



**Zustand der Gewässer
2013 und 2014
Schwerpunkt Berner Oberland**

**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

Zur Entlastung der Gewässer von Nährstoffen und Pestiziden muss die bernische Landwirtschaft künftig vor allem im Ackerbaugesamt mehr für den Schutz von Kleinseen und Bächen tun. **Seite 3**

Überwachung der Oberflächengewässer



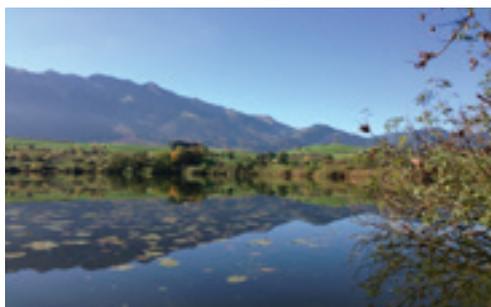
Neben den Routinemessungen standen die Fließgewässer im Berner Oberland und ausgewählte Kleinseen während der jüngsten Untersuchungsperiode im Fokus der Gewässerüberwachung. **Seite 4**

Fließgewässer im Wandel



Umfangreiche Revitalisierungen und die Sanierung der negativen Auswirkungen durch die Wasserkraftnutzung werden das Bild mancher Flüsse im Bernbiet verändern. Das kantonale Entwicklungskonzept GEKOBÉ weist den Weg. **Seite 6**

Stark überdüngte Kleinseen



Bei den Kleinseen im Berner Mittelland ist keine Verbesserung des Zustands erkennbar. Im Gegensatz dazu hat die Nährstoffbelastung von Briener-, Thuner- und Bielersee markant abgenommen. **Seite 9**

Erfreuliche Entwicklung hält an

Sowohl im Berner Oberland als auch an den Hauptmessstellen im ganzen Kanton stellt das AWA nur noch in Ausnahmefällen erhöhte Belastungen der Fließgewässer mit Nährstoffen und Schwermetallen fest. **Seite 16**

Seite 16

Weitgehend intakte Lebensräume



Die Beurteilung der grösseren Gewässer im Berner Oberland anhand von biologischen Kriterien liefert ein gutes bis sehr gutes Bild der Gewässerqualität. Menschliche Aktivitäten belasten die Bäche und Flüsse allenfalls punktuell. **Seite 22**

Seite 22

Pestizide als grösstes Risiko



In kleineren Fließgewässern des Mittellandes sind einzelne Organismengruppen vor allem im Frühjahr wochenlang hohen Schadstoffrisiken durch Pestizidbelastungen ausgesetzt. **Seite 26**

Seite 26

Nachhaltig genutzte Ressourcen



Grundwasser deckt im Kanton Bern 96 Prozent des Trinkwasserbedarfs ab. Über längere Zeiträume sind seine Pegelstände mehrheitlich stabil, was auf eine nachhaltige Nutzung hinweist. Probleme bereiten jedoch einzelne Belastungen mit unerwünschten Fremdstoffen. **Seite 32**

Seite 32

Titelbild

Probenahme im Bergbach Chirel, der das Diemtigtal entwässert und bei Oey-Diemtingen in die Simme mündet.





Heinz Habegger
Vorsteher
Amt für Wasser und Abfall

Die Landwirtschaft muss stärker kooperieren

Die Investitionen unserer Gesellschaft in die Siedlungsentwässerung zahlen sich aus: In den letzten Jahrzehnten hat die Belastung der bernischen Fließgewässer und Seen sowie des Grundwassers mit Nährstoffen und weiteren unerwünschten Substanzen laufend abgenommen. Heute gilt ihr Zustand deshalb grösstenteils als gut bis sehr gut. So nähern sich etwa der Briener- und Thunersee bezüglich ihrer Nährstoffgehalte wieder dem natürlichen Zustand an, und auch die Aare als wichtigster Fluss im Kanton erfüllt in dieser Beziehung alle Anforderungen der Gewässerschutzgesetzgebung. Der in den nächsten 20 Jahren geplante Ausbau grösserer Kläranlagen zur Elimination von wassergefährdenden Mikroverunreinigungen im Abwasser wird die noch bestehenden Belastungen mit organischen Spurenstoffen weiter reduzieren. Allein im Kanton Bern werden die ARA-Betreiber dafür über 100 Millionen Franken investieren.

Die grossen Anstrengungen der Siedlungswasserwirtschaft erhöhen den Druck auf die Landwirtschaft, auch in ihrem Verantwortungsbereich mehr für den Schutz der Gewässer zu tun. Probleme treten insbesondere in den Ackerbaugebieten des Mittellandes auf, wo nach wie vor erhebliche Mengen an Nährstoffen und Pflanzenschutzmitteln durch oberflächliche Abschwemmungen in die Gewässer gelangen. Davon betroffen sind vor allem die Kleinseen sowie kleinere und mittlere Bäche, in denen besonders während der

Hauptanwendungsperiode von Pestiziden im Frühjahr ein Schadstoffrisiko für Gewässerorganismen besteht. Zudem finden sich Umwandlungsprodukte dieser Substanzen auch im Grundwasser, wo solche Fremdstoffe grundsätzlich nichts zu suchen haben.

Weil sauberes Wasser auch für die Landwirtschaft eine der wichtigsten Ressourcen darstellt, muss sie sich künftig stärker für den Gewässerschutz engagieren. Zwingend erforderlich sind namentlich Massnahmen, die Einträge von Pflanzenschutzmitteln, Tiermedikamenten, antibiotikaresistenten Keimen und Nährstoffen aus dem Hofdünger in die ober- und unterirdischen Gewässer verhindern. Dazu braucht es neben geeigneten Witterungsbedingungen auch ausreichende Sicherheitsabstände zu Bächen, Flüssen und Seen – und damit eine kooperative Haltung der Landwirte bei der Umsetzung des Gewässerraums.

Ich bin zuversichtlich, dass eine zügige und konsequente Umsetzung der entsprechenden Massnahmen auf eidgenössischer und kantonaler Ebene die Wasserqualität der Kleinseen sowie der übrigen Gewässer entscheidend verbessern kann. Noch wichtiger ist es jedoch, bei lokalen Belastungen vor Ort gemeinsam nach Lösungen zu suchen. Denn der erste Schritt zur Entschärfung von Problemen besteht oft darin, dass sich die betroffenen Parteien an einen Tisch setzen und einander zuhören.

Überwachung der Oberflächengewässer



Mit solchen Fangnetzen erfasst das Gewässer- und Bodenschutzlabor (GBL) des Kantons Bern die wirbellosen Kleinlebewesen der Gewässersohle – hier in der Hasliaare bei Guttannen.

Das Berner Oberland und die Kleinseen im Fokus

Dank der regelmässigen Gewässerüberwachung kann das AWA allfällige Probleme frühzeitig erkennen, die erforderlichen Schutzmassnahmen einleiten und in der Folge deren Wirksamkeit beurteilen. In der jüngsten Untersuchungsperiode standen die Fließgewässer im Berner Oberland sowie ausgewählte Kleinseen im Fokus vertiefter Abklärungen.

Bern ist ein wasserreicher Kanton. Durch die vorherrschenden Westwindlagen sowie die Nähe zu Atlantik, Mittelmeer und Nordsee wird viel feuchte Luft gegen die Alpen geführt. An dieser Wetterbarriere stauen sich die Regenfronten oft tagelang, was auch dem Bernbiet überdurchschnittliche Niederschlagsmengen beschert. Ein Grossteil davon fliesst über ein fein verästeltes Netz von Bächen und Flüssen ab. Im Vergleich zum übrigen Europa macht der Abfluss pro Quadratmeter fast das Vierfache aus. Die extremen Höhenunterschiede von bis

zu 4000 Metern zwischen den Hochalpen und dem Mittelland auf relativ engem Raum haben die Bildung eines dichten Gewässernetzes begünstigt.

Allein die Gesamtlänge der Fließgewässer auf bernischem Kantonsgebiet erreicht über 11 000 km. Dazu kommen die drei grossen Seen im Oberland und am Jurasüdfuss, 110 Kleinseen mit einer Fläche von jeweils mehr als 5000 m² sowie ergiebige Grundwasservorkommen, deren Ausdehnung sich über insgesamt 570 km² erstreckt. Angesichts dieses Wasserreichtums ist eine lückenlose Überwachung der ober- und unterirdischen Gewässer unmöglich, was eine sinnvolle Priorisierung erfordert.

Turnus der Gewässeruntersuchungen in den Regionen.

Region / Jahr	2013/14	2015/16	2017/18	2019/20	2021/22	2023/24
Oberland	■					■
Berner Jura		■				
Aaretal			■			
Sense-Schwarzwasser				■		
Emmental-Oberaargau					■	

Repräsentative Auswahl an Messstellen

Die regelmässige Gewässerüberwachung durch das AWA beruht deshalb auf einer



Messstellen zur Gewässerüberwachung

Auswahl von repräsentativen Messstandorten, die das kantonale Gewässer- und Bodenschutzlabor (GBL) wiederkehrend über einen langen Zeitraum beprobt. So deckt etwa das Messnetz der Fließgewässer mit seinen 23 Hauptmessstellen alle wichtigen Gewässertypen und geographischen Regionen ab. An diesen Standorten dokumentiert das AWA primär die langfristige Entwicklung der chemischen Wasserqualität in den grösseren Flüssen wie Aare, Kander, Simme, Sense, Saane und Emme.

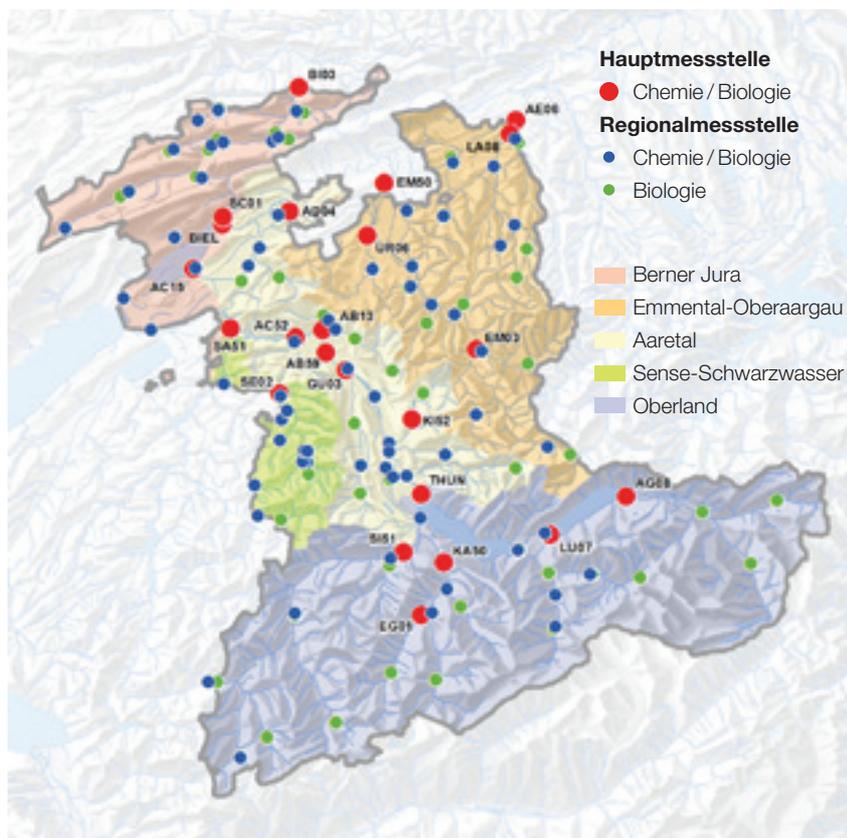
Im Rhythmus von 10 Jahren wird jeweils eine von 5 Regionen während zwei Jahren im Detail beprobt. Das Netz dieser Regionalmessstellen ist feinmaschiger und erlaubt eine vertiefte Analyse des Gewässerzustands, zumal ergänzend zu den chemischen Untersuchungen auch biologische Erhebungen erfolgen. In der Periode 2013 und 2014 lag der Schwerpunkt turnusgemäss auf der Qualität der Fließgewässer im Berner Oberland.

Die erfassten Parameter verfügen über eine breite Aussagekraft und ermöglichen die Beobachtung von langfristigen Veränderungen. Auf der Grundlage dieser Daten lassen sich allfällige Defizite bestimmen, neu auftretende Probleme rechtzeitig erkennen, die Wirksamkeit bisheriger Massnahmen zum Schutz der Gewässer beurteilen (Erfolgskontrolle) und bei Bedarf weitere Schritte einleiten.

Untersuchung der Seen

Mit Ausnahme der beiden Grenzgewässer Inkwiler- und Burgäschisee, die das AWA gemeinsam mit dem Kanton Solothurn überwacht, werden die Kleinseen ebenfalls in einem 10-Jahres-Turnus untersucht. Die Auswahl beschränkt sich dabei auf insgesamt 10 repräsentative Kleingewässer mit einem vorwiegend landwirtschaftlichen Einzugsgebiet, die grösstenteils im Mittelland liegen. Die neusten Ergebnisse sind im Seekapitel des vorliegenden Gewässerberichts zusammengefasst.

Wesentlich häufiger – nämlich einmal pro Monat – werden Briener-, Thuner- und Bielersee überwacht. Dabei analysieren die Fachleute des GBL das Plankton und



messen mit einer Sonde direkt auf dem See wichtige Kenngrössen wie Temperatur, Sauerstoff, pH-Wert und Leitfähigkeit. Umfangreiche chemische Analysen finden in der Regel nur während der Zirkulationsperiode im Februar und am Ende der Stagnationsperiode im Oktober statt.

Die Messstellen des AWA in den fünf Untersuchungsregionen decken das gesamte Kantonsgebiet ab.

www.be.ch/awa > Gewässerqualität > Geoportalkarte Gewässerqualität

Der saubere Oeschinensee ob Kandersteg gilt als Referenzgewässer für die Beurteilung der Wasserqualität in den Kleinseen.



Entwicklung der Fliessgewässer



Wie die Urtenen sollen zahlreiche Fliessgewässer im Kanton Bern revitalisiert werden, damit sie ihre natürlichen Funktionen wieder besser erfüllen können.

Aufbruch zu neuen Ufern

Zahlreiche Fliessgewässer sind durch den Nutzungsdruck eingeeengt und ihre Ufer und Sohlen stark verbaut. Damit sie ihre natürlichen Funktionen wieder besser erfüllen können, sollen sie einen Teil der natürlichen Dynamik zurückgewinnen. Das kantonale Gewässerentwicklungskonzept zeigt auf, was dazu getan werden muss.

Aufgrund der neuen Bestimmungen im revidierten Gewässerschutzgesetz (GSchG) des Bundes wird sich vor allem der Charakter zahlreicher Fliessgewässer in den nächsten Jahrzehnten auch im Kanton Bern sichtbar verändern. So sollen die häufig stark verbauten Bäche und Flüsse wieder mehr Raum erhalten, einen Teil ihrer ursprünglichen Dynamik zurückgewinnen und dadurch prägende Elemente der Landschaft bilden. Davon erhofft man sich eine Aufwertung der artenreichen Lebensräume im Übergangsbereich von Wasser und Land sowie die Entstehung neuer Naherholungsgebiete für den Menschen.

Der zusätzliche Gewässerraum, die Revitalisierung ganzer Flussabschnitte sowie die geplante Sanierung der negativen Einflüsse durch die Wasserkraftnutzung werden sich positiv auf die Wasserqualität und die Zusammensetzung der Gewässerlebewesen

auswirken. Denn naturnahe Gewässer verfügen über stärkere Selbstreinigungskräfte und können sich nach externen Störungen somit auch besser erholen.

Gewässerentwicklung im Kanton Bern

Im Ende 2014 fertiggestellten Gewässerentwicklungskonzept (GEKOB) haben die beteiligten kantonalen Fachstellen alle Planungen koordiniert und zusammengefasst, die das 2011 in Kraft getretene GSchG ausgelöst hat. Die Ergebnisse und Kernanliegen der verschiedenen Teilprojekte sind in der Folge kurz skizziert.

Gewässerraum: Das Gesetz verpflichtet die Kantone, bis Ende 2018 den Raumbedarf der oberirdischen Gewässer festzulegen. Dieser soll so bemessen sein, dass Bäche, Flüsse und Seen ihre natürlichen

Funktionen erfüllen können und sowohl den Hochwasserschutz als auch die Nutzungsinteressen gewährleisten. Der Kanton hat Grundlagen und Hilfsmittel für die Gemeinden erarbeitet, damit diese im Rahmen ihrer Ortsplanung den im Bundesrecht vorgeschriebenen Gewässerraum festlegen können. Das Angebot umfasst unter anderem Merkblätter, eine Praxishilfe zur Bestimmung der natürlichen Gewässerbreiten und ein Werkzeug zur Berechnung der natürlichen Sohlenbreite.



Revitalisierung: Die Gesamtlänge der kartierten Fließgewässer im Kanton beträgt etwa 7000 km. Davon sind rund 2800 km oder 40 Prozent bezüglich ihrer Sohle- und Uferstrukturen stark beeinträchtigt, naturfremd oder eingedolt. Der Bund verlangt, dass die natürlichen Funktionen bei zirka einem Viertel dieser Gewässer langfristig wiederherzustellen sind.

Für die auf 20 Jahre angesetzte erste Umsetzungsetappe der entsprechenden Revitalisierungen hat der Kanton Bern in seinem Programm bis 2035 Gewässerstrecken von gut 500 km ausgeschieden. Die Auswahl erfolgte für sämtliche Bäche und Flüsse anhand des Verhältnisses zwischen den zu erwartenden Kosten und dem potenziellen Nutzen für Natur und Landschaft. Dabei definierten die Fachleute für 176 km einen hohen und für weitere 326 km einen mittleren Nutzen.

Fischgängigkeit: Für die kantonsweite Planung zur Wiederherstellung der Fischwanderung sind sämtliche Hindernisse bei Wasserkraftwerken identifiziert worden, die den Fischaufstieg und -abstieg beeinträchtigen. Die bis Ende 2030 fälligen Sanierungen sollen einen wesentlichen Beitrag zur Längsvernetzung der Fließgewässer leisten. Von den insgesamt 281 erfassten kraftwerksbedingten Wanderhindernissen gelten 83 Objekte mit unterschiedlicher Priorität als sanierungspflichtig. Alle 11 Hindernisse mit einem sehr hohen Handlungsbedarf befinden sich in der Aare.

Schwall-Sunk: Fließgewässer im Einflussbereich der Schwall-Sunk-Problematik liegen in der Regel unterhalb von Speicherkraftwerken. Sie sind starken unnatürlichen Abflussschwankungen ausgesetzt, die durch das unregelmässige Anfahren und Ausschalten der Turbinen entstehen. Wenn solche Anlagen nicht über Ausgleichsbe-

In kanalisiert und begradigten Bächen – wie der Müsche im Gürbetal – ist die Lebensraumqualität für die Gewässerfauna stark beeinträchtigt.



Um den Flughafen besser vor Überschwemmungen zu schützen, hat man das Flussbett der Gürbe im Raum Belpmoos deutlich aufgeweitet und die Dämme erhöht. Im Zuge der vorgezogenen Hochwasserschutzmassnahmen ist zugleich auch der Flusslebensraum ökologisch aufgewertet worden.



Dank diesem wildbachähnlichen Umgehungsgerinne können Wanderfische – wie die Seeforelle – das neu erstellte Wasserkraftwerk Hagneck überwinden und vom Bielersee in die Aare aufsteigen.

Foto: Beat Jordi

cken zur Zwischenspeicherung des turbinierten Wassers verfügen, wirken sie sich negativ auf die Lebensraumqualität in den Fliessgewässern aus. So wird ein Teil der Organismen bei Schwall weggespült, während die Gewässerfauna bei Sunk unter der Trockenheit im Uferbereich leidet. Sofern schwallerzeugende Kraftwerke im Gewässer wesentliche Beeinträchtigungen verursachen, müssen die Betreiber sie gemäss dem revidierten GSchG sanieren.

Im Rahmen des Projekts GEKOBÉ hat der Kanton Bern 23 Anlagen im Hinblick auf die Problematik untersucht. Dabei schieden 18 Kraftwerke als nicht sanierungspflichtig aus. Bei den 5 verbleibenden Speicherkraftwerken mit einer ungünstigeren Ausgangslage schätzt das AWA die Sanierungsmassnahmen als prioritär ein. In Innertkirchen ist das Ausgleichsbecken für die Anlagen der KWO bereits im Bau und wird die Schwall-Sunk-

Belastung in der Aare bis zum Brienersee deutlich verbessern.

Geschiebehaushalt: Die Zufuhr von Geschiebe ist ein wichtiges Lebenselement naturnaher Fliessgewässer. Strömungsliebende Fischarten wie Forellen, Äschen oder Nasen nutzen die frischen Kies- und Sandablagerungen ebenso als Lebensraum wie Wirbellose und Insekten. Die lockere Gewässersohle dient verschiedenen Wasserorganismen zur Fortpflanzung, als Nahrungsquelle oder Versteck. Zudem besiedeln mehrere Vogelarten – wie zum Beispiel der Flussregenpfeifer – aber auch Amphibien und Reptilien bevorzugt Pionierstandorte wie neu entstandene Kiesbänke.

Heute ist der freie Geschiebetrieb häufig durch Wasserkraftanlagen, Kiesentnahmen und Geschiebesammler beeinträchtigt. Der Kanton Bern hat deshalb 14 zusammenhängende Gewässersysteme mit einer Gesamtlänge von 600 km untersucht. Dabei verglichen die Fachleute die mittlere jährliche Geschiebefracht mit der Kiesmenge, welche erforderlich wäre, um den Bedürfnissen der Tiere, Pflanzen und Ökosysteme zu genügen. Gestützt auf diese Ergebnisse werden die kantonalen Behörden nun die notwendigen Sanierungen problematischer Anlagen verfügen. Die Umsetzung der Massnahmen zur Sanierung der Wasserkraft soll bis Ende 2030 abgeschlossen sein.

Gewässerentwicklung im Kanton Bern:
www.be.ch/gewaesserentwicklung

Wie die revitalisierte Kander in ihrem Unterlauf bei Aeschi verfügen naturnahe Gewässer über eine ausreichende Geschiebeführung und eine genügende Gewässerbreite. Für die Ausbildung von vielfältigen Lebensraumstrukturen sind diese beiden Kriterien von zentraler Bedeutung.



Entwicklung und Zustand der Berner Seen



Die Kleinseen im Mittelland bleiben stark überdüngt

Während die Nährstoffbelastung der drei grossen Seen im Kanton Bern in den vergangenen Jahrzehnten markant abgenommen hat, geht es den Kleinseen im Mittelland unvermindert schlecht. Wie die 2013 durchgeführten Detailuntersuchungen des AWA zeigen, bleiben sie durch Einträge aus der Landwirtschaft stark überdüngt. Eine Besserung ist leider nicht in Sicht.

Der Amsoldingenersee im Nordwesten von Thun ist einer von insgesamt zehn Kleinseen, die das AWA im 10-Jahres-Rhythmus vertieft untersucht.

Foto: Noemi Zweifel

Die kleinen Stillgewässer in der Natur- und Kulturlandschaft dienen einer Vielzahl von Pflanzen und Tieren als wertvolle Lebensräume und ökologische Trittsteine. In ihrer Funktion als landschaftsgestaltende Elemente und beliebte Erholungsräume spielen sie aber auch für den Menschen eine bedeutende Rolle. Kleinräumig betrachtet können diese Gewässer für die Bevölkerung der näheren Umgebung deshalb ebenso wichtig sein wie der Briener- und Thunersee für das Berner Oberland oder der Bielersee für das Seeland.

Im Kanton Bern gibt es über 100 Kleinseen, von denen nur die Grenzgewässer Inkwiler- und Burgäschisee – in Zusammenarbeit mit dem Kanton Solothurn – jährlich überwacht werden. Daneben führt das AWA bei einer Auswahl von 8 weiteren Kleinseen im 10-Jahres-Rhythmus detaillierte Untersuchungen durch, so in den Jahren 1993,

2003 und zuletzt 2013. Als Referenzgewässer für einen naturbelassenen Zustand diente der alpine Oeschinensee oberhalb von Kandersteg.

In der Regel erfolgten im Untersuchungsjahr pro Gewässer vier Probenahmen, die neben chemisch-physikalischen Tiefenprofilen auch Analysen der Nährstoffe und Mikroverunreinigungen sowie des pflanzlichen und tierischen Planktons (Phyto- und Zooplankton) umfassten. Zudem wurden die Seesedimente auf Schwermetalle sowie auf die Vorkommen und Artenzusammensetzung der Bodenfauna untersucht.

Keine Besserung des Zustands

Trotz der bisher getroffenen Massnahmen in den Bereichen Siedlungsentwässerung, Landwirtschaft und Ortsplanung ist bei keinem der Kleingewässer eine Verbesserung

Kleinsee	Fläche	Max. Tiefe	Volumen in m ³	Höhe über Meer	Fläche EZG	Anteil Landwirtschaft im EZG
Burgseeli	0,05 km ²	19,1 m	449638 m ³	613 m	0,72 km ²	27 %
Amsoldingersee	0,38 km ²	13,9 m	2552682 m ³	641 m	4,20 km ²	72 %
Uebesichsee	0,14 km ²	14,7 m	1020657 m ³	641 m	1,25 km ²	75 %
Dittligsee	0,06 km ²	16,4 m	412562 m ³	652 m	0,39 km ²	60 %
Gerzensee	0,25 km ²	10,7 m	1443054 m ³	603 m	2,73 km ²	67 %
Moossee	0,30 km ²	21,1 m	2950858 m ³	521 m	20,81 km ²	58 %
Lobsigensee	0,02 km ²	2,5 m	21953 m ³	514 m	0,93 km ²	84 %
Burgäschisee	0,20 km ²	30,0 m	2784114 m ³	465 m	3,83 km ²	55 %
Inkwilersee	0,10 km ²	5,0 m	210277 m ³	461 m	4,68 km ²	65 %
Oeschinensee	1,15 km ²	56,0 m	37420336 m ³	1578 m	22,08 km ²	4 %

Die 10 untersuchten Kleinseen

des Zustands ersichtlich. Die im landwirtschaftlich genutzten Einzugsgebiet (EZG) liegenden Seen sind bezüglich des Algenwachstums produktiver als ihr berechneter Referenzzustand und können insbesondere die Anforderungen der eidgenössischen Gewässerschutzverordnung (GSchV) für Sauerstoff nicht erfüllen. Die Artenzusammensetzung und Häufigkeit der Bodenfauna (Makrozoobenthos) widerspiegeln die schlechten Sauerstoffverhältnisse in den tieferen Wasserschichten in den Sommer- und Herbstmonaten und dokumentieren den Lebensraumverlust für Wasserlebewesen während dieser Zeit. Eine Reduktion dieser Primärproduktion ist nur möglich, wenn den Algen weniger Nährstoffe zur Verfügung stehen. Doch ohne aufwändige technische Massnahmen in den Kleinseen – wie eine künstliche Belüftung oder Zwangszirkulation – lässt sich die Rücklösung von Nährstoffen aus den Sedimenten mittelfristig nicht verhindern. Neben dieser

Eigendüngung erweist sich die externe Nährstoffzufuhr als weiterer Treiber der chronischen Überdüngung. Aufgrund der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung im Einzugsgebiet vieler Kleingewässer ist eine deutliche Reduktion des Nährstoffeintrags wohl eine realitätsfremde Erwartung. Selbst bei einer erfolgreichen Umsetzung würde es voraussichtlich Jahrzehnte dauern, bis sich die heute übermässig gedüngten Seen wieder ihrem ursprünglichen Zustand annähern. Die natürliche Verlandung sowie die damit einhergehende Entwicklung von offenen Seeflächen zu Feuchtgebieten oder Flachmooren werden sich in den nächsten Jahrzehnten beschleunigen. Damit beurteilt das AWA vor allem die Zukunft der seichten Kleinseen im intensiv genutzten Mittelland mittel- bis langfristig als ungewiss. Unklar sind auch die Auswirkungen steigender Temperaturen und eines veränderten Niederschlagsregimes als Folgen des Klimawandels.

Durch die hohen Nährstoffeinträge aus dem überwiegend landwirtschaftlich genutzten Einzugsgebiet ist auch der Dittligsee westlich von Thun stark überdüngt.



Spurenstoffe aus verschiedenen Quellen

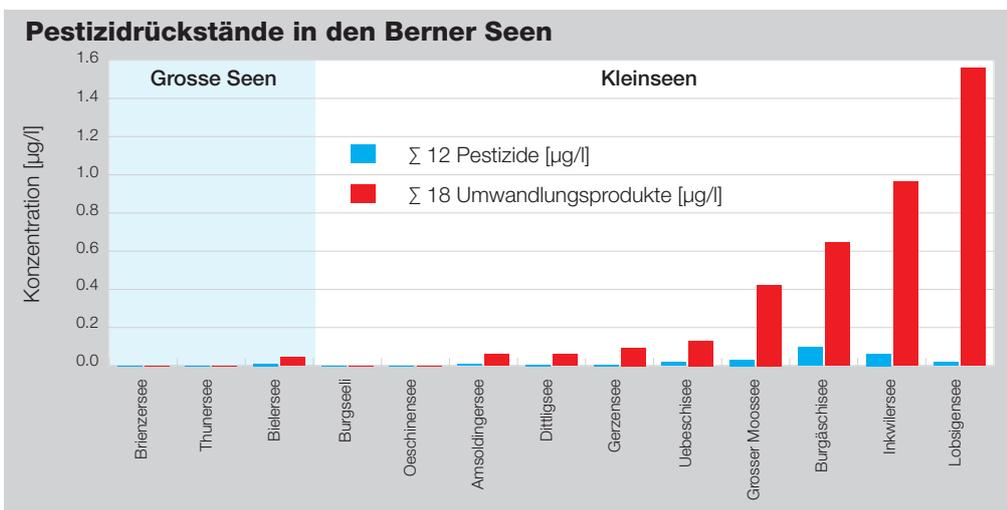
Durch den Nachweis von typischen Markersubstanzen aus der Siedlungsentwässerung liess sich in einigen Kleinseen eine gewisse Belastung durch Abwässer feststellen. Ihre Konzentrationen stellen für die Umwelt und Gesundheit zwar keine Gefahr dar. Trotz der ökotoxikologischen Unbedenklichkeit gehören solche Fremdstoffe jedoch grundsätzlich nicht in die Gewässer. Ziel muss es deshalb sein, den Eintrag von Mikroverunreinigungen – wie auch von Nährstoffen – durch eine Optimierung der technischen Massnahmen zu vermindern.



Mit Ausnahme des Inkwiliersees fällt die ökotoxikologische Beurteilung der in den Berner Kleinseen gefundenen Pestizide und ihrer Umwandlungsprodukte nach heutigem Wissensstand zufriedenstellend aus. Die zum Teil hohen Konzentrationen an Umwandlungsprodukten widersprechen allerdings sowohl dem Vorsorgeprinzip als auch der GSchV. Auch wenn sich die Seen in Zukunft weiterentwickeln und Lebensräume für andere Organismen bieten werden, so bildet ein ökotoxikologisch intaktes System die Grundvoraussetzung für eine hohe Biodiversität.

Der gegenwärtig erarbeitete Nationale Aktionsplan Pflanzenschutzmittel wird Massnahmen zur Risikominderung der eingesetzten Pestizide aufzeigen. Die entsprechenden Erkenntnisse sind in den nächsten Jahren auf allen Stufen und in sämtlichen Bereichen zwingend umzusetzen.

Mit Hilfe der 2013 auf dem Grund des Inkwiliersees verlegten Leitung lässt sich das vor allem im Sommer sauerstoffarme und nährstoffbelastete Tiefenwasser direkt in den Seeausfluss ableiten. Diese technische Symptombekämpfung trägt zur Stabilisierung des überdüngten Kleingewässers bei, kann die grundsätzlichen Probleme aber nicht lösen.



Die Belastung der Kleinseen mit Pestiziden und ihren Umwandlungsprodukten hängt primär von der Intensität der landwirtschaftlichen Nutzung im jeweiligen Einzugsgebiet ab. Sie steigt in der Regel mit dem Anteil der Ackerbaufläche.



Weil das Einzugsgebiet des Brienzersees weitgehend alpin geprägt ist, fliessen ihm nur geringe Mengen an Nährstoffen zu. Naturgemäss schränkt dies auch die Produktivität des Gewässers ein.

Foto: Beat Jordi



Der Brienzersee ist sauber

Verglichen mit den überdüngten Kleingewässern ergeben die fundierten Analysen der drei grossen Seen ein völlig anderes Bild. Im Zuge der vor allem nach 1970 eingeleiteten Gewässerschutzmassnahmen hat ihre Nährstoffbelastung in den vergangenen 40 Jahren signifikant abgenommen, so dass sich die beiden Oberländer Seen wieder ihrem natürlichen Zustand annähern. Nur im Bielersee entspricht die Sauerstoffversorgung des Tiefenwassers gegen Ende des Sommers noch nicht überall den gesetzlichen Vorgaben.

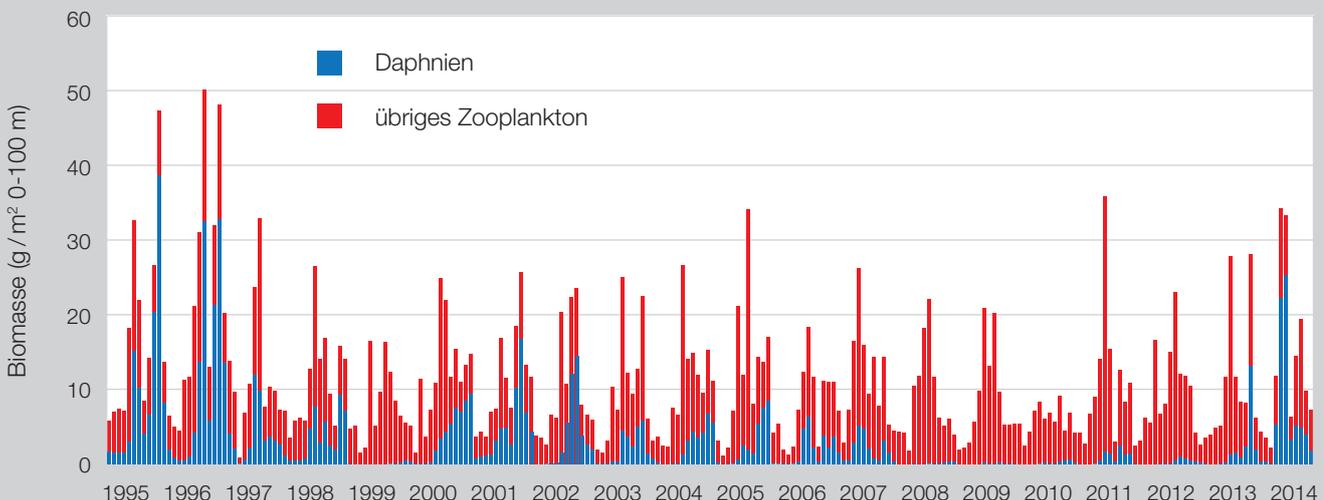
Im Brienzersee haben sich die für das Algenwachstum entscheidenden Phosphorkonzentrationen auf einem tiefen Niveau stabilisiert. So fliessen dem Gewässer aus seinem alpin geprägten Einzugsgebiet heute nur noch wenig mehr Nährstoffe zu als unter natürlichen Bedingungen. Die Wasserqualität entspricht denn auch einem sauberen, sehr gering belasteten alpinen Gewässer im Talgrund. Erwartungsgemäss fallen die Biomassen der Algen und der Kleinkrebschen dadurch ebenfalls gering aus.

Die Population der Wasserflöhe (Daphnien) ist im Brienzersee starken Schwankungen unterworfen. Im Hochwasserjahr 1999 waren sie fast vollständig verschwunden, erholten sich danach während einiger Jahre, um 2008 während längerer Zeit wieder völlig einzubrechen. Nach 2013 haben die Bestände der Kleinkrebschen, welche die bedeutendste Futterbasis für Felchen bilden, wieder deutlich zugenommen. Es ist jedoch anzunehmen, dass es sich bei der beobachteten Erholung der Daphnienpopulation nur um eine vorübergehende Entwicklung handelt. Aufgrund seiner geringen Nährstoffkonzentration, der tiefen Wassertemperatur und eher ungünstiger Lichtverhältnisse durch die oft starke Trübung erweist sich der Brienzersee für diese Organismen nämlich als instabiler Lebensraum.

Als Folge der guten Wasserqualität sind keine weiteren Gewässerschutz-Massnahmen erforderlich.

Daphnien sind die wichtigste Futterbasis der Felchen. Durch wiederholte Bestandeseinbrüche dieser Zooplanktonart nahmen im nährstoffarmen Brienzersee auch die Felchenerträge ab.

Zooplankton im Brienzersee 1995–2014





Auch im sauberen Thunersee entspricht die Wasserqualität allen Anforderungen der Gewässerschutzgesetzgebung.

Kaum mehr deformierte Felchen im Thunersee

Die Phosphorkonzentrationen im Thunersee sind mit weniger als 1 Millionstel-gramm pro Liter ($\mu\text{g P/l}$) vergleichbar mit dem Nährstoffangebot im Brienersee. Höhere Wassertemperaturen und das klarere Wasser ermöglichen aber ein stärkeres Planktonwachstum. Die Wasserqualität entspricht sämtlichen Vorgaben der Gewässerschutzgesetzgebung. Damit stellt der Thunersee ein potenzielles Trinkwasserreservoir von ausgezeichneter Qualität dar. Im Jahr 2000 stellte man hier allerdings erstmals Felchen mit veränderten Gonaden (Geschlechtsorgane) fest, was zu intensiven Abklärungen der möglichen Ursachen führte. 2008 gelang dann der Nachweis, dass von den Felchen gefressenes Thunersee-Plankton bei der Ausbildung der Deformationen eine entscheidende Rolle spielte. Dennoch blieb die Kernfrage nach den eigentlichen Ursachen weiterhin unbeantwortet. Es gab auch keinerlei Hinweise für einen Zusammenhang zwischen den Gonadenveränderungen und der vor Jahrzehnten im Gewässer versenkten Armeemunition.

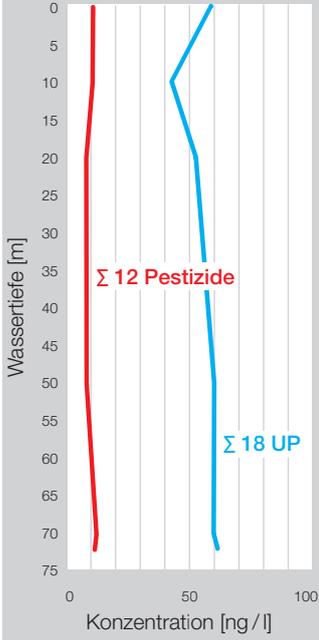
Im Vergleich zu 2010 zeigten die 2013 abgeschlossenen Untersuchungen im Thunersee wieder eine deutliche Abnahme des Anteils deformierter Felchen. 2014 gingen schliesslich kaum mehr Fische mit anomalen Geschlechtsorganen in die Netze. Auf der Suche nach den Ursachen führten die Fachleute sowohl immunologische und bakterielle Untersuchungen der Felchen als auch Analysen des Planktons sowie des Seewassers durch. Keine dieser Abklärungen ergab jedoch Hinweise auf triftige Gründe für die Anomalien. Auch eine Neubeurteilung der beim NEAT-Tunnelbau in Frutigen verwendeten Chemikalien brachte keine Substanzen mit dem Potenzial zur Auslösung von Gonadenveränderungen

ans Licht. Weil das Phänomen im Thunersee aber einige Jahre nach Beginn der Bauarbeiten aufgetreten war und vier Jahre nach deren Abschluss allmählich wieder verschwand, bleiben gewisse Verdachtsmomente bestehen. Es lässt sich deshalb nicht ganz ausschliessen, dass eine Kombination der beim NEAT-Bau eingesetzten Stoffe die bei Felchen festgestellten Deformationen der Geschlechtsorgane mitausgelöst haben könnte. Im Rahmen des regulären Monitorings wird der Kanton Bern neben den Fischen auch das Plankton und die Wasserqualität weiter überwachen. Zudem will er bei Grossbaustellen künftig den Eintrag von Chemikalien in die Gewässer besser kontrollieren.

Der Thunersee (vorne) ist trotz vergleichbaren Nährstoffgehalten fischreicher als der Brienersee (hinten), weil seine höheren Wassertemperaturen und die geringe Trübung ein stärkeres Planktonwachstum ermöglichen.



Belastung des Bielersees mit Pestiziden



Umwandlungsprodukte von Pestiziden sind auch unter anaeroben Bedingungen im Tiefenwasser stabil und schwanken im Jahresverlauf nur wenig.

Zivilisationsspuren im Bielersee

Das Einzugsgebiet des Bielersees umfasst rund einen Fünftel der Landesfläche. Seine Zuflüsse enthalten das gereinigte Abwasser aus über 200 Kläranlagen, was sich unmittelbar auf den Eintrag von Nährstoffen und Mikroverunreinigungen auswirkt. Wie ein Vergleich der drei grossen Berner Seen zeigt, sind die Gehalte an Phosphat, Stickstoff, Chlorid, künstlichen Süsstoffen, Medikamentenrückständen sowie Pestiziden und ihren Umwandlungsprodukten (UP) im Bielersee denn auch am höchsten. 2013 hat das AWA in drei Tiefenprofilen eine Auswahl von 12 Pestiziden und ihre UP analysiert. Die Resultate belegen die deutlich höheren Konzentrationen der in der Umwelt häufig sehr stabilen UP im Vergleich zu den Ursprungssubstanzen. Während sich etwa der Ausgangsstoff Chloridazon – ein im Zuckerrübenanbau eingesetztes Herbizid – nicht mehr analytisch nachweisen lässt, dominierte das Desphenyl-Chloridazon die Gesamtkonzentration an UP. Trotz der Belastung mit solchen Spurenstoffen weist gemäss der ökotoxikologischen Bewertung jedoch auch der Bielersee eine gute Wasserqualität auf.

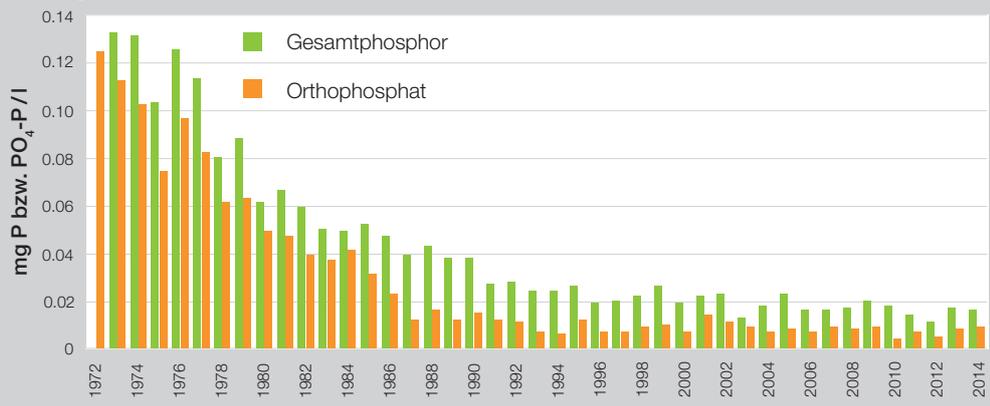


Der Bielersee mit seinem weitläufigen Einzugsgebiet von den Alpen bis zum Jura ist ein Sammelbecken für Nährstoffe und zivilisationsbedingte Mikroverunreinigungen. Mit seinen regelmässigen Messungen überwacht das AWA die Entwicklung des Seezustands.

Fotos: Adrian Jakob (o.), Beat Jordi (u.)

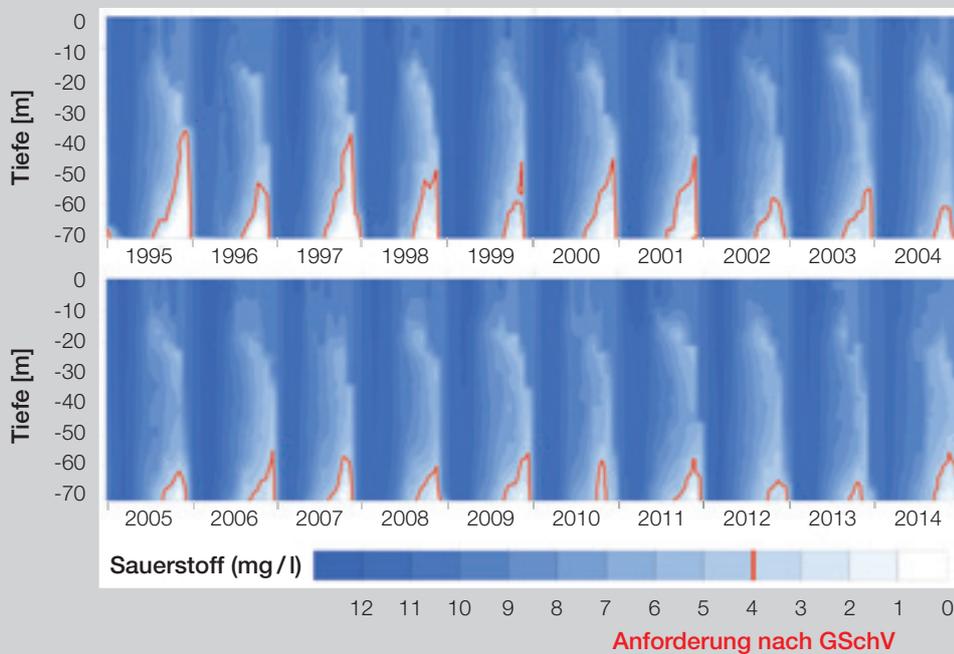


Phosphor im Bielersee 1972 – 2014



Trotz einer deutlichen Reduktion der Phosphorkonzentrationen sind die Werte im Bielersee immer noch zu hoch, was zu einer übermässigen Produktion von pflanzlichem Plankton führt. Dadurch ist eine ausreichende Sauerstoffversorgung des Tiefenwassers jeweils im Spätsommer nicht überall gewährleistet. Somit sind die Anforderungen der GSchV nicht erfüllt.

Entwicklung der Sauerstoffgehalte im Bielersee



Die GSchV verlangt für Seen in jeder Wassertiefe und zu jeder Jahreszeit einen Sauerstoffgehalt von 4 mg/l. Diese Anforderung wird im Bielersee seit Jahrzehnten nicht eingehalten. Trotz einer Verbesserung der Sauerstoffverhältnisse im Tiefenwasser können in der warmen Jahreszeit weiterhin kritische Situationen auftreten.

Neben einer weiteren Reduktion des Phosphoreintrags aus der Siedlungsentwässerung sowie aus diffusen Quellen stehen die Belastungen durch Mikroverunreinigungen vermehrt im Fokus. Relevante Eintragspfade sind vor allem Kläranlagen, Landwirtschaft, Verkehr, Siedlungen, Industrie und Gewerbe sowie Spitäler und Pflegeheime. Der Ausbau verschiedener ARA im See-einzugsgebiet wird den Eintrag problematischer Spurenstoffe zwar deutlich verringern. Mit dieser technischen Massnahme lassen sich diffuse Einträge, wie sie zum Beispiel aus der Landwirtschaft stammen,

allerdings nicht reduzieren. Dazu braucht es dringend weitere Schritte, die gegenwärtig im Rahmen des vom Bund erarbeiteten Aktionsplans Pflanzenschutzmittel vorbereitet werden.

www.be.ch/awa > Gewässerqualität > Seen

www.be.ch/awa > Gewässerqualität > Seen > Zustand der Kleinseen 2015

www.die3seen.ch

Chemische Untersuchungen der Fließgewässer



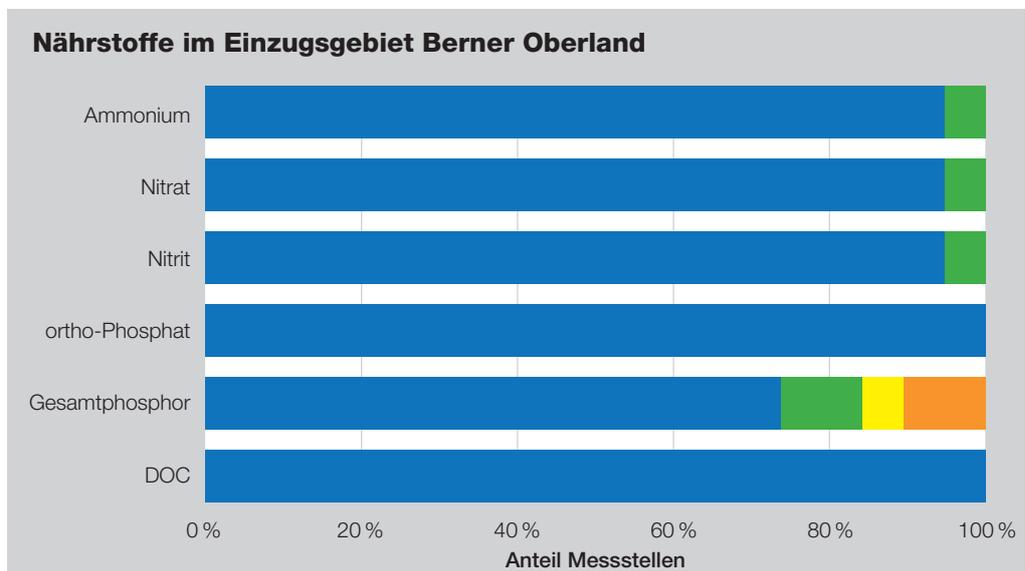
Die aufbereiteten Wasserproben werden im Labor des AWA mit modernsten Analysegeräten untersucht.

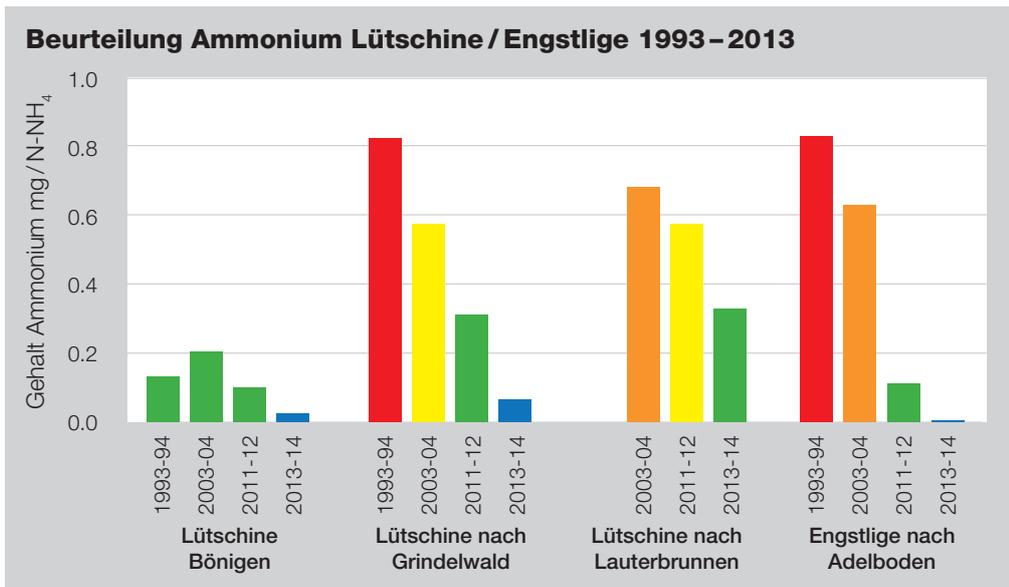
Die erfreuliche Entwicklung hält an

Bezüglich Nährstoffen und Schwermetallen weisen die chemischen Analysen der Fließgewässer sowohl für das Berner Oberland als auch für die im ganzen Kanton verteilten Hauptmessstellen auf einen mehrheitlich sehr guten oder guten Zustand hin. Erhöhte Belastungen treten nur noch in Ausnahmefällen auf und sind zudem oft zeitlich beschränkt. Ein Problem bleiben jedoch die akuten Gewässerverschmutzungen sowie die Belastung durch Mikroverunreinigungen.

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

Die positive Beurteilung gilt für alle Nährstoffe mit Ausnahme des Gesamtphosphors, der hier jedoch aus natürlichen Quellen stammt.





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

Die Entwicklung der Ammoniumbelastung seit 1993 in Lüttschine und Engstlige dokumentiert die laufende Verbesserung des Gewässerzustands (90-Perzentilwerte).

Die Gesamtbeurteilung der Nährstoffbelastung in den Fließgewässern des Berner Oberlandes fällt erfreulich aus. Bei sämtlichen untersuchten Parametern dominiert in der jüngsten Untersuchungsperiode die Farbe blau mit einem Anteil von mindestens 70 Prozent und signalisiert damit einen sehr guten Zustand. Einzelne erhöhte Gehalte an Gesamtphosphor sind natürlichen Ursprungs, handelt es sich dabei doch um die Auswaschung von phosphathaltigem Gestein – wie etwa dem Mineral Apatit – im Einzugsgebiet der Lüttschine.

Immer weniger Ammonium

Die Anforderungen der Gewässerschutzgesetzgebung in Bezug auf Ammonium konnten in der Engstlige sowie in der Schwarzen und Weissen Lüttschine wäh-

rend Jahren nicht eingehalten werden. Kritisch waren insbesondere die Wintermonate, in denen diese alpinen Flüsse wenig Wasser führen. Gleichzeitig müssen die lokalen Kläranlagen aufgrund des Besucheransturms während der Skisaison viel mehr Abwasser bewältigen, was sich ungünstig auf das Verdünnungsverhältnis auswirkt.

Trotz dieser Herausforderungen lässt sich in den letzten Jahren erfreulicherweise eine wesentliche Verbesserung der Situation beobachten. Hauptgründe dafür sind der Ausbau der ARA Adelboden sowie Optimierungen der Betriebsführung in den Kläranlagen Grindelwald und Lauterbrunnen. In der ARA Lauterbrunnen erfolgt zudem bis 2019 ein Ausbau zur Vollnitrifikation, was die Ammoniumbelastung der Lüttschine weiter reduzieren wird.



Dank dem Ausbau der ARA Adelboden hat die Belastung der Engstlige mit Ammonium – durch die Einleitung von gereinigtem Abwasser – unterhalb der Kläranlage markant abgenommen.

Schwermetall	Zielwerte IKSR
Cadmium	1 mg / kg TS
Chrom	100 mg / kg TS
Kupfer	50 mg / kg TS
Quecksilber	0,5 mg / kg TS
Blei	100 mg / kg TS
Nickel	50 mg / kg TS
Zink	200 mg / kg TS

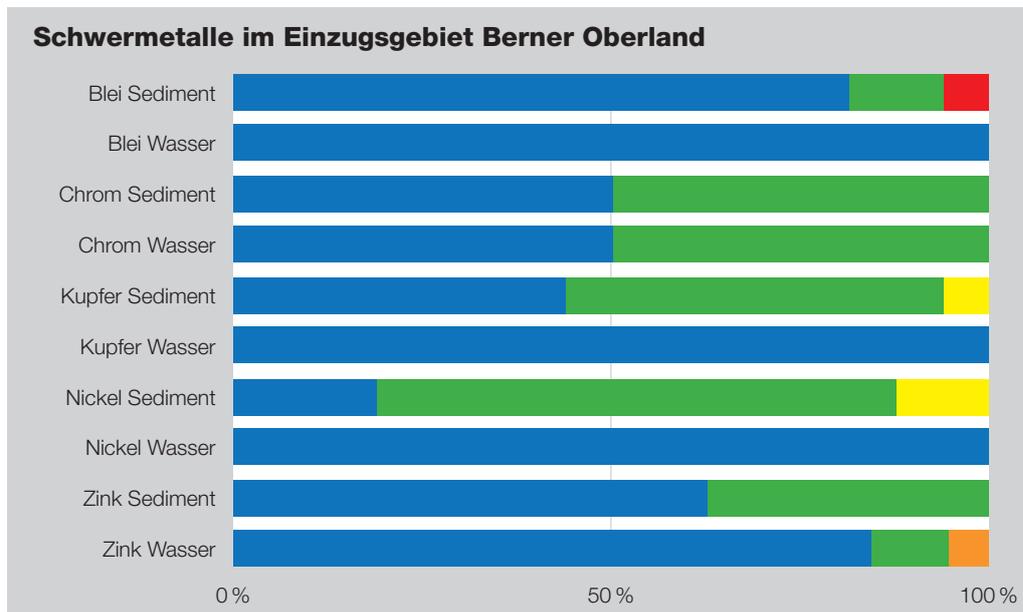
Geringe Schwermetallbelastungen

In den verschiedenen Bächen und Flüssen des Berner Oberlandes sind die Gehalte an Schwermetallen sowohl im Wasser als auch in den Sedimenten in der Regel gering. Je nach Einzugsgebiet können die Konzentrationen jedoch erheblich variieren, wobei eine Unterscheidung zwischen natürlichen

und vom Menschen verursachten Einflüssen schwierig ist. Als Massstab für die Beurteilung der Sedimentqualität dienen die Zielwerte der Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR), die sich auf Schwebstoffe beziehen:

Als Langzeitspeicher für biologisch nicht abbaubare Fremdstoffe sind die Flusssedimente in der Regel stärker mit Schwermetallen belastet als das Wasser.

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



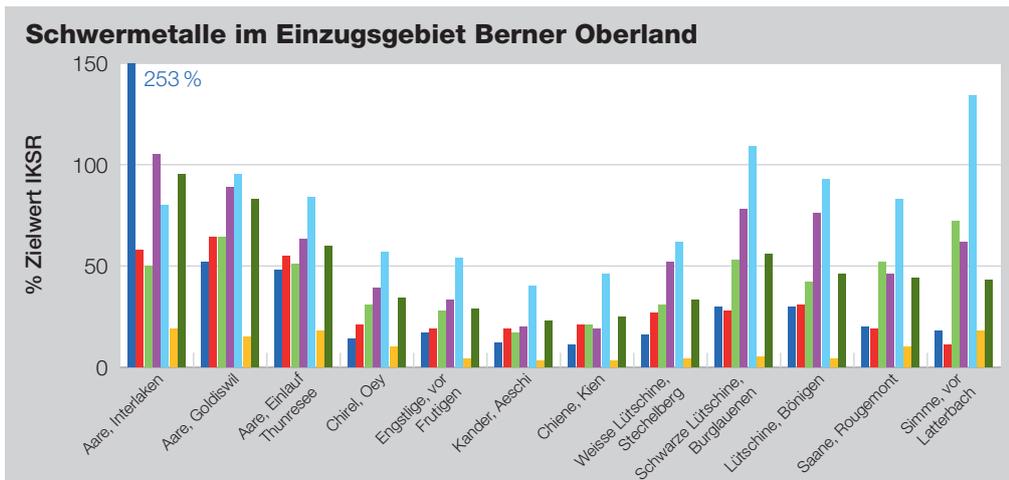
Verglichen mit den relativ sauberen Bächen und Flüssen im Berner Oberland ist die Wasserqualität der Fließgewässer im Mittelland und Jura längst nicht überall so gut.



Die erhöhte Bleikonzentration betrifft das Sediment der Aare bei Interlaken. Eine nochmalige Beprobung ergab jedoch tiefere Gehalte unterhalb des Zielwertes. Somit ist davon auszugehen, dass es sich in diesem Gebiet nicht um eine grossflächige Kontamination des Sediments handelt. Lokal können aber durchaus höhere Bleiwerte auftreten.

In den Jahren 2013 und 2014 hat das AWA zudem bei einzelnen Probenahmen an der Messstelle Aeschi bei Spiez erhöhte Zinkgehalte im Wasser der Kander festgestellt. Weil man die gelösten Metalle auch an den Hauptmessstellen nur noch sechsmal pro Jahr untersucht, ist der Datensatz zu klein, um Rückschlüsse auf bestimmte Verursacher zu ziehen. Die Quelle der Zinkbelastung liess sich jedenfalls nicht abschliessend eruieren. Aktuelle Analysen am gleichen Ort weisen in der Zwischenzeit keine Beeinträchtigung der Wasserqualität mehr nach.





- Blei
- Cadmium
- Chrom
- Kupfer
- Nickel
- Quecksilber
- Zink

Ausmass der Schwermetallbelastung in verschiedenen Fließgewässern des Berner Oberlandes in Relation zu den Zielwerten der IKSR.

Gewässerbelastung an den Hauptmessstellen

Als längster und wasserreichster Fluss bildet die Aare das Rückgrat des bernischen Gewässersystems. 9 der insgesamt 23 Hauptmessstellen im Kanton liegen denn auch zwischen ihrem Einlauf in den Brienzsee und der Grenze zum Kanton Aargau bei Murgenthal. Wie bereits in den Vorjahren konnte die Aare auch in der Beurteilungsperiode 2013/2014 sämtliche Anforderungen der Gewässerschutzverordnung bezüglich der Nährstoff- und Schwermetallgehalte erfüllen. Entsprechend gilt ihr Zustand für alle untersuchten Parameter weiterhin als gut bis sehr gut.

Bei den übrigen Fließgewässern im Kanton, die vom AWA ebenfalls kontinuierlich überwacht werden, fällt die Bewertung nicht durchwegs so positiv aus. Namentlich die Nitrit-, Gesamtphosphor- und Zinkkonzentrationen weisen in einigen Flüssen auf einen lediglich mässigen oder sogar unbefriedigenden Gewässerzustand hin. Zum Teil handelt es sich bei den übermässigen Werten allerdings um einzelne Ausreisser. Unbefriedigend ist die Situation nach wie vor bezüglich des Nitrits in der Saane mit Konzentrationen von rund 0,02 Milligramm pro Liter an der Messstelle in Marfeldingen kurz vor der Einmündung in die Aare. Einige Kilometer flussaufwärts leitet zwar die ARA Sensetal ihr gereinigtes Abwasser in die Saane ein, doch aufgrund des Verdünnungsverhältnisses kann die Kläranlage nicht der Grund für die erhöhten Werte sein. Derzeit klärt das AWA ab, ob der unterhalb von Freiburg gelegene Schiffenen-Stausee eine mögliche Quelle für das Nitrit darstellt.

Rätselhaftes Verschwinden der Fische in der Birs

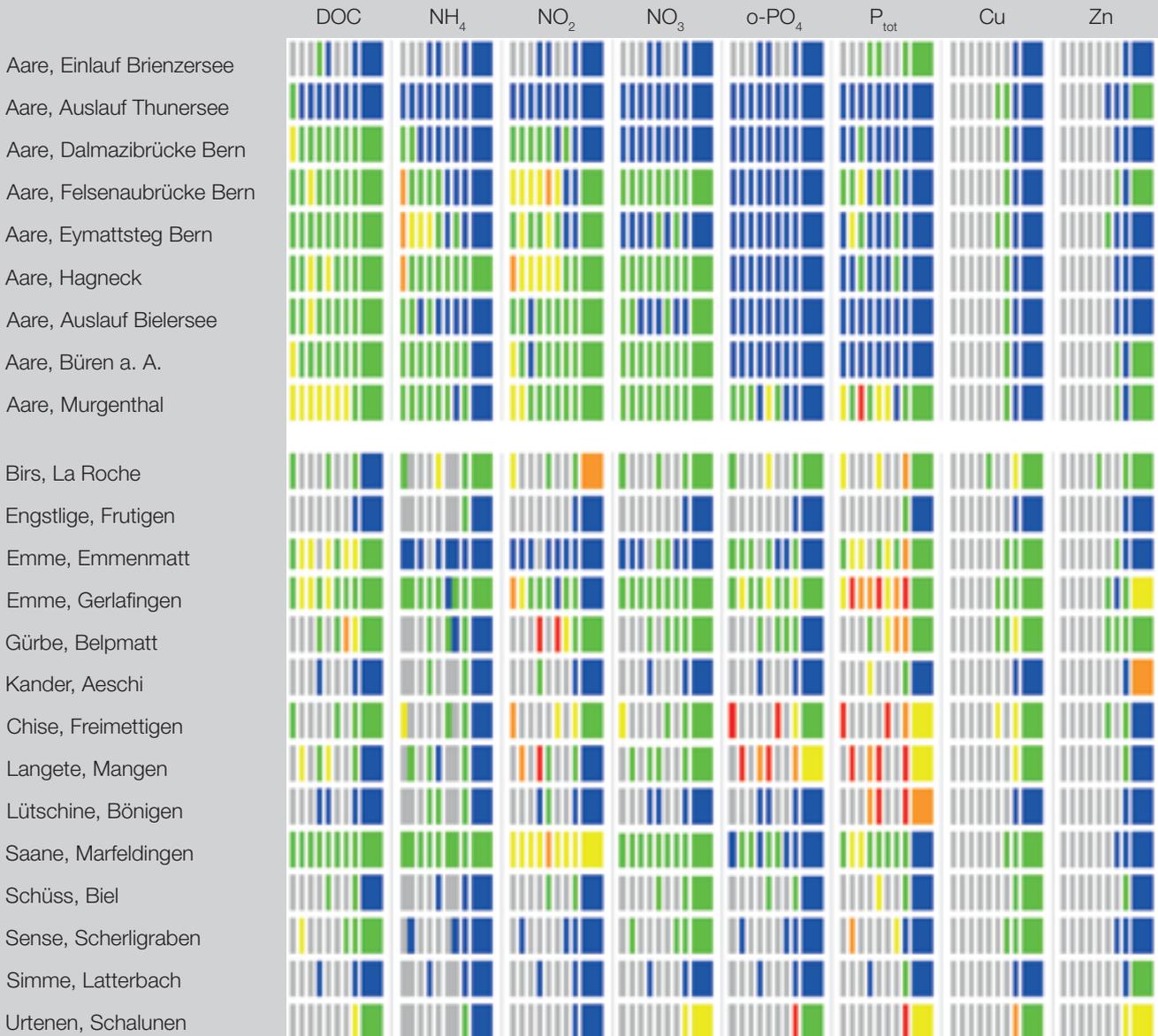
Vertiefte Untersuchungen löste im Herbst 2014 auch eine Meldung des kantonalen Fischereinspektorats (FI) aus, wonach unterhalb von Moutier praktisch der gesamte Fischbestand fehle. Der entsprechende Birsabschnitt gilt als sehr fischreich. Weil aber zu keinem Zeitpunkt ein Massensterben der Fische beobachtet wurde, fehlt bis heute eine plausible Erklärung für ihren Verbleib.

Bereits einige Monate früher waren den AWA-Fachleuten an der Messstelle La Verrerie unterhalb von Moutier während der Wintermonate erhöhte Nitritgehalte aufgefallen. Zwar registrierten die Betreiber der ARA Roches in ihrem Auslauf in der fraglichen Periode ebenfalls kurzfristig erhöhte Nitritkonzentrationen. Die Messwerte aus der Eigenkontrolle der Kläranlage liefern aber keine schlüssige Erklärung für eine länger anhaltende Belastung der Birs. Da Nitrit potenziell fischtoxisch ist, rückte dieser Parameter rasch in den Fokus umfangreicher Abklärungen. Die in der Birs gemessenen Konzentrationen lagen jedoch deutlich unterhalb der in der Literatur angegebenen akuten Toxizitätsschwelle. Dagegen bewegten sich die Gehalte ungefähr im Bereich einer chronischen Toxizität.

Das für eine Expertise der Daten angefragte schweizerische Ökotoxizentrum kam zum Schluss, die erhöhten Nitritgehalte könnten nicht die alleinige Ursache für den beobachteten Totalausfall der Fische sein. Im Nachhinein liess sich die Quelle der Belastung nicht mehr eindeutig identifizieren. Erfreulicherweise ergaben die letzten Abfischungen, dass sich die Situation allmählich wieder verbessert.



Belastung der Gewässer an den Hauptmessstellen



Erfreuliche Entwicklung der Gewässerbelastung mit ausgewählten Nährstoffen und Schwermetallen seit Ende der 1990er-Jahre an den 23 Hauptmessstellen zur Überwachung der Fliessgewässer. Die aktuellsten Resultate sind jeweils mit einem breiten Balken dargestellt. Für die grau markierten Felder liegen keine Messungen vor.

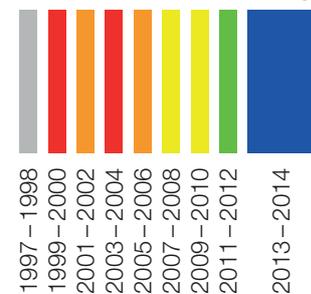
Erklärung der Abkürzungen

- 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

Datenreihe der Messungen

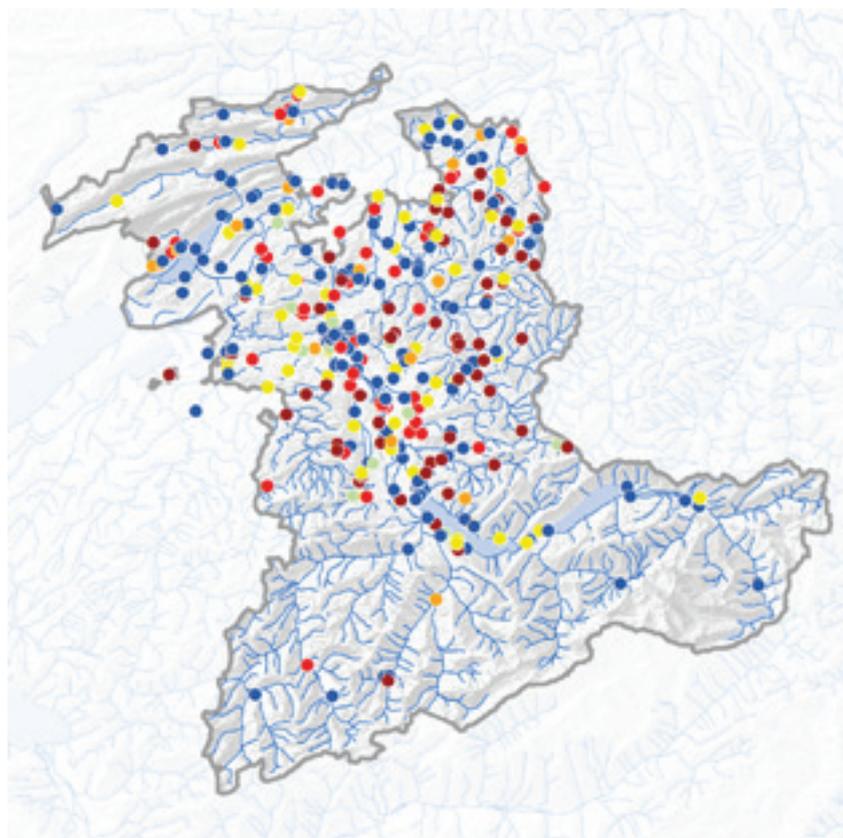


Gewässerverschmutzungen

Akute Gewässerverschmutzungen

Seit 2013 erfassen der Schadedienst des AWA, das Fischereiinspektorat und die Polizeibehörden alle bekannten Störfälle, die zu einer Gewässerverschmutzung führen, mit einem gemeinsamen Formular in der zentralen Datenbank ISS. Dies erleichtert sowohl die koordinierte Abwicklung der Fälle als auch deren Erfassung und Auswertung dank dem möglichen Zugriff auf aktuelle, umfassende Schadenfalldaten.

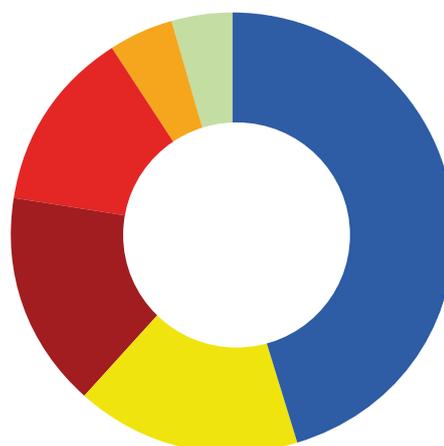
Leider zeigt die Auswertung keine Abnahme der Schadenfälle, welche entweder das Kanalnetz oder unmittelbar die Gewässer betreffen. Im Gegenteil ist die Zahl akuter Verschmutzungen im Vergleich zur Periode 2011/2012 angestiegen, was sich inzwischen nicht mehr mit der erhöhten Sensibilität und besseren Erfassung erklären lässt. Die Belastungen für die betroffenen Gewässer und ihre Fauna sind häufig sehr gross. Die Anteile der bekannten Ursachen und Substanzen entsprechen ungefähr den früheren Erhebungen. Auch in der Periode 2013/2014 bilden Öl und Treibstoffe vor Jauche und Chemikalien die Hauptursachen der Gewässerverschmutzungen. Die chemischen Substanzen umfassen ein breites Stoffspektrum – von Pestiziden über Bauchemikalien bis zu Lösungsmitteln. Während sich Havarien mit solchen Chemikalien eher auf die Siedlungszentren oder intensiv bewirtschafteten Ackerbaugelände konzentrieren, kommen Jaucheunfälle vor



Regionale Verteilung der Gewässerverschmutzungen und ihrer Ursachen in den Jahren 2013/2014

allein im landwirtschaftlich genutzten Hügelgebiet vor.

Bemerkenswert erscheint auch die grosse Zahl von Fällen mit unbekannter Ursache. Hier haben die Behörden häufig nur die Auswirkungen der Gewässerverschmutzungen beobachtet – wie etwa tote Fische. Eine nachträgliche Analyse der Ursache und Substanzen ist vielfach nicht mehr möglich.



Gewässerverschmutzungen 2013–2014 209 Ereignisse

Öl, Treibstoffe	46 %
unbekannt	16 %
Jauche	16 %
Chemikalien	13 %
Abwasser	5 %
übrige	4 %

Unfälle mit Mineralölprodukten, Jauche und Chemikalien haben in den Jahren 2013/2014 drei Viertel aller akuten Gewässerverschmutzungen ausgemacht. Zu den verbreiteten Störfällen gehört auch die Verschmutzung von Bächen mit betonhaltigem Abwasser (Bild).

Foto: Kurt Gasser, AWA

Biologische Untersuchungen



Die Larven der Art *Baetis alpinus* gehören zu den Eintagsfliegen und sind Teil der wirbellosen Kleinlebewesen, die im Bereich der Gewässersohle von Bergbächen vorkommen.

Foto: HYDRA, Peter Rey

Die Fliessgewässer im Berner Oberland sind sauber

Die Beurteilung der grösseren Gewässer im Berner Oberland anhand von biologischen Kriterien liefert ein gutes bis sehr gutes Bild der Wasserqualität. Wie die 2013 und 2014 durchgeführten Untersuchungen zeigen, belasten menschliche Aktivitäten die Bäche und Flüsse allenfalls punktuell – so etwa durch Einleitungen von Kläranlagen und Baustellen oder durch die Wasserkraftnutzung.

Für die biologischen Untersuchungen der Gewässer orientiert sich das AWA am Modul-Stufen-Konzept (MSK) des Bundes. 2013 standen die Gewässer des östlichen Oberlandes im Fokus und 2014 Flüsse und Bäche im Westen dieser Region. Dabei erfolgten die Abklärungen jeweils im Frühling vor der Schneeschmelze. Bewusst hat das AWA auch Messstellen in den obersten Abschnitten der grösseren Gewässer einbezogen, in denen keine menschlichen Belastungen auftreten sollten. Als Vergleichsbasis dienten frühere Untersuchungsergebnisse aus den Messperioden 1994/1995 (Frühjahr) und 2004 (Spätherbst). Neben den Resultaten der chemischen Untersuchungen werden in der online verfügbaren Geoportalkarte zur «Gewässerqualität» neu auch die Ergebnisse der biologischen Erhebungen publiziert.

Nur punktuelle Belastungen

Der äussere Aspekt (ASP) beurteilt optisch sichtbare Belastungen des Gewässers. Dazu gehören Trübung, Farbe, Schaum, Schlamm, Feststoffe aus der Siedlungsentwässerung und Abfälle. Zudem umfasst der ASP den Geruch, die Bildung von Eisensulfid unter Steinen als Zeichen eines allfälligen Sauerstoffmangels sowie Beläge aus Abwasserorganismen. An einigen Probestellen zeigten sich Belastungen durch menschliche Aktivitäten – so etwa Trübungen der Aare durch das Turbinieren von Wasser aus den Stauseen im Grimselgebiet. Weitere sichtbare Einflüsse betreffen eine Baustelle in der Lütschine, starke Verfestigungen der Bachsohle oder den Bewuchs mit Abwasserorganismen im Einleitbereich von Kläranlagen an Simme und Saane. Belastungen durch die Siedlungsentwäs-

serung sind im Berner Oberland höchstens punktuell feststellbar, insbesondere in Form eines stärkeren Algenbewuchses unterhalb der beiden Kläranlagen Grindelwald und Saanen.

Die Wasserkraftnutzung hat vor allem in der Aare deutlich sichtbare Auswirkungen. So ist die an mehreren Stellen beobachtete Verfestigung der Gewässersohle einerseits eine Folge des Schwallbetriebs. Andererseits hängt diese Kolmation aber auch mit den teils stark verbauten Fliessgewässerabschnitten zusammen. Dies gilt etwa für die kanalisierte Aare bei Brienz oder für die Lütschine bei Bönigen.



Schwallbetrieb und Kanalisierung: Spuren menschlicher Eingriffe in der Hasliaare bei Meiringen.

Geringe Nährstoffgehalte

Die Artenzusammensetzung des Kieselalgenbewuchses auf den Steinen der Gewässersohle ist ein guter Indikator für die Beurteilung der Nährstoffgehalte sowie der organischen Belastung von Bächen und Flüssen. Der daraus bestimmte Kieselalgen-Index (DICH) ergibt an allen Stellen eine gute bis sehr gute Bewertung und widerspiegelt damit die geringe Nährstoffbelastung der Fliessgewässer im Oberland. Wie ein detaillierter Vergleich der Ergebnisse mit 7000 entsprechenden Proben aus der ganzen Schweiz zeigt, enthält die Kieselalgenzusammensetzung jedoch sichtbare Hinweise auf die Wasserkraftnutzung im Einzugsgebiet der Hasliaare sowie auf den Einfluss der Kläranlagen an Lütschine und Kander.

Beurteilung der Wasserwirbellosen

Die wirbellosen Kleinlebewesen (Makrozoobenthos) der Gewässersohle sind ein Teil der Lebensgemeinschaft und wichtige Indikatoren für die Lebensraum- und Wasserqualität. An den Probestellen im Berner Oberland hat das AWA pro Quadratmeter Gewässersohle 60 bis 4710 Individuen erfasst und bestimmt. An allen Stellen kommt vor allem die typische Fauna von Bergbächen und -flüssen vor – also Arten, die steiniges Substrat und eine schnelle Strömung bevorzugen. Dazu gehören unter anderem einzelne Familien von Steinfliegen und Eintagsfliegen sowie viele Zuckmückenlarven. Zu den typischen Bergbacharten zählt auch die Lidmücke, deren Larve mit ihren Saugnäpfen selbst in stärkster Strömung Algenbeläge an Felsen abweiden kann. In



In Bergbächen können nur spezialisierte Wasserorganismen überleben. Dazu zählt auch die Steinfliege *Capnia vidua* (Larve oben, adultes Tier unten).

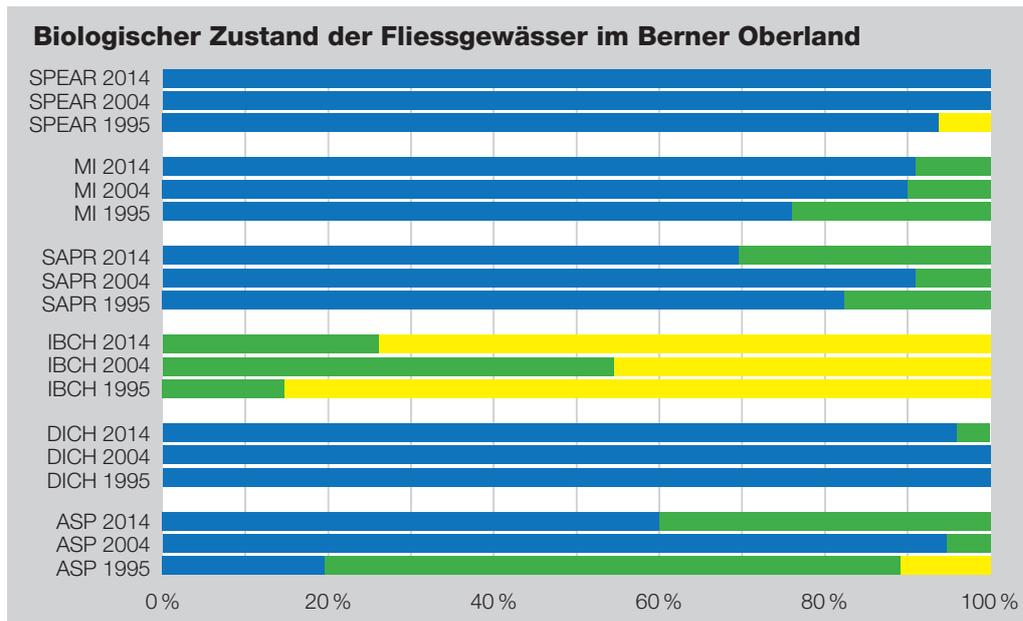
Fotos: HYDRA, Peter Rey (oben), Christian Roesti (unten)



Untersuchungen der Wasserwirbellosen am Ufer der Hasliaare bei Guttannen.

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

Der biologische Gewässerzustand im Berner Oberland wird anhand von sechs verschiedenen Indikatoren beurteilt. Der Makrozoobenthos-Index IBCH liefert für Bergregionen ein verzerrtes Bild (vgl. Text).

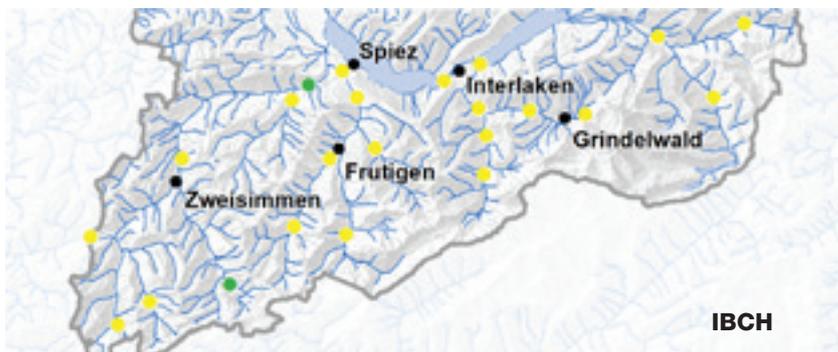


Zur Bewertung des biologischen Gewässerzustandes im Berner Oberland anhand der Wasserwirbellosen (Makrozoobenthos) kommen verschiedene Indices in Frage. Der aktuelle IBCH ist für Gewässer in höheren Lagen – wie die Engstlige oberhalb von Frutigen – allerdings nicht geeignet. Der Saprobien-Index (SAPR) zeigt für alle Gewässer eine sehr gute bis gute Wasserqualität.

der Kander fand sich mit *Capnia vidua* auch eine potenziell gefährdete Steinfliegenart.

Zur Bewertung der Wasserqualität durch die Wasserwirbellosen gibt es verschiedene Indices. Der im Modul-Stufen-Konzept (MSK) des Bundes empfohlene aktuelle Makrozoobenthos-Index IBCH eignet sich leider nicht für die Beurteilung der Gewässer im Oberland, da unbelastete Bäche und Flüsse mit typischer Bergbachfauna meistens als mässig eingestuft werden. Der Grund dafür sind die speziellen Lebensbedingungen. Eine schnelle Strö-

mung, das grobe Stein- und Kiessubstrat, tiefe Wassertemperaturen und die kurze Wachstumszeit ermöglichen es nämlich nur Spezialisten, hier zu überleben. Deshalb ist die Anzahl der Arten eher tief, was sich bei diesem Berechnungsverfahren negativ auswirkt. Mit seinen biologischen Untersuchungen der Oberläufe von Bergbächen leistet das AWA einen Beitrag zur Verbesserung des IBCH, so dass er künftig auch für Bergregionen anwendbar sein sollte.



Zustand Makrozoobenthos nach SPEAR

Die beiden anderen eingesetzten Indices – der Makroindex (MI) und der Saprobienindex (SAPR) – zeigen deutlich die während allen Untersuchungsperioden gute bis sehr gute Gewässerqualität im Berner Oberland.

Die Zusammensetzung der Wasserwirbellosen ermöglicht auch Rückschlüsse auf die Belastung der Gewässer mit Pflanzenschutzmitteln (PSM). Dargestellt wird sie durch den Pestizid-Index Species at Risk (SPEAR). Im Gegensatz zu den chemischen Untersuchungen reagiert er auch auf Stossbelastungen von Pestiziden, da empfindliche Organismen dadurch eingehen können. Der SPEAR-Index ist für alle zur Verfügung stehenden Untersuchungen neu berechnet worden, auch wenn der Probenahme-Zeitpunkt meistens vor der Hauptanwendungsperiode der Pestizide lag. Aus diesem Grund dürften die in der Karte dargestellten Werte eher zu gut ausgefallen sein. Trotzdem lässt sich eindeutig erkennen, dass im Berner Oberland – wie auch in anderen Gebieten mit einem geringen Ackerbauanteil – keine oder nur nicht feststellbare Pestizid-Belastungen entstehen. Dagegen treten in den Regionen mit intensivem Ackerbau vielerorts schon vor der Hauptspritzperiode ungenügende Werte auf. Das AWA wird den SPEAR-Index in Zukunft auch spezifisch für die Erfolgskontrolle von Programmen zur Pestizidreduktion einsetzen.



www.be.ch/awa > Gewässerqualität > Biologie 2014 – Berner Oberland

www.be.ch/awa > Gewässerqualität > Fließgewässer > Koordinierte biologische Untersuchungen an der Aare zwischen Bielersee und Rhein 2011 – 2013 (2013)

www.be.ch/awa > Gewässerqualität > Geoportalkarte Gewässerqualität

Der SPEAR-Index (Daten 2006 bis 2014) bewertet die Belastung der Wasserwirbellosenfauna durch Pestizide. Die Gewässer in höheren Lagen sind weitgehend unbelastet, während die Gewässerfauna in Gebieten mit intensivem Ackerbau durch Pestizide beeinträchtigt wird.



In Gewässereinzugsgebieten mit intensivem Ackerbau ist die Wasserqualität der Bäche oft übermässig durch Pestizide beeinträchtigt.

Belastung der Fliessgewässer mit organischen Spurenstoffen



In den meisten Kleingewässern im Mittelland gehen die Schadstoffrisiken von Pflanzenschutzmitteln aus. Generell sind die Algen dadurch am stärksten gefährdet.

Foto: Kurt Gasser (AWA)

Pestizide gefährden die Gewässerorganismen

Kleinere Fliessgewässer in Ackerbaugebieten des bernischen Mittellandes sind vor allem im Frühjahr wochenlang übermässig mit Pestiziden belastet. Wie eine wirkungsbasierte Beurteilung der Wasserqualität ausgewählter Bäche zeigt, setzen diese Spurenstoffe einzelne Gewässerorganismen hohen Schadstoffrisiken aus. Deshalb besteht ein grosser Handlungsbedarf zur Reduktion der problematischen Stoffeinträge.

In der Schweiz gelangen derzeit jährlich rund 2200 Tonnen Pflanzenschutzmittel (PSM) in die Umwelt. PSM sollen primär Kulturpflanzen vor Pilzbefall, Schadinsekten und der Konkurrenz durch Unkräuter bewahren. Der Einsatz dieser Pestizide erfolgt ausgesprochen kulturspezifisch, wobei Obstbäume, Beeren, Reben und Gemüse häufig mehrmals pro Saison behandelt werden. Die Anwendungsmengen hängen stark von der Wirkstärke solcher Stoffe ab und schwanken zwischen 10 und 4000 Gramm pro Hektare und Spritzeinsatz.

Kritischer Eintrag in Kleingewässer

PSM können vor, während oder nach ihrer Ausbringung auf verschiedenen Wegen in die oberirdischen Gewässer gelangen. Dies geschieht punktuell durch Verluste beim

unsachgemässen Befüllen und Reinigen der Spritzgeräte oder diffus durch Auswaschungen von behandelten Flächen bei Niederschlägen, die zu Abschwemmungen in nahe Gewässer führen. Eine weitere Ursache sind zudem Verwehungen von kleinen Tröpfchen (Drift) der Spritzbrühe beim Ausbringen.

Wie die im Jahr 2013 abgeschlossenen Untersuchungen des AWA in mehreren Fliessgewässern zeigen, treten während Regenereignissen in der Applikationsperiode der PSM besonders hohe Konzentrationen auf. Davon betroffen sind vor allem Bäche und kleinere Flüsse im ackerbaulich intensiv genutzten Mittelland wie etwa Urtenen, Limpach und Langete. Dagegen ist die Pestizidbelastung in den grossen Flüssen Aare, Emme und Sense gering. Dies

hängt nicht nur mit einer stärkeren Verdünnung der Mikroverunreinigungen aufgrund der höheren Wasserführung zusammen, sondern lässt sich auch mit dem tieferen Ackerbauanteil in diesen Einzugsgebieten begründen.

Beurteilung der Schadstoffwirkung

Im Sinne des Vorsorgeprinzips legt die Gewässerschutzverordnung (GSchV) des Bundes für Pestizide in Fließgewässern pro Einzelstoff einen Anforderungswert von 0,1 Mikrogramm je Liter ($\mu\text{g/l}$) fest, der nicht überschritten werden sollte. Diese Vorgabe basiert allerdings nicht auf ökotoxikologischen Kriterien, sondern ist auf möglichst geringe PSM-Konzentrationen in den Gewässern ausgerichtet.

Damit sich die spezifischen Auswirkungen von PSM auf Wasserorganismen besser beurteilen lassen, hat das Oekotoxzentrum in Dübendorf effektbasierte Qualitätskriterien (EQS) für Algen, Wirbellose und Fische erarbeitet. Sie berücksichtigen einerseits die unterschiedliche Empfindlichkeit dieser Organismengruppen und bewerten andererseits die Toxizität der Mischung einer Vielzahl von Pestiziden, da diese in den Gewässern meistens nicht als Einzelsubstanzen, sondern gemischt vorkommen. Bei den neuen EQS, welche auch Eingang in die revidierte GSchV finden sollen, wird zudem nach zwei Kategorien der zeitlichen Exposition differenziert. So gibt es ein chronisches Qualitätskriterium (CQK) für die langfristige Beeinflussung und ein akutes Qualitätskriterium (AQK) für kurzfristige Belastungen der Wasserorganismen mit Schadstoffen. Bei Gehalten über diesen Werten ist von einer Beeinträchtigung der aquatischen Lebewesen auszugehen.

Stark gefährdete Algen

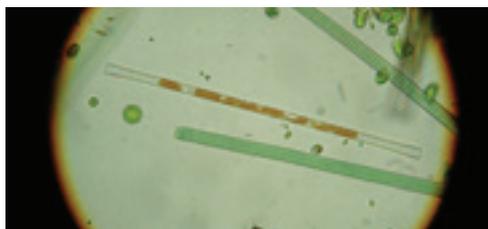
Gemessen an den berechneten Risikoquotienten (RQ) ermittelte das AWA in der Langete eine von April bis Juni während 11 Wochen anhaltende Gefährdung für Algen, die wesentlich vom Herbizid Metribuzin ausging. Dagegen waren die Belastungen für Wirbellose geringer und für Fische sehr klein. Im Limpach dauerte die Beeinträchtigung der Algen 13 Wochen an, während die

Wirbellosen 5 Wochen lang übermässigen PSM-Konzentrationen ausgesetzt waren. Dabei setzten den Organismen unter anderem die Herbizide Terbutylazin, Metribuzin, Metolachlor und MCPA zu. Für Fische bestand auch hier kein signifikantes Risiko. In der Urtenen bei Schalunen, wo man bei einer Summenkonzentration von 6,6 $\mu\text{g/l}$ die höchsten Pestizidgehalte registrierte, hielt das Schadstoffrisiko für Algen sogar 15 Wochen an. Dabei war die Gefährdung auch in diesem Bach zu einem grossen Teil durch Metribuzin verursacht. Den Wirbellosen machte während 13 Wochen vor allem die Belastung mit dem Insektizid Diazinon zu schaffen.

Nicht nur saisonal, sondern über die gesamte Messperiode von Frühling bis Herbst war in der Urtenen ebenfalls der Risikoquotient für Fische deutlich erhöht. Verantwortlich dafür sind Einträge des Schmerzmittels Diclofenac im Auslauf einer lokalen Kläranlage. In allen anderen Fällen gehen die übermässigen Schadstoffrisiken jedoch durchwegs von Pestiziden aus.

Notwendige Reduktion der Belastungen

In der Realität dürfte die Gefährdung der Wasserorganismen noch höher sein, als es



Für die wirkungsbasierte Beurteilung von Pestiziden in Gewässern werden Algen, Wasservirbellose – wie Köcherfliegenlarven – sowie Fische beigezogen.

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



die Wochenmischproben vermuten lassen. Untersuchungen von Regenereignissen in der Langete belegen nämlich, dass die Pestizidkonzentrationen kurzfristig stark ansteigen und das akute Qualitätskriterium während solcher Perioden massiv überschreiten können. Zudem fällt die Beurteilung der Gewässerbelastung zu optimistisch aus, weil das AWA aus praktischen Gründen nur eine beschränkte Zahl von relevanten Pestiziden analysiert hat – darunter nur wenige Fungizide und Insektizide. Letztere können bereits in äusserst kleinen Mengen für Wasserlebewesen toxisch sein.

Neben den verschiedenen Risikoquotienten wird in den kleineren Fliessgewässern des Mittellandes zu Beginn der Vegetationsperiode jeweils auch der gesetzlich verankerte Pestizid-Anforderungswert von 0,1 µg/l für Einzelsubstanzen sehr häufig überschritten. Da diese Einträge erwiesenermassen aus der Landwirtschaft stammen, drängen sich Massnahmen an der Quelle zur Reduktion der Abschwemmungen von PSM auf.

Dazu gehört etwa die konsequente Beachtung des Gewässerraums entlang von Bächen, Flüssen und Seen, wo weder Pestizide noch Dünger ausgebracht werden dürfen. Der gegenwärtig auf Bundesebene erarbeitete Aktionsplan PSM sieht weitere Massnahmen zur Risikominderung vor. Diese sind in den potenziell gefährdeten Gewässereinzugsgebieten konsequent umzusetzen. Dabei gilt, dass künftig nicht nur in Ufernähe, sondern generell weniger PSM zum Einsatz kommen sollen. Nur unter dieser Voraussetzung lassen sich die Ökosystemleistungen der Gewässer und Böden langfristig erhalten.

Spritzmittelrückstände korrekt entsorgen!

Pestizide gelangen freilich nicht nur über diffuse Abschwemmungen von Feldern in die Gewässer. Eine bedeutende Punktquelle sind auch im Kanton Bern die Abwasserreinigungsanlagen (ARA), wie wiederholte Messungen des AWA in Abständen von mehreren Jahren gezeigt haben.

Bereits 1999 führte die Eawag, das Wasserforschungsinstitut der ETH, die zum Teil

sehr hohen PSM-Gehalte in ARA-Ausläufen auf einen unsorgfältigen Umgang mit den Spritzmittelrückständen sowie auf die unsachgemässe Reinigung der Spritzgeräte zurück. Untersuchungen des GBL in 7 bernischen Kläranlagen während der gesamten Applikationsperiode von April bis Oktober 2002 bestätigten den Nachweis landwirtschaftlich wichtiger Pestizide – wie Atrazin, Metolachlor, Simazin, Isoproturon, Metamitron, Ethofumesate, Metalaxyl und Diazinon – in teils sehr hohen Konzentrationen. In Gewässern mit einer schlechten Verdünnung des gereinigten Abwassers lag die Schadstoffbelastung dadurch monatelang teils massiv über dem Anforderungswert der GSchV von 0,1 µg/l.

Aufgrund dieser Resultate leiteten die kantonalen Behörden 2007 diverse Massnahmen ein, um PSM-Einträge in die Gewässer via Kanalisation und ARA zu reduzieren. So verlangten sie zum Beispiel die Ausrüstung der Feldspritzen mit einem Spülwassertank als Voraussetzung, um die Spritzbrühereste unmittelbar nach dem Ausbringen direkt auf dem behandelten Feld verteilen zu können. Zudem erfolgte im Rahmen von zahlreichen Aus- und Weiterbildungsveranstaltungen eine breite Sensibilisierung der Landwirte für das Problem der Gewässerverschmutzungen durch einen unsachgemässen Umgang mit Pestiziden. Die in einer kantonalen Richtlinie aufgelisteten Massnahmen haben 2013 auch Eingang in eine entsprechende Vollzugshilfe des Bundes gefunden.

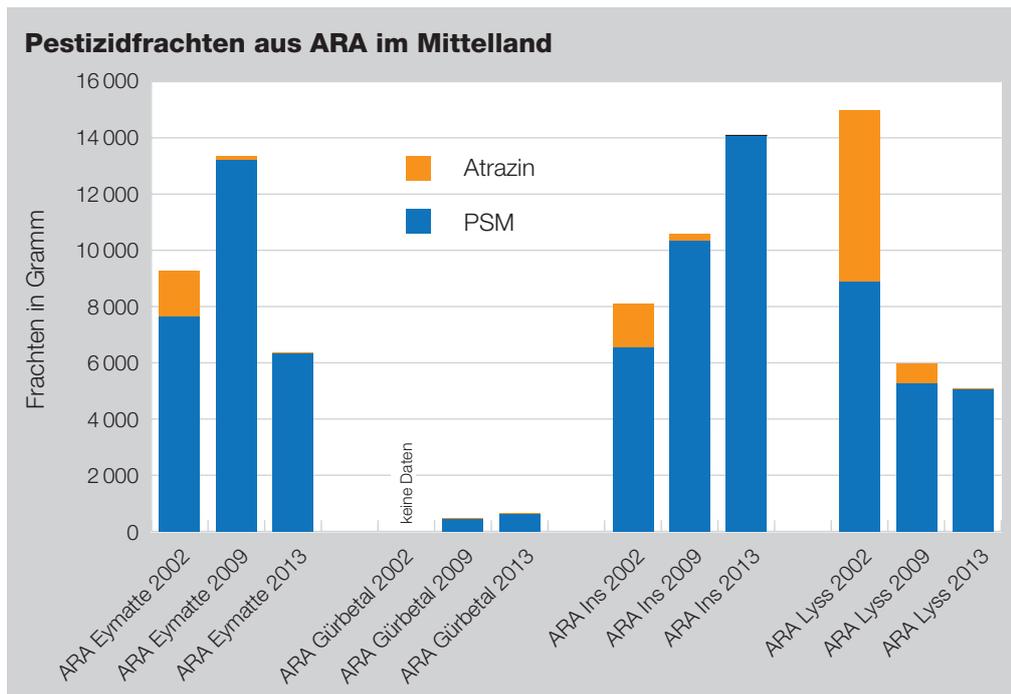
Noch besteht Handlungsbedarf

In den Jahren 2009 und 2013 hat das AWA Erfolgskontrollen durchgeführt, um die Wirkung der verschiedenen Massnahmen zu überprüfen. Diese ergaben teilweise ernüchternde Resultate. Positiv ist der massive Rückgang der ARA-Auslauffrachten beim Atrazin. Der Einsatz des früher vorab im Maisanbau eingesetzten Herbizids ist seit 2012 verboten. Bei anderen PSM wie beispielsweise Metolachlor, Metamitron oder Terbuthylazin zeigt die Entwicklung der Frachten aber keine klar rückläufige Tendenz. Insbesondere in den beiden untersuchten Seeländer ARA sind die Pestizidmengen gemessen an der Fläche der

Zum Schutz der Gewässer dürfen Spritzmittelrückstände weder in die Kanalisation noch direkt in Bäche, Flüsse oder Seen gelangen.

Foto: topagrarr/Höner (auch S. 2 r. M.)





In den Jahren 2002, 2009 und 2013 hat das AWA jeweils während gut 4 Monaten die Pestizidmengen in den Ausläufen ausgewählter Kläranlagen untersucht. Die Vergleichsmessungen der Frachten in Gramm zeigen kein einheitliches Bild.

entwässerten Einzugsgebiete nach wie vor sehr hoch. Die stark schwankenden Einträge deuten auch darauf hin, dass Einzelereignisse, wie der unsachgemässe Umgang mit PSM oder Abschwemmungen bei Niederschlägen, die Gewässerbelastung massgeblich prägen können.

In den kommenden Jahren werden landesweit etwa 100 von rund 700 öffentlichen Kläranlagen mit einer zusätzlichen Reinigungsstufe zur Elimination der organischen Spurenstoffe ausgestattet. Davon betroffen sind vor allem grössere Anlagen. Die Behandlung des Abwassers mit Ozon oder Pulveraktivkohle dürfte somit künftig auch den grössten Teil der Pestizidrückstände aus diesen nachgerüsteten ARA von den Gewässern fernhalten. Aus Kostengründen bleiben jedoch die meisten kleineren Kläranlagen von dieser technischen Lösung ausgenommen.

Damit führt auch in Zukunft kein Weg an Massnahmen vorbei, die bereits an der Quelle zur Reduktion der Schadstoffbelastungen beitragen. Konkretisiert werden sie im nationalen Aktionsplan PSM. Nötig sind unter anderem die Substitution problematischer Wirkstoffe durch umweltverträgliche Techniken und Spritzmittel, Anwendungsbeschränkungen für besonders kritische PSM wie Insektizide, eine allgemeine Verringerung der Verbrauchsmengen und die strikte Einhaltung der Richtlinien beim Spülen und Reinigen der Feldspritzen.

Der Kanton Bern prüft in diesem Zusammenhang auch die Einrichtung von speziell ausgerüsteten Reinigungsplätzen. Damit will er verhindern, dass Pestizidrückstände beim äusserlichen Säubern der Spritzgeräte auf einem Waschplatz zusammen mit dem Reinigungswasser in die Kanalisation oder direkt in ein Gewässer gelangen. Wichtig bleiben deshalb auch weiterhin die Sensibilisierung und Instruktion der Bauern über das korrekte Befüllen der Spritzmittel tanks, den richtigen Umgang mit Brüheresten, die erforderlichen Sicherheitsabstände zu Gewässern beim Spritzen, die sachgemässe Lagerung und Entsorgung der PSM-Verpackungen sowie der gefahrlose Transport von Pestiziden.

Das AWA wird parallel zu diesen Massnahmen die Erfolgskontrolle mit Hilfe der chemischen Analytik weiterführen und auf bisher noch nicht untersuchte Substanzen wie Fungizide und toxische Insektizide ausdehnen.

Die ARA als Punktquellen von Spurenstoffen

Durch den Zufluss von gereinigtem Abwasser aus Kläranlagen gelangen heute freilich nicht nur Pestizide, sondern auch weitere schwer abbaubare (persistente) Mikroverunreinigungen in die Gewässer. Kritische Verhältnisse können dabei vor allem in kleinen Fließgewässern mit einer ungünstigen Verdünnung auftreten. Häufig besteht



Das in der ARA Grindelwald geklärte Abwasser gelangt nach der Reinigung in die Schwarze Lütschine. Im Gewässer lassen sich keine problematischen Konzentrationen von Spurenstoffen nachweisen.

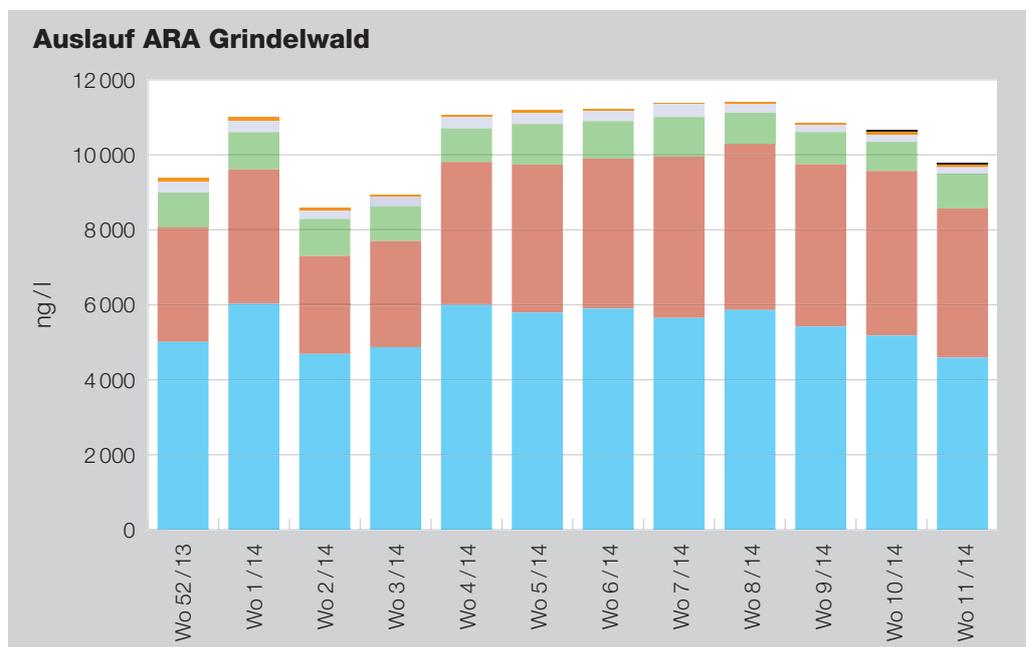
ein enger Zusammenhang zwischen den gemessenen Konzentrationen organischer Spurenstoffe in leistungsschwachen Vorflutern und dem Anteil an gereinigtem Abwasser.

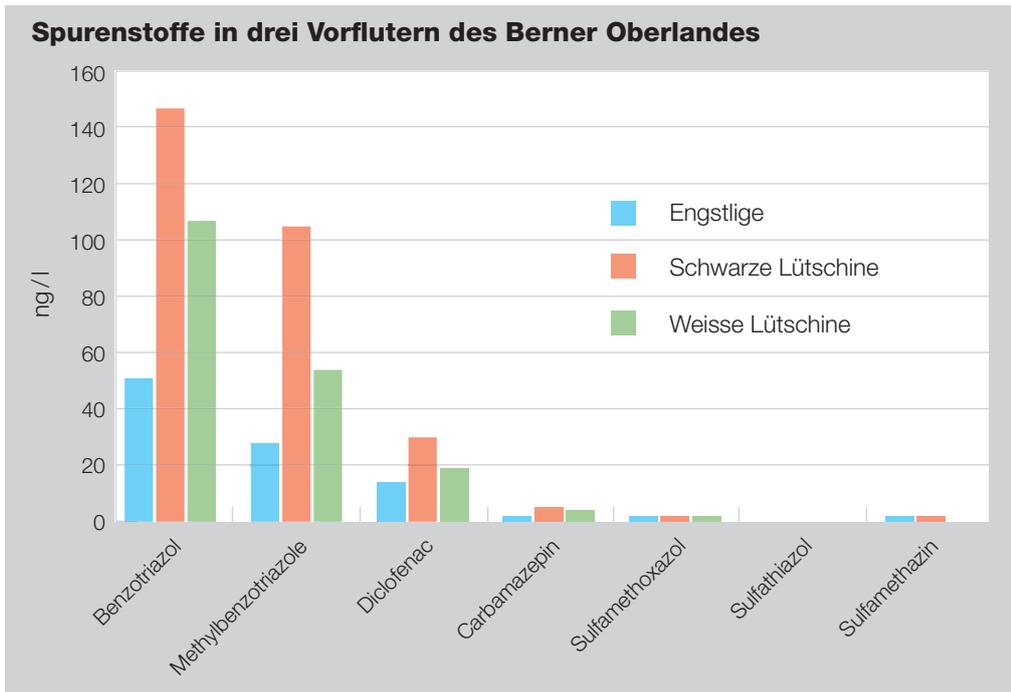
Das AWA wollte herauszufinden, wie sich kontinuierlich eingetragene Substanzen aus dem häuslichen Abwasser auf die Schadstoffgehalte in Vorflutern mit saisonal geringer Wasserführung auswirken. Dazu untersuchte das GBL zwischen Dezember 2013 und März 2014 die Mengen weit verbreiteter Indikatorstoffe in den Ausläufen der Oberländer ARA Lauterbrunnen, Grindelwald und Adelboden und verglich sie mit den Werten in den jeweiligen Vorflutern

Weisse Lütschine, Schwarze Lütschine und Engstlige. Analysiert wurden die häufig in Geschirrspülern, Reinigungs- und Korrosionsschutzmitteln eingesetzten Methylbenzotriazole und Benzotriazol, das schmerzlindernde Medikament Diclofenac, das Antibiotikum Sulfamethoxazol sowie das Antiepileptikum Carbamazepin. Diesen teils langlebigen Substanzen ist gemeinsam, dass sie weder in der mechanisch-biologischen, noch in der chemischen Reinigungsstufe einer ARA wesentlich abgebaut werden. Ein weiteres Untersuchungsziel bestand zudem darin, den Einfluss der touristisch bedingten Belegungsspitzen in den Wintermonaten auf die Wasserqualität besser abschätzen zu können. Die Schadstoffgehalte in den drei ARA-Ausläufen waren relativ konstant und wurden dominiert durch die Substanzen Benzotriazol, Methylbenzotriazol und Diclofenac, was sich auch in den Vorflutern bestätigte. Entgegen den Erwartungen traten in den Gewässern allerdings deutlich geringere Konzentrationen auf, die etwa um den Faktor 100 tiefer lagen als in den Ausläufen der Kläranlagen, dies trotz schlechter Verdünnungsverhältnisse unterhalb der ARA. Bei Trockenwetter und Niedrigwasserabfluss wird das gereinigte Abwasser in der Engstlige bei Adelboden nur mit dem Faktor 7,

- Sulfamethazin
- Sulfathiazol
- Sulfamethoxazol
- Carbamazepin
- Diclofenac
- Methylbenzotriazole
- Benzotriazol

Resultate der Messungen verschiedener Mikroverunreinigungen in Auslaufproben der ARA Grindelwald. Die Angaben der zwischen Dezember 2013 und März 2014 erhobenen Daten beziehen sich auf Milliardstel Gramm (Nanogramm oder ng) pro Liter Wasser.





In den drei Vorflutern der Kläranlagen Adelboden, Grindelwald und Lauterbrunnen traten tiefere Konzentrationen an Mikroverunreinigungen auf als aufgrund der Gehalte in den ARA-Ausläufen erwartet. Die Mittelwert-Konzentrationen in ng/l beziehen sich auf die Messperiode von Dezember 2013 bis März 2014.

in Grindelwald mit 14 und in Lauterbrunnen mit dem Faktor 16 verdünnt. Das AWA wird deshalb versuchen, die offenen Fragen mit weiteren Untersuchungen zu klären. Die vergleichsweise geringen Schwankungen der Konzentrationen an Mikroverunreinigungen in der Untersuchungsperiode lassen keinen spürbaren Einfluss durch die Touristenströme erkennen. Mit Ausnahme von Diclofenac ermittelte das AWA bei keinem der untersuchten Stoffe eine Überschreitung der chronischen Qualitätskriterien (CKQ), wie sie die Eawag vorgeschlägt. Betroffen war zudem nur eine Probe, wobei

für Diclofenac ein relativ tiefer CKQ-Wert von 50 Nanogramm pro Liter (ng/l) gilt.

www.be.ch/awa > Gewässerqualität > Mikroverunreinigungen in bernischen Gewässern

www.oekotoxzentrum.ch > Expertenservice > Qualitätskriterien

www.be.ch/awa > Gewässerschutz > Wassergefährdende Stoffe > Richtlinien für den Umgang mit Pflanzenschutzmitteln und -geräten in der Landwirtschaft



Trotz einer geringen Verdünnung des gereinigten Abwassers finden sich auch in der Engstlige unterhalb der ARA Adelboden ganzjährig vergleichsweise tiefe Konzentrationen von problematischen Mikroverunreinigungen.

Entwicklung und Zustand des Grundwassers seit 2000



Grundwasser-Probenahme des AWA in einer Fassung bei Neuenegg/Bramberg. Das Grundwasser ist die bedeutendste Ressource für die Trinkwasserversorgung der Bevölkerung.

Schutz der wichtigsten Trinkwasserressource

Mit einem Anteil von 96 Prozent ist das Grundwasser im Kanton Bern die mit Abstand bedeutendste Trinkwasserressource. Wie die langjährige Überwachung der ergiebigsten Vorkommen in den Lockergesteinen grosser Flusstäler zeigt, besteht – von lokalen Ausnahmen abgesehen – kein signifikanter Trend zu sinkenden Grundwasserständen. Mehr Probleme bereiten hingegen qualitative Beeinträchtigungen der Ressource durch unerwünschte Fremdstoffe.

Die ergiebigsten Grundwasservorkommen im Bernbiet liegen in den eiszeitlichen Schotterfüllungen der grossen Flusstäler von Aare und Emme. Entlang der Gewässerläufe steht das im kiesigen Untergrund zirkulierende Grundwasser in der Regel in einem regen Austausch mit den Oberflächengewässern. Dank der guten natürlichen Filterwirkung kann man die Wasservorkommen im Lockergestein normalerweise ohne Aufbereitung als Trinkwasser nutzen. Die Gewinnung erfolgt dabei meistens über Vertikal- oder Horizontalfilterbrunnen und bisweilen auch über oberflächennah verlegte Sickerleitungen.

Deutlich schlechter funktioniert der Naturfilter in den Karstgebieten des Juras sowie der Vor- und Hochalpen, wo die im Boden versickernden Niederschläge relativ rasch

über Klüfte und Hohlräume abfliessen. Eine oft nur schwach ausgebildete organische Bodenschicht und die hohen Fließgeschwindigkeiten im Untergrund haben zur Folge, dass Karstgrundwasser für die Trinkwassernutzung in den meisten Fällen aufbereitet werden muss. Die Wassergewinnung erfolgt hier mittels Quelfassungen oder Tiefbohrungen.

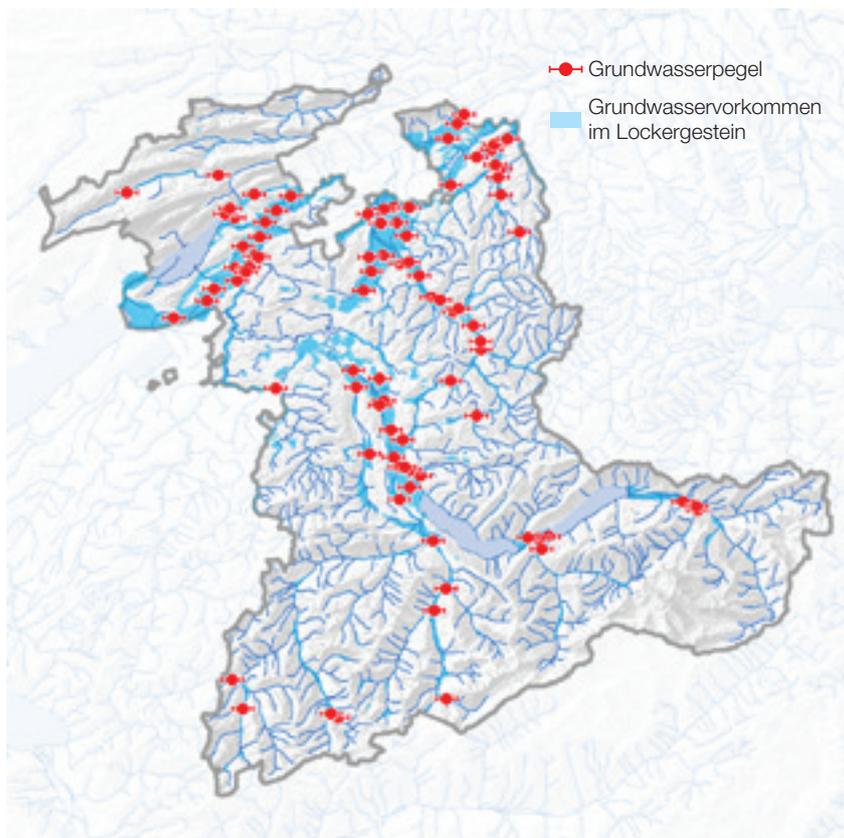
Kluftgrundwasserleiter finden sich in den Sandstein- und Nagelfluhschichten des Mittellandes sowie in den kristallinen Gesteinen der Alpen. Fließgeschwindigkeiten und Fließdistanzen – und damit auch die Qualität der Ressource – hängen von der Öffnungsweite, Dichte und Vernetzung der durchflossenen Klüfte ab, wobei die Speicherkapazität meistens gering ist. Die Wassergewinnung erfolgt in der Regel in

Überwachung der Grundwasserquantität

Quellfassungen und eher selten auch über Tiefbohrungen.

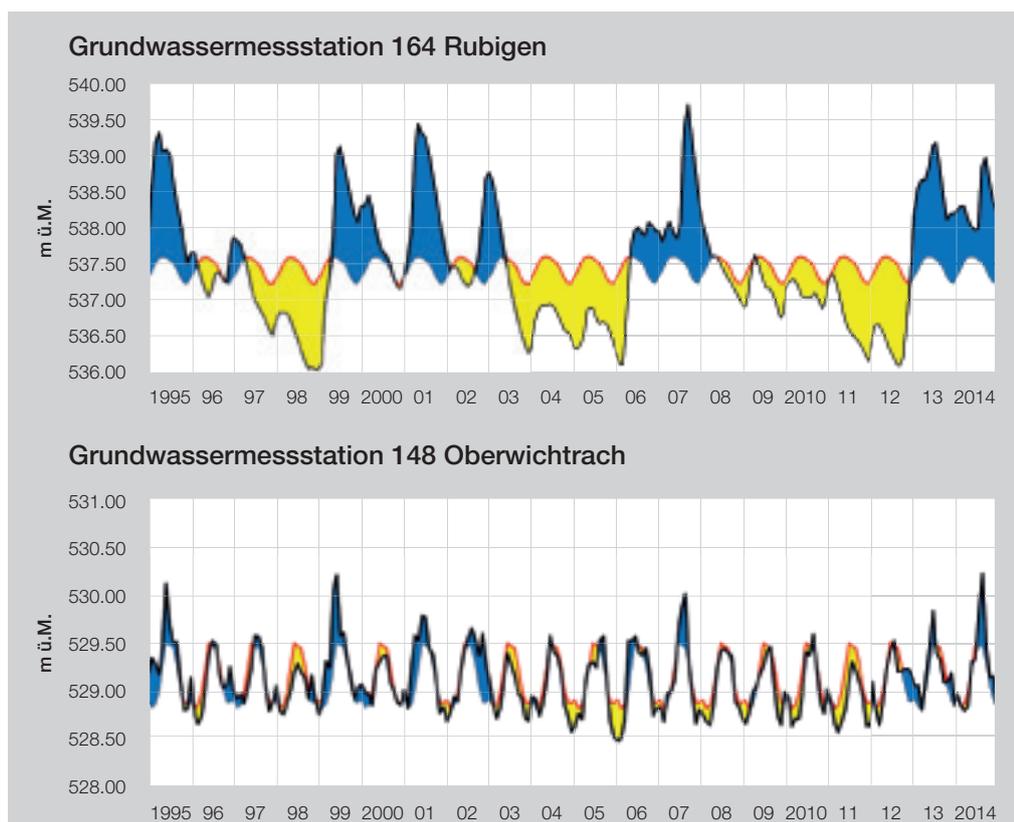
Die im Hydrographischen Jahrbuch und im Internet zugänglichen Daten und Ganglinien der aktuellen und langjährigen Grundwasserpegel bilden eine wichtige Grundlage für die koordinierte und nachhaltige Nutzung dieser Ressourcen. Seit kurzem betreibt das AWA zu diesem Zweck auch ein Grundwassermodell des Emmentals. Modelle für weitere wichtige Grundwasserleiter wie zum Beispiel im Seeland und Aaretal sind geplant.

Von Natur aus unterliegen die Grundwasserstände saisonalen Schwankungen. Dies hängt mit dem jahreszeitlichen Rhythmus der versickernden Niederschläge und des Schmelzwassers sowie mit der Wasserführung in den Fließgewässern zusammen, die alle zur Grundwasserneubildung beitragen. Verfolgt man den Verlauf von Messreihen über mehrere Jahre, so lassen sich wiederkehrende Muster mit charakteristischen Ganglinien der Grundwasserspiegel beobachten.



Die Messstelle Rubigen (G164) befindet sich in einem Grundwasserbecken ausserhalb der Aaretalsole. Hier wird das 30 Meter unter der Erdoberfläche liegende Vorkommen ausschliesslich durch versickernde

Seit Ende der 1970er-Jahre werden die Grundwasserstände im Kanton Bern kontinuierlich aufgezeichnet und ausgewertet. Dank dieser Messungen an rund 90 Standorten sind die langjährigen Schwankungen der bedeutenden Vorkommen gut bekannt.



Schwankungsverhalten der Grundwasserstände von zwei Messstationen im Aaretal zwischen Thun und Bern. Dargestellt sind der gemessene Jahresgang (als Monatsmittel) und der langjährige mittlere Jahresgang (Monatsmittel der Periode 1995–2014). Daraus lassen sich die Zeitabschnitte mit Überschüssen (blau) und Defiziten (gelb) ableiten.

Niederschläge und die Schneeschmelze gespeist. Entscheidend für die Grundwasserneubildung sind die Winterniederschläge, auf die der Grundwasserspiegel mit zeitlicher Verzögerung reagiert. Dabei fallen dessen grosse und unregelmässige Schwankungen auf, mit Abfolgen von Jahren, in denen sich Überschüsse und Defizite abwechseln. Nach den Trockenjahren 2003 und 2011 dauerte es jeweils zwei bis drei Jahre, bis der Grundwasserspiegel wieder einen mittleren Stand erreichte.

Im Gegensatz zum Messstandort in Rubigen liegt die Messstelle Oberwichtrach (G148) im Grundwasserleiter des Aaretals. Aufgrund der engen Wechselwirkung mit dem Fliessgewässer sind die Schwankungen des Grundwasserspiegels durch das Abflussregime der Aare geprägt. Der gemessene langjährige Jahresgang zeigt einen regelmässigen Verlauf mit hohen Grundwasserständen während des Sommers und tiefen Pegeln in den Wintermonaten. Selbst extreme Trockenperioden – wie in den Jahren 2003 und 2011 – führen hier zu keinem markanten Absinken des Wasserspiegels und somit auch nicht zu einem ausgeprägten Grundwasserdefizit.

Die Inbetriebnahme vieler Messstationen im Kanton Bern erfolgte in einer Periode mit gesamtschweizerisch hohen Grundwasserständen. Verantwortlich dafür war eine meteorologische Anomalie mit deutlich erhöhten Niederschlagsmengen in den Winterhalbjahren 1978 bis 1985.

Seit Mitte der 1980er-Jahre liegen im Allgemeinen stabile Verhältnisse vor, obwohl sich klimatische Periodizitäten natürlich auch im Schwankungsverhalten des Grundwassers widerspiegeln. Langjährige Trends mit kontinuierlich ansteigenden oder rückläufigen Wasserständen um bis zu 20 Zentimeter in 10 Jahren beschränken sich auf lokale Teilgebiete. Dazu gehören flussnahe Bereiche im Aaretal zwischen Thun und Bern, wo ein signifikant sinkender Grundwasserspiegel zu beobachten ist. Dies dürfte mit der Sohlenerosion der Aare zusammenhängen. Ebenfalls einen rückläufigen Trend weisen die Messstellen im Langenthaler Becken und im Bipperamt auf, wo die Ursachen noch unklar sind.

Vielseitige Belastungsquellen

Während das Grundwasser im schweizerischen Mittel etwa 80 Prozent zur Trinkwasserversorgung beiträgt, liegt sein Anteil im Bernbiet bei hohen 96 Prozent. Einzig in der Region Biel wird die Bevölkerung zum grössten Teil mit mehrfach aufbereitetem Wasser aus dem Bielersee beliefert. Daneben kommt Grundwasser auch als Brauchwasser für Gewerbe und Industrie zum Einsatz sowie zur Energiegewinnung und Kühlung. Als Teil des natürlichen Wasserkreislaufs sichert es zudem den Fortbestand grundwasserabhängiger Ökosysteme. Diese Funktionen sind durch verschiedene Belastungsquellen und entsprechende Stoffeinträge aus den Bereichen Siedlung, Verkehr, Industrie und Landwirtschaft sowie aus belasteten Standorten vielseitig gefährdet. Neben solchen qualitativen Beeinträchtigungen können sich auch bauliche Eingriffe nachteilig auf den Grundwasserhaushalt auswirken. Die Gewässerschutzgesetzgebung des Bundes legt deshalb Massnahmen zum Schutz und zur Überwachung des Grundwassers fest.

Entwicklung der Grundwasserqualität seit 2000

Seit dem Jahr 2000 wird im Kanton Bern auch die Qualität des Grundwassers systematisch überwacht. Dazu dient ein Netz von 29 Messstellen in Grundwasserfassungen, Quellen oder Tiefbohrungen, die mindestens zweimal jährlich beprobt werden. Die regelmässigen Untersuchungen der üblichen chemisch-physikalischen Parameter sowie weiterer chemischer Substanzen wie Pestizide, flüchtige organische Verbindungen und andere Mikroverunreinigungen ermöglichen es, langfristige qualitative Veränderungen frühzeitig zu erkennen und nötigenfalls Massnahmen zu ergreifen. Dieses kantonale Überwachungsnetz wird durch die Messstellen des Bundes im Rahmen der landesweiten Grundwasserbeobachtung NAQUA ergänzt. Zusätzlich kontrollieren die Wasserversorgungen und das Kantonale Labor die Qualität des Trinkwassers aus lebensmittelrechtlicher Sicht.

Seit dem Jahr 2000 wird die Qualität des Grundwassers im Bernbiet an 29 kantonalen Messstellen systematisch überwacht.

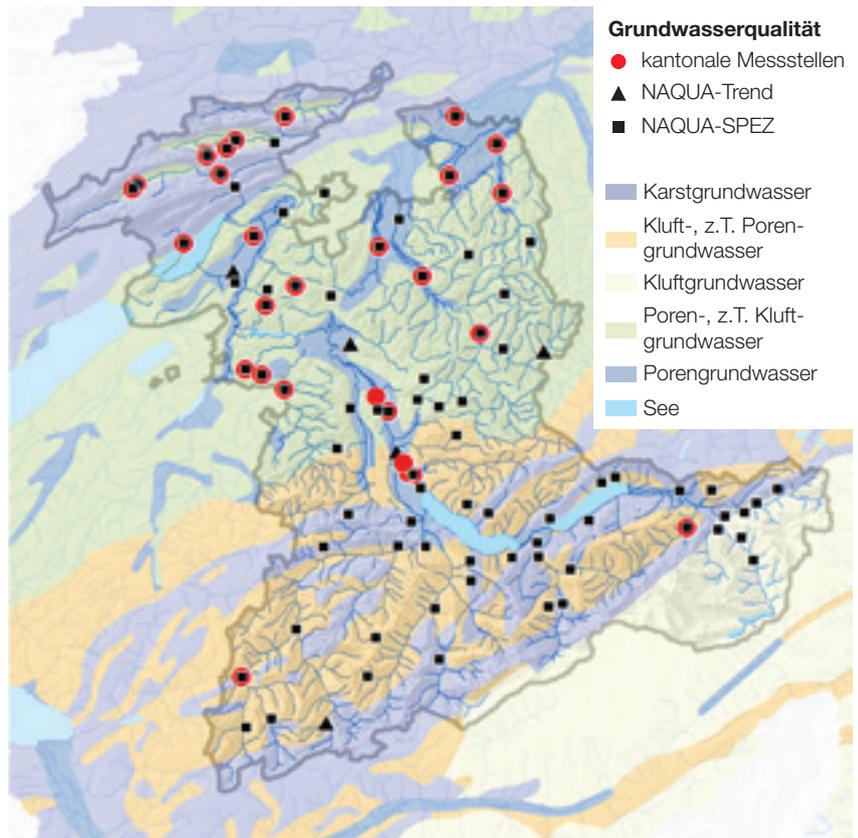


Überwachung der Grundwasserqualität

Nitratbelastung des Grundwassers

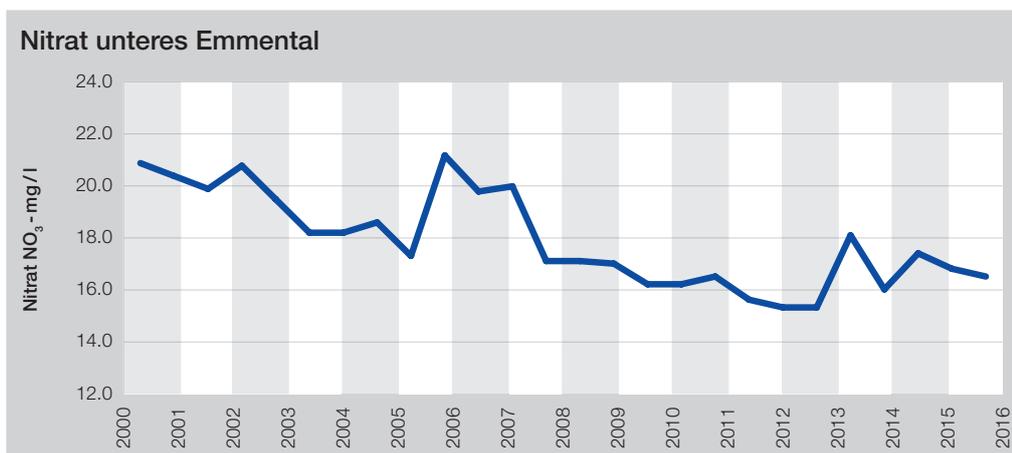
Nitrat (NO_3) ist eine pflanzenverfügbare und wasserlösliche Form von Stickstoff. Es entsteht beim Abbau von organischen Substanzen wie Pflanzenrückständen, Gülle, Mist oder Kompost und wird auch als Kunstdünger ausgebracht. Überschüssiges Nitrat, das die Pflanzen nicht aufnehmen, gelangt mit den versickernden Niederschlägen ins Grundwasser. Hier stehen erhöhte Konzentrationen denn auch in einem engen Zusammenhang mit dem Ackerbau und sind oft ein Indiz für Verunreinigungen durch weitere unerwünschte Fremdstoffe wie Pestizide oder ihre Umwandlungsprodukte (UP).

Die Gewässerschutzverordnung (GSchV) des Bundes legt für Grundwasser, das als Trinkwasser genutzt wird oder dafür vorgesehen ist, ein Qualitätsziel von 25 Milligramm Nitrat pro Liter ($\text{mg NO}_3/\text{l}$) fest, während die Verordnung über Fremd- und Inhaltsstoffe in Lebensmitteln (FIV) für Trinkwasser einen Toleranzwert von 40 $\text{mg NO}_3/\text{l}$ vorschreibt. Die 7 Messstellen, bei denen die Anforderung der GSchV entweder regelmässig oder vereinzelt überschritten wird, liegen ausschliesslich im Mittelland. Dagegen treten in den Alpen, im Jura sowie in Gebieten mit geringem Ackerbauanteil und grossen Waldflächen niedrige Belastungen auf. Auch Grundwasserfassungen mit viel Uferfiltrat entsprechen durchgehend den Vorgaben der GSchV – und zwar selbst in landwirtschaftlich intensiv genutzten Regi-



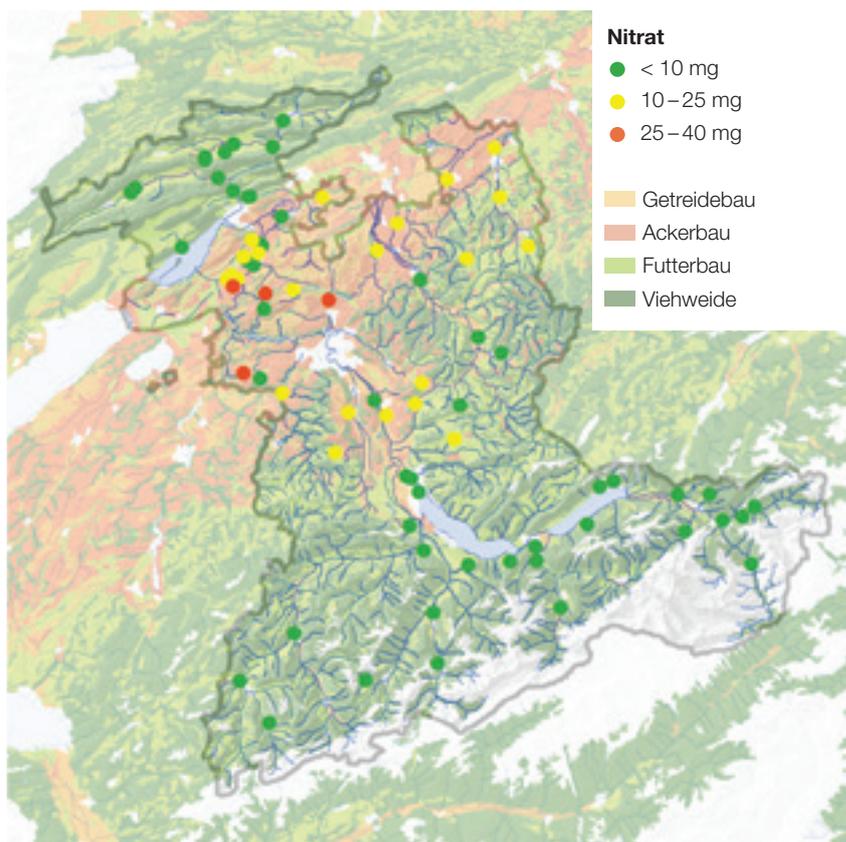
onen. Aussergewöhnlich ist die zwischen 2009 und 2012 beobachtete Entwicklung des Nitratgehalts bei der Messstelle Niederbipp mit einem Anstieg von 34 auf 116 $\text{mg NO}_3/\text{l}$. In einigen Messstationen zeigt sich von 2004 bis 2007 eine vorübergehend deutliche Zunahme der Nitratwerte, wobei ab 2012 und 2013 gebietsweise ein erneuter Anstieg zu erkennen ist. Nur 5 Standorte weisen seit Messbeginn tendenziell sinkende Konzentrationen auf, während sich überall sonst kein klarer Trend abzeichnet.

Messstellen der Grundwasserqualität im Kanton Bern



Sinkende Nitratbelastung im Gebiet des unteren Emmentals.

Nitratkonzentrationen an unterschiedlichen Standorten



Nitratkonzentrationen in der zweiten Hälfte des Jahres 2014: Im ackerbaulich intensiv genutzten Mittelland ist das Grundwasser am stärksten mit dem Nährstoff belastet.

Pflanzenschutzmittel und ihre Umwandlungsprodukte

Pflanzenschutzmittel (PSM) kommen vorwiegend in der Landwirtschaft zum Einsatz. Sie werden aber auch in Baumschulen, Privatgärten und Fassadenanstrichen sowie auf Sportanlagen und Flachdächern verwendet. Neben direkten Abschwemmungen können PSM auch über das Abwasser in die Fließgewässer und in das Grundwasser gelangen. Die numerische Anforderung der GSchV beträgt 0,1 Mikrogramm pro Liter ($\mu\text{g}/\text{l}$) je Einzelstoff.

Im Kanton Bern liessen sich PSM und ihre Umwandlungsprodukte (UP) seit Messbeginn an 13 von 29 Messstellen nachweisen, die alle in Gebieten des Mittellandes mit intensivem Ackerbau liegen. Am häufigsten fand man dabei die Substanzen Desphenyl-Chloridazon, Metolachlor-ESA, Desethylatrazin, Atrazin und Methyl-Desphenyl-Chloridazon. Deutlich weniger oft – und zum Teil in sehr tiefen Konzentrationen – stiess das AWA zudem auf Diuron, Isoproturon, Metazachlor, Desisopropylatrazin und Metolachlor-OXA.

Erfreulich ist die Entwicklung beim inzwischen verbotenen Herbizid Atrazin, das sich in 4 von ursprünglich 6 belasteten Messstellen nicht mehr nachweisen lässt.

Bei 2 Stationen sind die Konzentrationen seit 2004 von $0,06 \mu\text{g}/\text{l}$ um mindestens die Hälfte gesunken. Ein ähnliches Bild zeigt sich beim Umwandlungsprodukt Desethylatrazin. Seit 2002 liegen die Gehalte für beide Substanzen an sämtlichen Messstellen meist deutlich unter dem Referenzwert der GSchV.

Anders sieht es mit den UP Desphenyl-Chloridazon und Methyl-Desphenyl-Chloridazon aus, die das AWA ab 2010 neu ins kantonale Messprogramm aufgenommen hat. Diese Substanzen sind stabile Umwandlungsprodukte des Herbizids Chloridazon, das seit den 1960er-Jahren hauptsächlich beim Anbau von Zuckerrüben eingesetzt wird. Während für die Ausgangssubstanz keinerlei Nachweise im Grundwasser bestehen, überschreiten die Konzentrationen der beiden Umwandlungsprodukte den Anforderungswert von $0,1 \mu\text{g}/\text{l}$ an einigen Messstellen zum Teil um mehr als das Zehnfache. Solche Belastungen sind insbesondere im bernischen Seeland – einem Zentrum des Zuckerrübenanbaus – weit verbreitet. An den meisten Messstandorten ist in den letzten Jahren kein Entwicklungstrend zu erkennen.

Relativ häufig nachgewiesen hat man auch das ebenfalls seit 2010 überwachte Umwandlungsprodukt Metolachlor-ESA. Dabei ermittelte das AWA an 4 Messstandorten Gehalte, die zum Teil weit über dem Anforderungswert von $0,1 \mu\text{g}/\text{l}$ für die Ausgangssubstanz liegen.

Beim Anbau von Zuckerrüben setzen die Landwirte oft das Herbizid Chloridazon ein. Die Konzentrationen des sehr stabilen Umwandlungsprodukts Desphenyl-Chloridazon im Grundwasser überschreiten den Anforderungswert zum Teil um mehr als das Zehnfache.

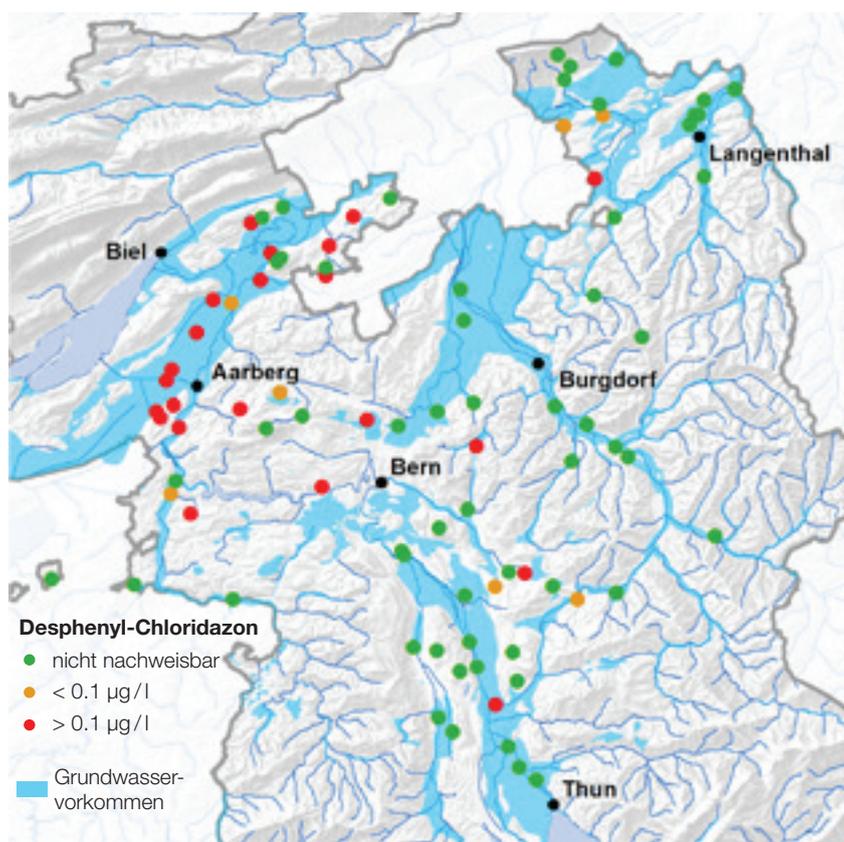


Pflanzenschutzmittel und ihre Umwandlungsprodukte

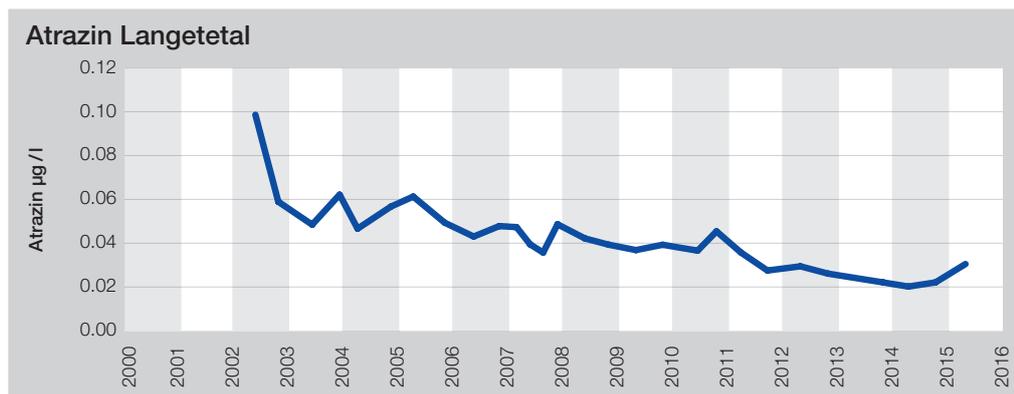
Flüchtige organische Verbindungen

Wichtigste Vertreter der flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) sind aliphatische, aromatische und halogenierte Kohlenwasserstoffe. Im Rahmen der Grundwasserüberwachung untersucht das AWA drei Stoffgruppen. Die monozyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (MAKW) werden vor allem in Brenn- und Treibstoffen sowie als Lösungsmittel eingesetzt. Die zweite Kategorie der Methyl-tertiär-butylether (MTBE) und Ethyl-tertiär-butylether (ETBE) findet in der Schweiz als Antiklopffmittel im Benzin Verwendung. Aufgrund ihrer hohen Persistenz und Mobilität im Untergrund stellen diese Additive eine Gefahr für das Grundwasser dar. Zur dritten Gruppe gehören die flüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffe (FHKW), welche Fluor-, Chlor-, Brom- oder Iod-Atome enthalten. Industrie- und Gewerbebetriebe nutzen sie als Lösungs-, Reinigungs- oder Kältemittel.

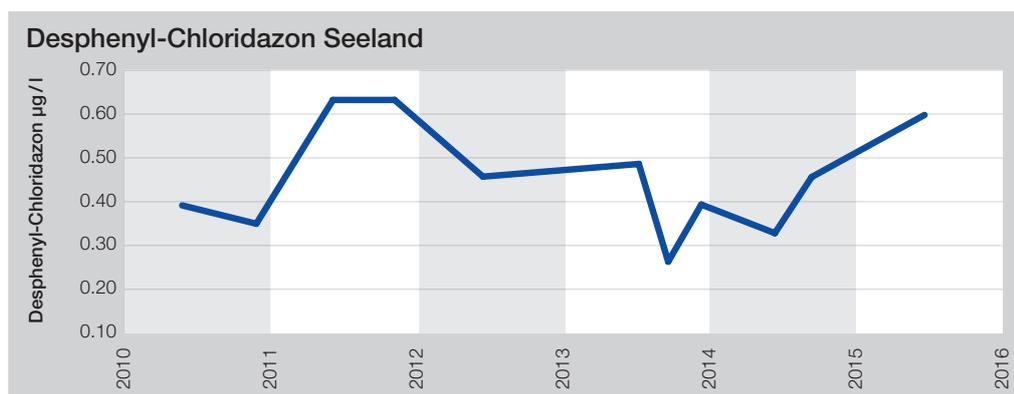
Für MAKW und FHKW gilt in der GSchV der Anforderungswert von 1 µg/l je Einzelstoff, und für MTBE gibt die Wegleitung



Hohe Konzentrationen an Umwandlungsprodukten des Herbizids Chloridazon finden sich vor allem in den Zentren des Zuckerrübenanbaus rund um die Zuckerfabrik Aarberg.



Sinkende Atrazinbelastung im Grundwasserleiter des Langetetals.



Beim Desphenyl-Chloridazon ist noch kein Trend erkennbar.

Grundwasserschutz des BAFU einen Indikatorwert von 2 µg/l an. Die am häufigsten nachgewiesenen VOC sind die FHKW Tetrachlorethen (Per) und Trichlormethan. Beim Per wird der Anforderungswert von 1 µg/l seit Messbeginn nur an einem von sieben Standorten permanent überschritten. Allerdings nehmen die Konzentrationen kontinuierlich ab. Bei zwei weiteren Messstellen sind die Gehalte in den letzten Jahren dauerhaft unter 1 µg/l gefallen. An den übrigen Messstationen gab es keine Überschreitung der gesetzlichen Anforderungen. Bis auf eine Ausnahme ohne ersichtlichen Trend nehmen die Belastungen in allen Messstellen tendenziell ab. Beim Trichlormethan stellte das AWA nur in einem von vier Fällen mit einem Nachweis dieser Substanz eine Überschreitung des Anforderungswerts fest.

Eingeklemmt zwischen Eisenbahnlinie, Strasse und Rebberg: Eine mehrfach gefährdete Grundwasserfassung am Nordufer des Bielersees.

Weitere vereinzelte Nachweise von VOC in geringen Konzentrationen betreffen Bromdichlormethan, Dibromchlormethan, 1,1,1-Trichlorethan, Trichlorethen, Toluol, Benzol, Bentazon und MTBE.

Weitere Mikroverunreinigungen

Bei den Industriechemikalien tritt das Korrosionsschutzmittel Benzotriazol mit insgesamt 8 Nachweisen relativ häufig auf. Seine Konzentrationen liegen jedoch deutlich unter dem Indikatorwert gemäss Wegleitung Grundwasserschutz von 1 µg/l. Seit 2012 umfasst das kantonale Überwachungsprogramm auch die bisher in keiner Messstelle gefundenen Arzneimittel Carbamazepin, Diclofenac, Sulfamethoxazol und Acetylsulfamethoxazol. Neu hat das AWA nun zusätzlich auch den künstlichen Süsstoff Acesulfam ins kantonale Messprogramm aufgenommen.

Gesamtbeurteilung der qualitativen Beeinträchtigungen

Gestützt auf sämtliche Untersuchungsergebnisse ist das Grundwasser im Kanton Bern allgemein von einer guten Qualität – zumindest dort, wo es als Trinkwasser genutzt wird. In der Regel treten qualitative Defizite räumlich beschränkt auf, wobei die gemessenen Konzentrationen an





Trotz einzelner Problemfälle ist das Grundwasser im Kanton Bern allgemein von einer guten Qualität. In den als Trinkwasser genutzten Vorkommen liegen die Fremdstoffkonzentrationen fast überall deutlich unter den Toleranz- oder Grenzwerten der Lebensmittelgesetzgebung.

Fremdstoffen fast überall deutlich unter den jeweiligen Toleranz- oder Grenzwerten der Lebensmittelgesetzgebung liegen. Anders verhält es sich in den urbanen Zentren, wo teilweise grossräumige Grundwasserverschmutzungen – insbesondere mit VOC – bestehen. Hauptursachen dafür sind defekte Kanalisationsleitungen, Altlasten, Unfälle oder nicht konforme Versickerungsanlagen. Obwohl in diesen Gebieten heute kein Trinkwasser mehr gefördert wird, erscheinen solche Belastungen im Hinblick auf andere Nutzungen des Grundwassers wie zum Beispiel die Wärme- oder Kältenutzung problematisch. Um eine räumliche Verschleppung der Belastungen zu vermeiden, muss das mit Schadstoffen kontaminierte Grundwasser vor der Rückgabe nämlich oftmals unter grossem finanziellem und technischem Aufwand gereinigt werden.

solche Umwandlungsprodukte bisher keine verbindlichen Richt- oder Vorsorgewerte kennt, ist die Umsetzung von wirksamen Schutzmassnahmen schwierig. Um einen einheitlichen und koordinierten Vollzug durch die Kantone sicherstellen zu können, besteht hier deshalb ein dringender Handlungsbedarf. Im Rahmen der Revision der Gewässerschutzgesetzgebung ist dieser Problematik Rechnung getragen worden. So kann das UVEK ab 2016 zusätzliche numerische Anforderungen für Umwandlungsprodukte festlegen.

www.be.ch/awa > Grundwasser

www.be.ch/awa > Messdaten > Grundwasser

Ein neues Problem ist in den letzten Jahren mit dem verbreiteten Nachweis von Pestizid-Umwandlungsprodukten in Ackerbaugebieten aufgetreten. Zwar stufen Toxikologen diese Substanzen meist als nicht relevant ein und beurteilen sie nach heutigem Wissensstand für die Gesundheit von Mensch und Tier als unbedenklich. Trotzdem handelt es sich dabei um unerwünschte Fremdstoffe, die im Interesse eines vorsorglichen Gewässerschutzes nicht im Grundwasser vorkommen sollen. Weil die schweizerische Gesetzgebung für



Impressum

Herausgeber

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

Dezember 2015

Autoren

Jean-Daniel Berset, Jean-Pierre Clément, Toni Dervej, Heinz Habegger,
Vinzenz Maurer, Claudia Minkowski, Rico Ryser, Rolf Tschumper,
Markus Zeh (alle AWA)
Beat Jordi, Journalist, Biel

Bilder AWA

Vinzenz Maurer, Markus Zeh

Produktion

Grafik & Gestaltung: Hanspeter Tschopp (AWA)
Druck: Vögeli Druckzentrum AG, Langnau

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