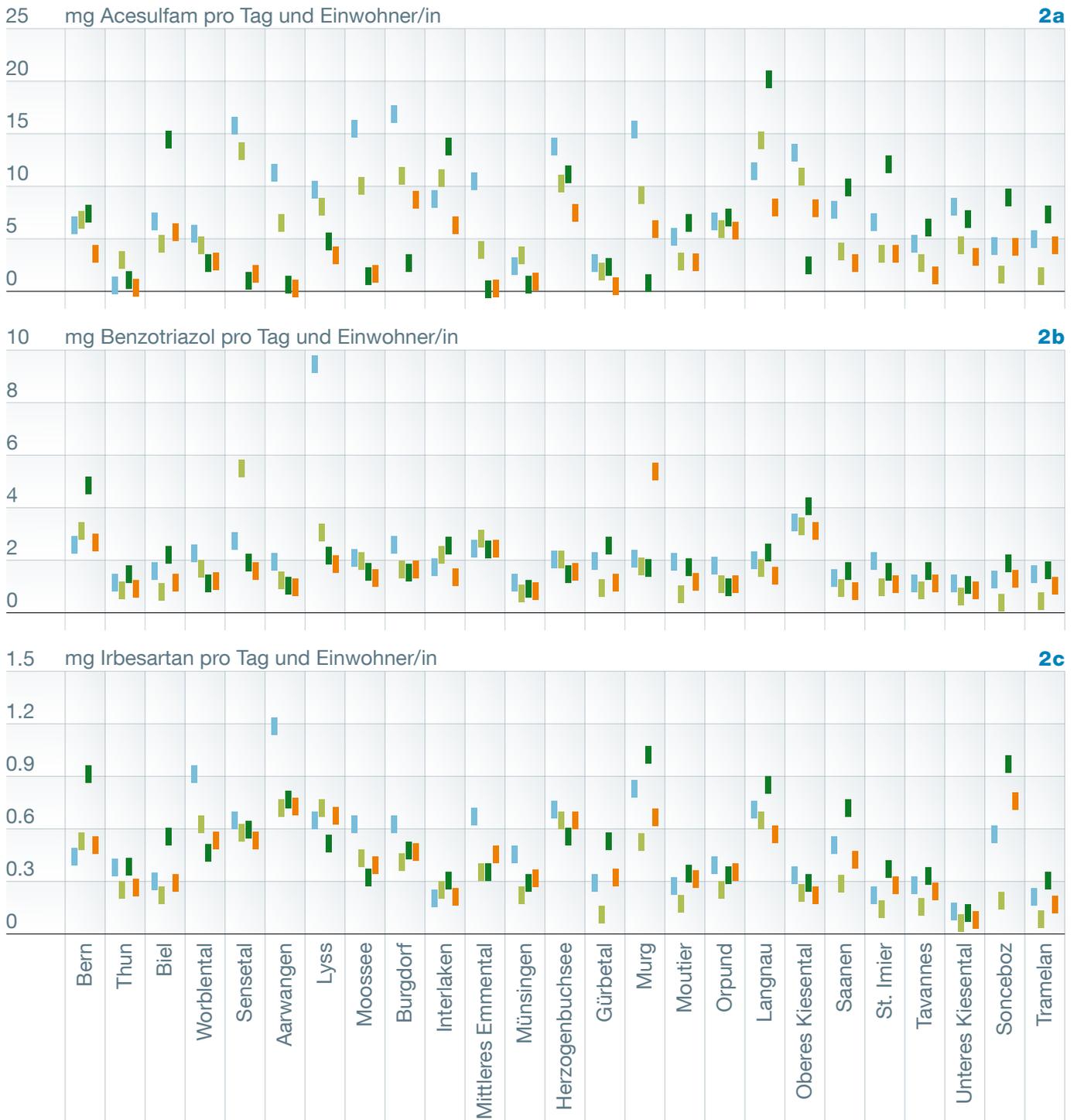
Dies sei hier am Beispiel des stark verbreiteten, schmerzlindernden und entzündungshemmenden Wirkstoffs Diclofenac verdeutlicht, wie er etwa im Produkt Voltaren enthalten ist. Abbildung 1a zeigt die

gemessenen Werte der Substanz in Mikrogramm pro Liter (µg/l) am Beispiel der vier ARA Bern, Interlaken, Langnau und Sonceboz-Sombeval mit ihrer unterschiedlichen Beschaffenheit und geografischen Lage. Unabhängig von der Grösse liegen die Gehalte in einem ähnlichen Bereich. Aus diesen Zahlen lassen sich die zu erwartenden Konzentrationen im Vorfluter einer Kläranlage ableiten, weshalb sie eine wichtige Grösse zur Beurteilung der Wasserqualität darstellen. Allerdings sind Konzentrationen für einen ARA-Vergleich wenig aussagekräftig, da sie stark von den örtlichen Gegebenheiten – wie dem Durchfluss, der Witterung oder der Abwasserzusammensetzung – abhängig sind.

Deshalb werden sie mit dem gemessenen Abfluss der Anlagen verrechnet und in Frachten (Abbildung 1b) umgewandelt. Hier zeigt sich deutlich der Grössenunterschied der Kläranlagen. Wie erwartet emittiert eine grosse ARA wie Bern ein Vielfaches der Frachten, die aus mittleren Anlagen wie Interlaken und Langnau oder aus der kleinen ARA Sonceboz in die Gewässer gelangen. Vergleichbar werden die Frachten erst dann, wenn man sie – wie in Abbildung 1c – auf die Anzahl der angeschlossenen Einwohner bezieht.

Hochgerechnet auf alle untersuchten ARA lässt sich aus diesen Zahlen schliesslich für den Wirkstoff Diclofenac eine mittlere Tagesfracht von 0.8 kg errechnen, was einer Jahresfracht von mehr als 300 kg entspricht.

Frachtvergleiche für 3 Abwassertracer



Frachtvergleiche für 3 Abwassertracer

Wie das Beispiel aufzeigt, lassen sich Kläranlagen nur unter Berücksichtigung der angeschlossenen Einwohner direkt miteinander vergleichen. Es ist davon auszugehen, dass die als Tracer verwendeten Substanzen in allen Bevölkerungsschichten und Wohnregionen in ähnlichem Umfang zum Einsatz gelangen. Somit sind die von ARA zu ARA bestehenden Unterschiede auf

andere Faktoren zurückzuführen. In Frage kommen dafür etwa unterschiedliche Anteile an nicht-häuslichem Abwasser oder unterschiedliche Reinigungsleistungen, die auch vom Tag und der Witterung abhängen können. Auch die Anlagengrösse spielt eine Rolle. Gerade bei sehr kleinen ARA fallen bereits Einzelanwendungen ins Gewicht.

Abbildung 2a schlüsselt die Frachten von drei weiteren Abwassertracern pro Kopf für alle gemessenen ARA auf. Acesulfam ist ein

Errechnete Frachten der drei gängigen Abwassertracer Acesulfam, Benzotriazol und Irbesartan pro Person und Tag im Ausfluss der 25 untersuchten bernischen ARA. Die Auflistung von links nach rechts folgt der Grösse der Anlagen.

weitverbreiteter künstlicher Süsstoff und meist die mengenmässig wichtigste Substanz unter den Mikroverunreinigungen in den Gewässern. Konventionelle Kläranlagen können diesen Wirkstoff nur schlecht eliminieren, weshalb er weltweit in erheblichen Mengen in die aquatische Umwelt gelangt. Da das Molekül auch in der aquatischen Umwelt ziemlich stabil bleibt, ist es nahezu überall nachweisbar – selbst in den Küstengebieten der Meere.

Eine Hochrechnung der Messwerte aus den 25 ARA im Kanton Bern ergibt eine mittlere Tagesfracht von 5 kg, was pro Jahr fast 2 Tonnen entspricht. Ein Grossteil davon gelangt über die Aare in den Bielersee und wird dort akkumuliert. Obwohl der zugelassene Lebensmittelzusatzstoff Acesulfam für den Menschen gesundheitlich unbedenklich ist, gibt die unerwünschte Anreicherung einer chemischen Substanz in einem bedeutenden Trinkwasserreservoir doch zu Bedenken Anlass. Eine Beurteilung, die sich allein auf die toxikologische Wirkung abstützt, greift hier zu kurz, weil synthetische, schwer abbaubare Stoffe aus Gründen des Vorsorgeprinzips nicht unkontrolliert in die Umwelt gelangen sollten.

Dies gilt auch für das in Gewässern nur schlecht abbaubare Korrosionsschutzmittel Benzotriazol. Es kommt in Spülmitteln für Abwaschmaschinen zum Einsatz, wird aber auch industriell verwendet. Wie Abbildung 2b zeigt, lassen sich die Messwerte der verschiedenen ARA gut vergleichen, doch sind vereinzelt auch Unregelmässigkeiten zu erkennen, die vermutlich auf industrielle Einleitungen zurückgehen. Ein Beispiel liefert die ARA Lyss mit einem Spitzenwert im Winter, der 4 bis 5 Mal höher liegt als in den übrigen Jahreszeiten. Eine mögliche Erklärung könnte sein, dass Benzotriazol als Korrosionsschutzmittel oft in Enteisungsmitteln enthalten ist. Die ARA im Kanton Bern emittieren eine tägliche Benzotriazol-Fracht von knapp 2 kg, was die Gewässer jährlich mit über 700 kg belastet.

Irbesartan ist ein human-pharmazeutischer Wirkstoff, der verbreitet als Blutdrucksenker zur Anwendung kommt. Das gleichmässig verteilte Muster in Abbildung 2c bestätigt, dass die Substanz flächendeckend und in ähnlichen Mengen eingesetzt wird. Die tägliche Fracht des reinen Wirkstoffs beträgt knapp 0.5 kg, was einer mittleren Jahresfracht von 160 kg entspricht.

Die Summe macht's

Die Resultate der GBL-Untersuchungen zeigen eindrücklich, wie kleine Mengen an Wirkstoffen, die täglich direkt oder indirekt im Abwasser landen, sich zu grossen Frachten aufsummieren. Heute müssen die Gewässer diese Belastungen aufnehmen und weitertransportieren. Der Ausbau ausgewählter ARA wird diese Frachten deutlich reduzieren. Bei ARA an Gewässern mit einem schlechten Verdünnungsverhältnis stehen weniger die Frachten als vielmehr die Konzentrationen im Vordergrund. Die Bedingungen für aquatischen Lebensgemeinschaften werden durch den Ausbau hier deutlich verbessert. Künftige Messungen in den ARA-Ausläufen und Gewässern werden zeigen, in welchem Ausmass die Investitionen zur Elimination der Spurenstoffe greifen und in welchem Masse die Konzentrationen und Frachten abnehmen.

Weitere Informationen

- [awa fakten: Mikroverunreinigungen – Massnahmen an Kläranlagen schützen Gewässer im Kanton Bern](#)
- www.be.ch/awa > [AWA Publikationen](#)
- > [awa fakten](#)



Schutz der letzten natürlichen Quelllebensräume

Lange hat man Quellen primär als günstige Ressourcen für die dezentrale Trinkwasserversorgung betrachtet. In den letzten Jahren sind diese Übergangsbereiche zwischen Grundwasser und Oberflächengewässer nun aber vermehrt auch als wertvolle Lebensräume für eine spezialisierte Artengemeinschaft in den Brennpunkt des Interesses gerückt.

Untersuchung der Quellfauna auf dem Oberbärgli (Oeschinensee).

Verglichen mit den Fliessgewässern sind naturbelassene Quellen sommerkühle und winterwarme Lebensräume mit ausgeglichenen Temperaturverhältnissen, die ungefähr dem Jahresmittel des Grundwassers entsprechen. Aufgrund der besonderen Bedingungen jeder Quelle und ihrer Kleinräumigkeit bieten sie eine Vielzahl von Teillebensräumen – von der vernässten Laubschicht über die Rieselflur bis zum plätschernden Quellbach. Diese natürliche Vielfalt hat denn auch einen besonderen Reichtum an Pflanzen und Tieren hervorgebracht, die in anderen Lebensräumen nicht überleben könnten. Gleichzeitig reagieren die spezialisierten Artengemeinschaften dadurch auch besonders anfällig auf Störungen.

Unter hohem Nutzungsdruck

Bis vor kurzem spielte die Lebensraumqualität der ökologisch wertvollen Übergangsbereiche zwischen Grundwasser und Oberflächengewässer bei Nutzungserwägungen freilich praktisch keine Rolle. Auch im Bernbiet interessierten die Quellen in erster Linie als kostengünstige natürliche Ressourcen für eine dezentrale Trinkwasserversorgung, wie etwa das zu diesem Zweck erarbeitete kantonale Quellkataster belegt. Es verzeichnet rund 7000 gefasste und 1040 nicht gefasste Quellen, wobei letztere den Ausgangspunkt für den Aufbau eines neuen Quelleninventars durch den Kanton bildeten. Dessen Ziele bestehen vor allem darin, die Struktur und Fauna dieser Lebensräume zu erheben und ihr Revitalisierungspotenzial auszuloten.



Seit 2014 hat das GBL etwa 600 der aus dem früheren Kataster bekannten Standorte untersucht und viele weitere zusätzlich entdeckt und kartiert. Neben dem Projekt des Gewässer- und Bodenschutzlabor trugen zahlreiche weitere Vorhaben zum heutigen Datenbestand von über 2100 erfassten Quellen bei.

Vereinfachte Kartiermethode

2014 veröffentlichte das BAFU einen Methodenentwurf für die Strukturkartierung und die Faunauntersuchung von Quellen. Um auch interessierten Laien die Mitarbeit am kantonalen Inventar zu ermöglichen, entwickelte das GBL in der Folge ein vereinfachtes Vorgehen. Alle im Kanton Bern erhobenen Daten werden in der Quellen-Datenbank des GBL gesammelt und stehen für weitere Projekte sowie für Naturschutz- und Revitalisierungszwecke zur Verfügung.

Bis Mitte 2017 liegen für rund 60 untersuchte Quellen Ergebnisse zur Fauna vor, bei gut 540 Standorten verfügt man über detaillierte Erhebungen der Struktur, und mehr als 1400 Quellen sind nach der vereinfachten «Berner Methode» kartiert worden. Die so erfassten Quellorte liegen zum grösseren Teil im Berner Oberland, Emmental und Oberaargau. Dank ergänzenden Inventarprojekten der regionalen Naturpärke Gantrisch und Chasseral-Doubs zur ökologischen Infrastruktur schliessen sich die Lücken in den Regionen Sense-Schwarzwasser und Jura. Zudem unter-

sucht Pro Natura Bern – ebenfalls mit Freiwilligen – viele Gebiete im Raum Bern, im Zulgtal und in der Region Grindelwald.

Natürliche Quellen wirksam schützen

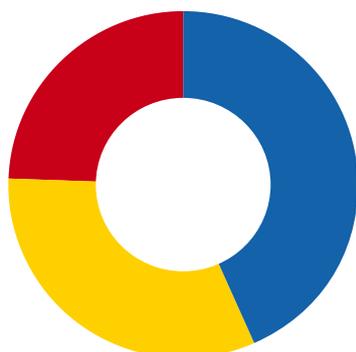
Von den im neuen Inventar kartierten über 2100 Quellen gilt jeder vierte Standort als beeinträchtigt und nochmals so viele sind gefasst und zerstört. Unter Berücksichtigung der gemeldeten, aber noch nicht vertieft untersuchten Quellorte, befindet sich somit weniger als die Hälfte in einem natürlichen Zustand. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die 7000 gefassten Quellen aus dem Kataster für die Trinkwassernutzung sowie Tausende drainierter und abgeleiteter Quellen in diesen Zahlen gar nicht enthalten sind. Dies zeigt das Ausmass der bisherigen Zerstörung unserer Quelllebensräume auf und verdeutlicht die Wichtigkeit eines wirksamen Schutzes der verbliebenen natürlichen Standorte.

Anlässlich der faunistischen Untersuchung von 24 Quellen im Sommer 2016 konnten Fachleute des GBL zahlreiche quelltypische Tiere beobachten, von denen etliche auf der Roten Liste der bedrohten Arten aufgeführt sind. Diese Nachweise unterstreichen die Notwendigkeit, die verbliebenen Übergangsbereiche zwischen Wasser und Land umfassend zu schützen und einst wertvolle Quelllebensräume nach Möglichkeit zu revitalisieren. Das Quelleninventar erweist sich dabei als wichtiges Hilfsmittel, weshalb es in Zusammenarbeit mit weiteren kantonalen Behörden und externen Organisationen weiterentwickelt wird.

Die Hälfte aller im neuen Quelleninventar erfassten Lebensräume ist entweder beeinträchtigt oder zerstört, wie die Auswertung des GBL zeigt.

- 43% natürlich
- 33% beeinträchtigt
- 24% zerstört/gefasst

Quelleninventar Lebensräume



Weitere Informationen

– Quellen im Kanton Bern:
www.be.ch/awa > Gewässerqualität > Quellen



Teilweise problematische Grundwasserqualität

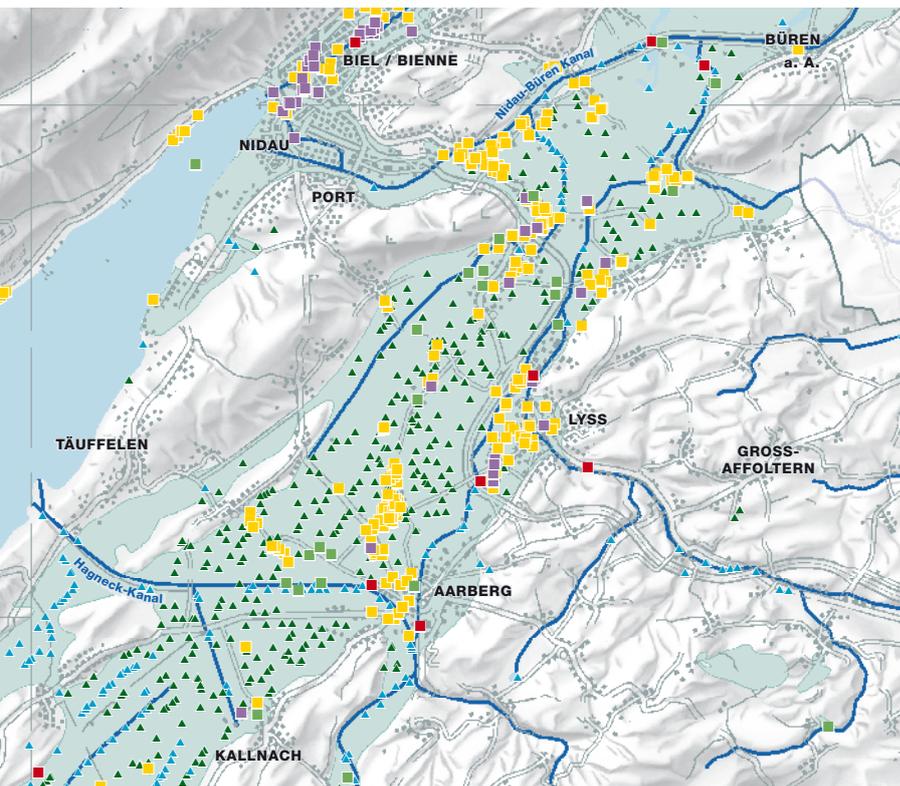
Flächen- und mengenmässig ist das Grundwasservorkommen im Berner Seeland eines der bedeutendsten im Kanton. Seine Qualität wird jedoch durch natürliche Ursachen und vom Menschen beeinflusste Faktoren teils erheblich beeinträchtigt. Dies stellt die Trink- und Brauchwasserversorgung vor einige Herausforderungen.

Die Grundwasserqualität im Seeland ist durch Belastungen aus Industrie und Landwirtschaft beeinträchtigt.

Das Grundwasser im Berner Seeland zirkuliert vor allem in den Aareschottern. Diese sandigen und kiesigen Lockergesteine wurden nach der letzten Eiszeit durch die Aare abgelagert, welche von Aarberg aus ein grosses Delta schüttete. Der gut durchlässige Grundwasserleiter weist über weite Gebiete eine Mächtigkeit von 20 bis 30 Metern auf.

Zwischen Aarberg und dem Südufer des Bielersees trennt der im Zuge der 1. Juragewässerkorrektion angelegte Hagneck-Kanal das Grundwasservorkommen in einen nördlichen und einen südlichen Strom mit entgegengesetzt verlaufender Fliessrichtung. Die mittleren Flurabstände betragen mehrheitlich weniger als 4 Meter. Die Strömungsverhältnisse sind dabei massgebend durch die Wechselwirkungen zwischen den Oberflächengewässern und dem Grundwasser geprägt. So wirkt der

Hagneck-Kanal hauptsächlich als Wasserlieferant – die unterirdischen Vorkommen werden also durch infiltrierendes Flusswasser gespeist. Solche Infiltrationsverhältnisse liegen ebenfalls an der Alten Aare und beim Lyssbach vor. Demgegenüber wirken die während der Juragewässerkorrektion und den Gesamtmeliorationen angelegten Kanäle meist drainierend. Das Vorkommen wird sowohl für Trink- als auch für Brauchwasserzwecke intensiv genutzt.



Intensive Grundwassernutzung im Seeland

Grundwasserfassung

- Trinkwasser
- Industrie/Gewerbe
- Kühlwasser
- Wärmepumpe

Bewässerung

- ▲ Grundwasser
- ▲ Oberflächenwasser

- Grundwasservorkommen im Lockergestein

Beinträchtigungen des Grundwassers

Seit den 1970er Jahren ist das Gebiet Gegenstand zahlreicher hydrogeologischer Untersuchungen. Zudem liegen von zahlreichen Messstellen kontinuierlich oder periodisch erhobene Messdaten vor, welche bis in die 1950er Jahre zurückreichen. Aufgrund dieser umfangreichen Daten sind fundierte Aussagen zum Seeländer Grundwasser überhaupt erst möglich. In qualitativer Hinsicht gehört das Seeländer Grundwasser zu den eher problematischen im Kanton Bern. Mit Ausnahme des Bereichs unmittelbar am Hagneck-Kanal sind Stand-

orte mit einer einwandfreien Grundwasserqualität nicht weit verbreitet. Dabei erfolgen die Beeinträchtigungen sowohl durch natürliche Ursachen als auch durch anthropogen bedingte Einflüsse:

Organische Böden

Vor allem im Südteil des Gebiets dominieren stark organische Böden, bei denen es sich zum Teil um reine Torfböden handelt. Hier unterliegt das Sickerwasser bei der Bodenpassage einer starken Sauerstoffzehrung, was zu einer Sauerstoffarmut im Grundwasser führt.

Zuckerfabrik Aarberg

Seit Jahrzehnten ist die Beeinträchtigung des Grundwassers durch frühere Ablagerungen der Zuckerfabrik Aarberg (ZRA) Gegenstand zahlreicher Untersuchungen. Der noch heute anhaltende mikrobielle Abbau von organischem Material führt zu stark reduzierenden Bedingungen im Grundwasser.

Belastete Standorte

Ehemalige Deponien, Betriebsgelände mit verunreinigten Böden sowie Unfallstandorte tragen ebenfalls zur Belastung des Grundwassers bei. Zum einen verursacht der Abbau von organischem Material eine unerwünschte Sauerstoffzehrung, und andererseits gelangen zusätzlich mobile Schadstoffe wie chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKW) ins Grundwasser.

Nutzung des Grundwassers für die landwirtschaftliche Bewässerung.





Nährstoffe und PSM

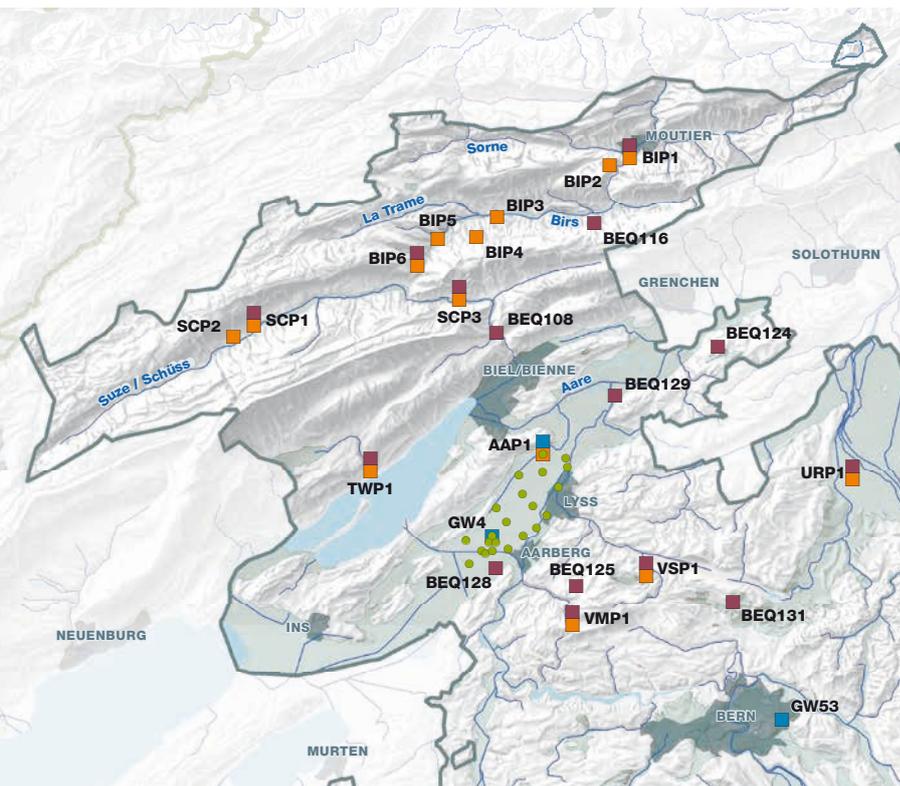
Durch die intensive landwirtschaftliche Nutzung sickern Nährstoffe wie insbesondere Nitrat und verschiedene Pflanzenschutzmittel (PSM) sowie deren Umwandlungsprodukte (UP) ins Grundwasser.

Im Seeland sind geringe Nitratwerte kein generell gültiges Indiz für unbelastetes Grundwasser. Unter reduzierenden Bedingungen wird Nitrat nämlich zu Nitrit und Ammonium umgewandelt. Weil das Grundwasser über weite Teile durch sauerstoffarme Sickerwässer beeinträchtigt wird, liegen in diesen Zonen auch nur geringe Nitratkonzentrationen vor. Die entsprechenden Wasserproben weisen aber – nebst einer geringen Sauerstoffsättigung – meist auch erhöhte Gehalte an DOC, Ammonium, Eisen und Mangan sowie eine hohe Härte auf. Deshalb ist dieses Grundwasser nicht nur für die Trinkwassergewinnung ungeeignet, sondern stellt unter Umständen auch Probleme bei einer Nutzung als Brauchwasser. Solche Fassungen und vor allem Rückgabeeanlagen sind einer erhöhten Gefahr der Verockerung und Versinterung ausgesetzt.

Regelmässige Wasseranalysen

Das aus Trinkwasserfassungen von öffentlichem Interesse geförderte Grundwasser wird im Interesse einer regulären Qualitätskontrolle mehrmals jährlich unter Aufsicht des Kantonalen Labors untersucht. Im Rahmen der Nationalen Grundwasserbeobachtung (NAQUA) des Bundes ist das Berner Seeland in den Modulen TREND und SPEZ mit drei Standorten vertreten. Zudem betreibt der Wasserverbund Seeland AG (WVS) in Zusammenarbeit mit dem AWA ein eigenes Messstellennetz. Dieses umfasst sowohl öffentliche Trinkwasserfassungen als auch mit Filterrohren ausgerüstete Bohrungen, wobei sich die Untersuchungen auf das Gebiet zwischen dem Hagneck-Kanal und Worben konzentrieren.

Trinkwassernutzung: Wasserturm bei Gimmiz.



Aktuelles Messstellennetz
Grundwasserqualität in der
Region Seeland – Berner Jura.

Messnetze Grundwasserqualität

- Monitoring Seeland
- Grundwassermonitoring Kanton Bern
- NAQUA SPEZ
- NAQUA TREND
- Grundwasservorkommen im Lockergestein

Wasserqualität in einzelnen Teilgebieten

Im Detail lässt sich die Grundwasserbeschaffenheit der 7 ausgeschiedenen Teilgebiete in der Grafik wie folgt charakterisieren:

Teilgebiet 1

Das Gebiet beidseits des Hagneck-Kanals wird hauptsächlich durch Aare-infiltrat gespeist. Das Grundwasser weist eine chemisch einwandfreie Qualität auf, mit geringen Nitratgehalten und einer hohen Sauerstoffsättigung.

Teilgebiet 2

Hier wird die Grundwasserqualität massgebend durch die ehemaligen Deponien und Sickerteiche der ZRA beeinträchtigt. Als Folge der stark reduzierenden Bedingungen enthält das Grundwasser praktisch keinen gelösten Sauerstoff. Nitrat wird in Ammonium und Nitrit umgewandelt, Eisen und Mangan liegen in reduzierter und damit wasserlöslicher Form vor, der DOC-Gehalt ist hoch. Aufgrund der Sulfatreduktion lässt sich teilweise sogar Schwefelwasserstoff nachweisen. Zudem ist bei mehreren Messstellen eine CKW-Grundkontamination unbekannter Herkunft festzustellen.

Teilgebiet 3

Im Abstrom der ZRA-Deponien und -Sickerteiche erstreckt sich die Reduktionsfahne beidseitig der Alten Aare weiter nach Norden. Sauerstoffarmut sowie erhöhte DOC-, Ammonium-, Eisen- und Mangan-gehalte prägen auch hier nach wie vor die Beschaffenheit des Grundwassers.

Teilgebiet 4

Im Bereich des unteren Dorfteils von Lyss sind die Einflüsse der Reduktionsfahne nicht mehr so ausgeprägt. Dafür kommen Schadstoffeinträge aus weiteren belasteten Standorten und der industriellen und gewerblichen Nutzung hinzu. Bei mehreren Bohrstandorten ist eine CKW-Grundbelastung festzustellen.

Teilgebiet 5

Das Gebiet zwischen Lyss und Unter-Werdthof liegt am Rande des Einflussbereiches der ZRA-Deponien und stellt die Übergangszone zwischen den Teilgebieten 3 und 4 einerseits und dem Teilgebiet 6 andererseits dar. Die Nitratgehalte liegen unterhalb von 10 mg/l und deuten damit auf leicht reduzierende Bedingungen hin. Die DOC-Konzentrationen machen weniger als 0.8 mg/l aus.

Teilgebiet 6

Das Gebiet Werdthof befindet sich ausserhalb des Einflussbereiches der ZRA-Deponien. Die Sauerstoffsättigung beträgt in der Regel mehr als 25 Prozent und liegt somit im normalen Bereich. Wegen der landwirtschaftlichen Nutzung und weil keine Nitratreduktion stattfindet, misst man hier jedoch erhöhte Nitratwerte. Die Nitratkonzentrationen bewegen sich zwischen 20 und 40 mg/l.

Teilgebiet 7

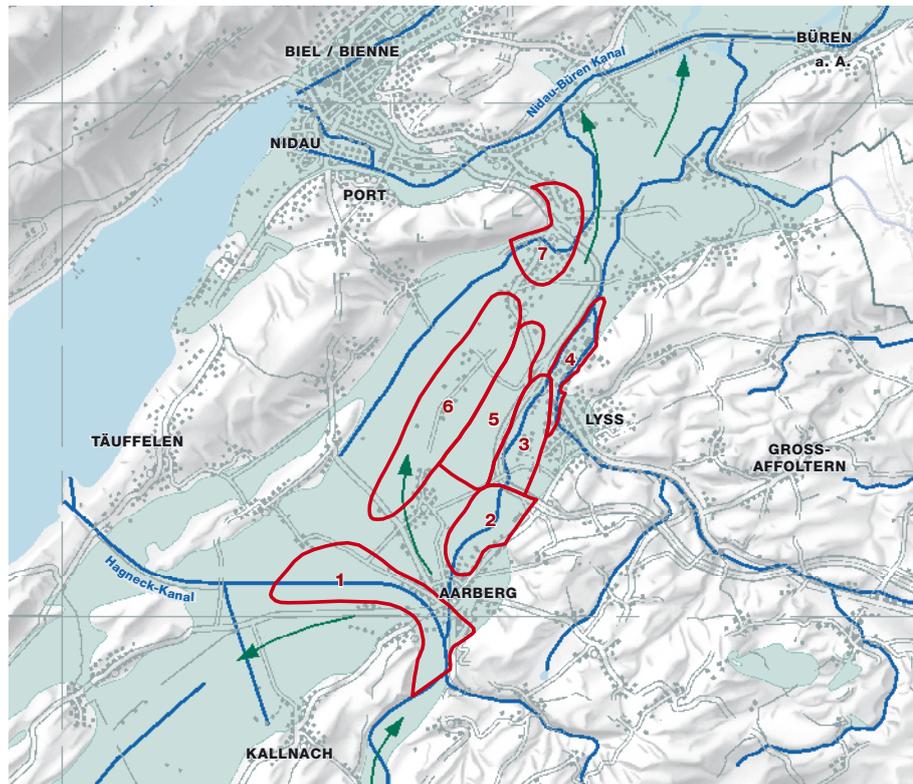
Im Raum Studen herrschen teilweise sauerstoffarme Verhältnisse vor, die Eisenausfällungen in Fassungsanlagen verursachen können. Neben den feinkörnigen Böden wird die Langzeitwirkung einer grösseren Heizölverschmutzung als eine der Ursachen für das reduzierende Milieu vermutet.

Übrige Gebiete

Die Dichte an Messstellen ist in den übrigen Gebieten zu gering, als dass man nachvollziehbare Aussagen über die Beschaffenheit des Grundwassers machen könnte. Wie die vorhandenen Analyseergebnisse von einzelnen Fassungen und Bohrungen aber deutlich zeigen, ist die Qualität des Grundwassers nur in Ausnahmefällen wirklich einwandfrei. Vor allem in Gebieten mit torfhaltigen Böden lässt sich der Einfluss reduzierender Sickerwässer feststellen. Neben der Sauerstoffarmut hat dies auch erhöhte DOC-, Eisen- und Manganwerte zur Folge. Bei Wasserproben mit einer normalen Sauerstoffsättigung stellt hingegen die Nitratbelastung häufig ein Problem dar.

Pestizide und ihre Umwandlungsprodukte

Ein weiteres Problem ist in den letzten Jahren mit dem verbreiteten Nachweis von Pestizid-Umwandlungsprodukten (UP) in Ackerbaugebieten aufgetreten. Dies betrifft insbesondere die relativ hohen Konzentrationen an Desphenyl-Chloridazon und Methyldesphenyl-Chloridazon. Es handelt sich dabei um langlebige UP des Herbizids Chloridazon, das seit rund 50 Jahren hauptsächlich im Zuckerrübenanbau zum Einsatz kommt. Während man die Ausgangssubstanz selbst im Grundwasser nie nachweisen konnte, überschreiten die Gehalte dieser



UP den für Pestizide massgeblichen Anforderungswert von 0.1 µg/l zum Teil um mehr als das Zehnfache. Ein Entwicklungstrend ist in den letzten 6 Jahren bisher nicht zu erkennen, obwohl die Verkaufszahlen von Chloridazon im betroffenen Gebiet inzwischen deutlich zurückgegangen sind.

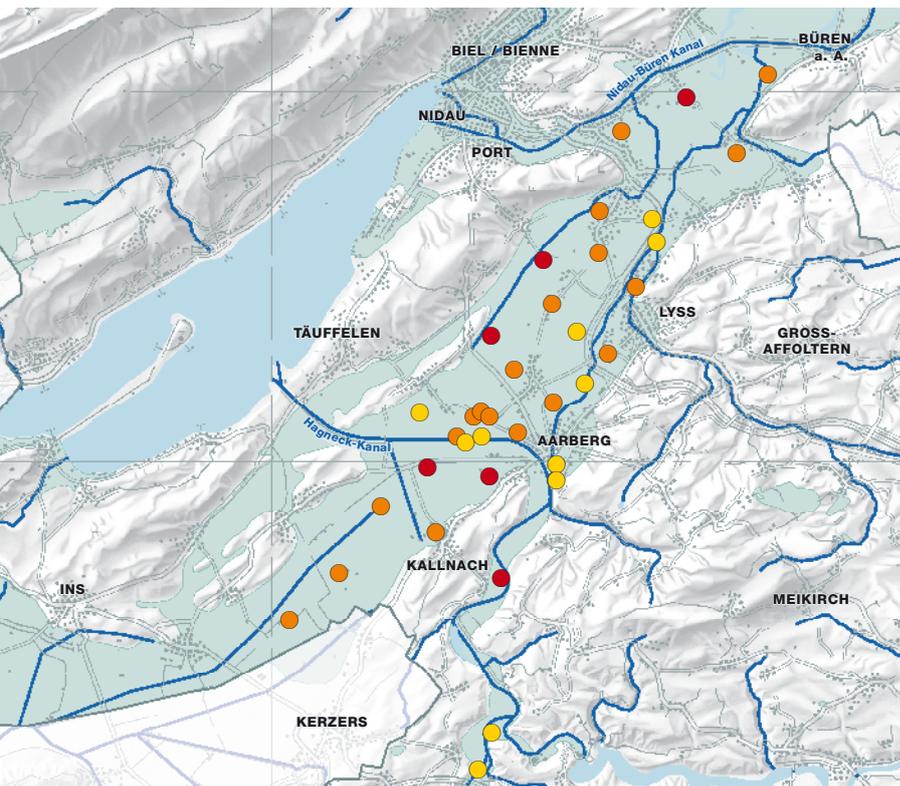
Zwar werden diese Substanzen toxikologisch meist als nicht relevant eingestuft und sind – gemäss heutigem Wissensstand – für die Gesundheit von Mensch und Tier unbedenklich. Trotzdem handelt es sich um Fremdstoffe, die aus Gründen des vorsorglichen Gewässerschutzes weder im Grundwasser noch im Trinkwasser vorkommen

Teilgebiete 1 bis 7 der Grundwasserbeschaffenheit im Seeland

- Teilgebiete
- ➔ Grundwasserfliessrichtung
- Grundwasservorkommen im Lockergestein

Zunehmend ein Problem im Grundwasser sind Rückstände von Pflanzenschutzmitteln und ihrer Umwandlungsprodukte.





Belastung mit Desphenyl-Chloridazon (Resultate der Messkampagne vom April 2017).

Desphenyl-Chloridazon Konzentration

- <math>< 0.1 \mu\text{g/l}</math>
- $0.1 - 1 \mu\text{g/l}$
- $> 1 \mu\text{g/l}$

Grundwasservorkommen im Lockergestein

sollten. Weil die schweizerische Gewässerschutzgesetzgebung bisher keine verbindlichen Richt- oder Vorsorgewerte für solche Stoffe vorsieht, erweist sich die Umsetzung von wirksamen Vorsorge- und Schutzmassnahmen jedoch als schwierig.

Um diesem Problem zu begegnen, hat der Kanton Bern für die Anwendung von chloridazonhaltigen Pflanzenschutzmitteln im Seeland ab 2011 eine Meldepflicht eingeführt. Im Einvernehmen mit dem zuständigen Amt für Landwirtschaft und Natur ist sie ab 2015 von einer Sonderbewilligungspflicht abgelöst worden.

Umfassende Bestandsaufnahme und Ausblick

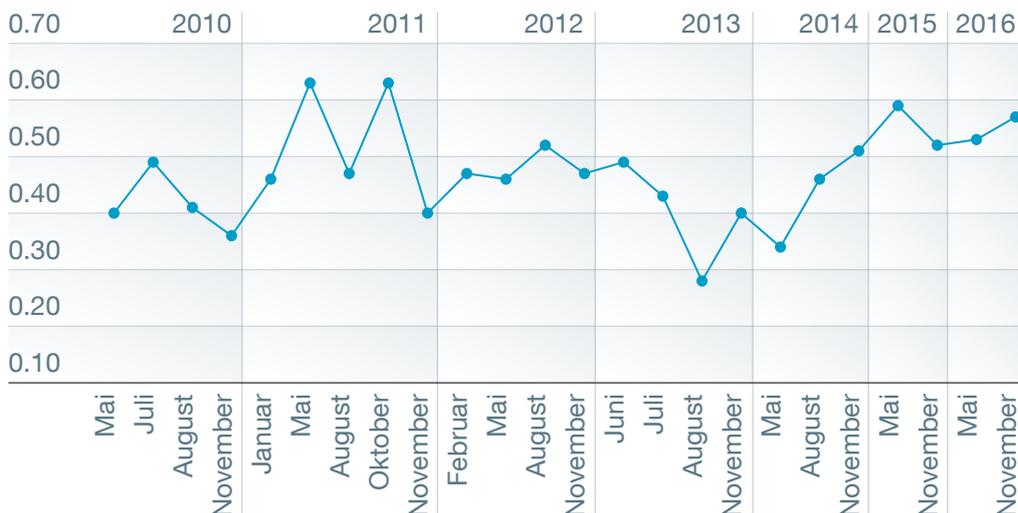
Anfang April 2017 hat im Berner Seeland eine umfangreiche Messkampagne mit zahlreichen Beteiligten stattgefunden. Dabei erfolgten an rund 200 Standorten Messungen der Grundwasserstände sowie zahlreiche Abfluss- und Pegelstand-Messungen an Fließgewässern. In Zusammenarbeit mit allen seeländischen Trinkwasserversorgungen, dem GBL und dem Centre d'hydrogéologie et de géothermie der Universität Neuenburg (CHYN) entnahm man gleichzeitig an 36 Standorten Grundwasserproben. Verschiedene Labors untersuchten diese in der Folge auf die Hauptparameter, auf flüchtige organische Schadstoffe und Pflanzenschutzmittel sowie auf die Isotopenzusammensetzung. Ziel der Kampagne war eine umfassende Bestandsaufnahme der aktuellen Grundwasserverhältnisse in der Region. Die Resultate dienen ebenfalls dazu, das Grundwassermodell Seeland zu kalibrieren, welches gemeinsam mit dem CHYN aufgebaut wird.

In der Vergangenheit fokussierte die Grundwasserüberwachung im Seeland vor allem auf die Entwicklung der Wasserqualität im Abstrom der ZRA-Deponien und -Sickerleiche sowie auf die nachteiligen Auswirkungen der verminderten Infiltrationsleistung nach der Vertiefung des Hagneck-

Konzentrationen von Desphenyl-Chloridazon in einer Messstelle im Seeland [$\mu\text{g/l}$].

—●— Desphenyl-Chloridazon $\mu\text{g/l}$

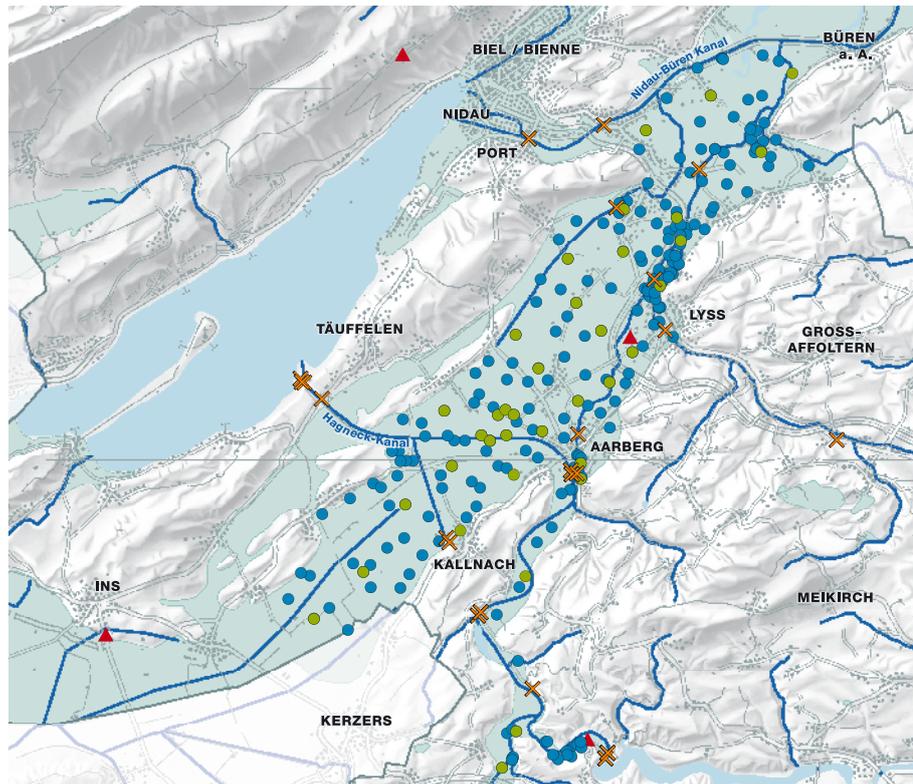
Desphenyl-Chloridazon im Seeland



Kanals in den 1960er-Jahren. In Zukunft steht das Grundwassermonitoring – aufgrund der vor allem in Ackerbaugebieten verbreiteten Belastungen mit Pestiziden und insbesondere mit ihren langlebigen Umwandlungsprodukten – vor neuen Herausforderungen. Unter Berücksichtigung dieser Problematik, der hydrochemischen Zonen und der finanziellen Mittel werden das Messstellennetz und die Liste der Untersuchungsparameter im Moment überarbeitet.

Weitere Informationen

- Hydrogeologische Grundlagenberichte> Region Seeland: www.be.ch/awa > Grundwasser
- Hydrogeologie Seeland, Stand 2004: Grundlagen für Schutz und Bewirtschaftung der Grundwasser des Kantons Bern; WWA: http://www.bve.be.ch/bve/de/index/umwelt/umwelt/geologie/GeologischeDokumentationsstelle/Grundlagenberichte.assetref/dam/documents/BVE/AWA/de/BA_GA/Hydrogeologie_Seeland_Stand_2004.pdf



Messkampagne April 2017.

Messstellen Messkampagne

- × Abfluss und Pegelstand
Fließgewässer
- Grundwasserqualität und
Grundwasserstand
- Grundwasserstand
- ▲ Niederschlag
- Grundwasservorkommen
im Lockergestein



Messung des Grundwasserstandes anlässlich der Kampagne vom April 2017.
Foto: Jonas Schmid

Impressum

Herausgeber

AWA Amt für Wasser und Abfall
Gewässer- und Bodenschutzlabor
Reiterstrasse 11, 3011 Bern
Telefon +41 31 633 38 11
info.awa@bve.be.ch / www.be.ch/awa

September 2017

Autoren

Jean-Pierre Clément, Jacques Ganguin,
Vinzenz Maurer, Claudia Minkowski, Matthias Ruff,
Rico Ryser, Rolf Tschumper, Markus Zeh
Beat Jordi, Journalist, Biel

GIS-Karten

Esther Schönthal

Bilder

Kurt Gasser, Katrin Guthruf, Vinzenz Maurer,
Markus Zeh

Produktion

Grafik & Gestaltung: Designstudios GmbH, Bern
Druck: Ediprim AG, Biel

Papier

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

