KANTON solothurn

Amt für Umwelt

Zustand Solothurner Gewässer

2020

KANTON solothurn

Amt für Umwelt

Zustand Solothurner Gewässer

2020

3 **Vorwort**

4 **Zur Sache**

7 **Oberflächengewässer**
9 Chemische Qualität der Oberflächengewässer
21 Biologischer Gewässerzustand

25 **Grundwasser und Quellen**
26 Chemische Qualität des Grundwassers
34 Grundwasserschutzzonen

37 **Abwasser**
38 Abwasserreinigung im Wandel der Zeit
40 Schwermetalle im Abwasser
42 Aufhebung kleiner Abwasserreinigungsanlagen
44 Energie aus Abwasser

47 **Im Fokus**
48 Fremdwasser
50 Pestizide: Solothurner Aktionsplan
53 Sanierung Inkwilersee
56 Trockenperioden
58 Mikroplastik

61 **Anhang**
62 Beurteilungskriterien für Oberflächengewässer und Grundwasser

Vorwort

Wie steht es eigentlich um die Wasserqualität in unseren Bächen, Flüssen und im Grundwasser? «Generell gut», lautet die gängige Antwort. Sie deckt sich mit unseren persönlichen Erfahrungen: Wir baden im Sommer mit grossem Vergnügen in unseren Flüssen oder erfrischen uns mit Wasser, das zu Hause aus dem Hahn sprudelt.

Das Vertrauen in die Solothurner Wasserqualität ist der Lohn von jahrzehntelangen Anstrengungen im Gewässerschutz. Doch in letzter Zeit trüben wissenschaftliche Studien unsere Freude. Sie zeigen, dass durch menschliche Aktivitäten eine Vielzahl an Mikroverunreinigungen in ober- und unterirdische Gewässer gelangen. Darunter fallen Stoffe, die bereits in kleinsten Konzentrationen für aquatische Lebensgemeinschaften toxisch sein können.

So stellt im Sommer 2019 die Nachricht von erhöhten Konzentrationen von relevanten Abbauprodukten des Pestizid-Wirkstoffs Chlorothalonil im Grundwasser viele Wasserversorgungen vor grosse Probleme und verunsichert die Bevölkerung. Sind solch schwer abbaubare Substanzen einmal im Grundwasser, werden sie uns aufgrund der langen Verweilzeiten noch über Jahrzehnte beschäftigen. Auch in den Oberflächengewässern werden Mikroverunreinigungen in problematisch hohen Konzentrationen nachgewiesen. Dem Gewässerschutz stellen sich neue Herausforderungen.

Die Politik hat erste Massnahmen zur Reduktion dieser neuen Gruppe von problematischen Substanzen in die Wege geleitet. So sollen die grossen Abwasserreinigungsanlagen oder solche, deren Abwasser in empfindliche Gewässer geleitet wird, technisch aufgerüstet werden, sodass die meisten Mikroverunreinigungen eliminiert werden. Auch die Einträge von Pestiziden in die Gewässer sollen mit dem *Aktionsplan Pflanzenschutzmittel* reduziert werden. Weitere Schritte werden folgen müssen. Dabei kommt vorausschauenden Massnahmen, insbesondere beim Schutz des sich nur langsam erneuernden Grundwassers, besondere Bedeutung zu.

Wirksame Massnahmen für die Zukunft gründen auf einem differenzierten Bild des heutigen Zustands. Um Defizite im Gewässerzustand aufzuzeigen und den Handlungsbedarf abzuleiten, braucht es koordinierte Untersuchungen, welche interpretiert und in Kontext gesetzt werden. In diesem Sinne liefert der vorliegende Bericht wichtige Grundlagen für die Massnahmenplanung zur mittel- und langfristigen Verbesserung der Gewässerqualität.

Martin Würsten, Chef Amt für Umwelt

Ein kantonaler Bericht zum Zustand der Oberflächengewässer und des Grundwassers wurde erstmals im Jahr 2000 herausgegeben und 2008 sowie 2015 (Foto) fortgeschrieben. Mit der hier vorliegenden Ausgabe 2020 werden die Rohdaten ergänzt, die auf der Internetseite des Amts für Umwelt (AfU) platziert sind:

so.ch/umweltdaten
> Wasser
> Gewässerschutz

Zur Sache

Menschliche Aktivitäten belasten die Gewässerqualität von ober- und unterirdischen Gewässern auf vielfältige Weise. Dieser Zustandsbericht zeigt, wo die Ziele des Gewässerschutzes erreicht werden und wo der Mensch ober- und unterirdische Wasservorkommen potenziell gefährdet. Daneben stehen aktuelle Themen des Vollzugs im Fokus.

Oberflächengewässer

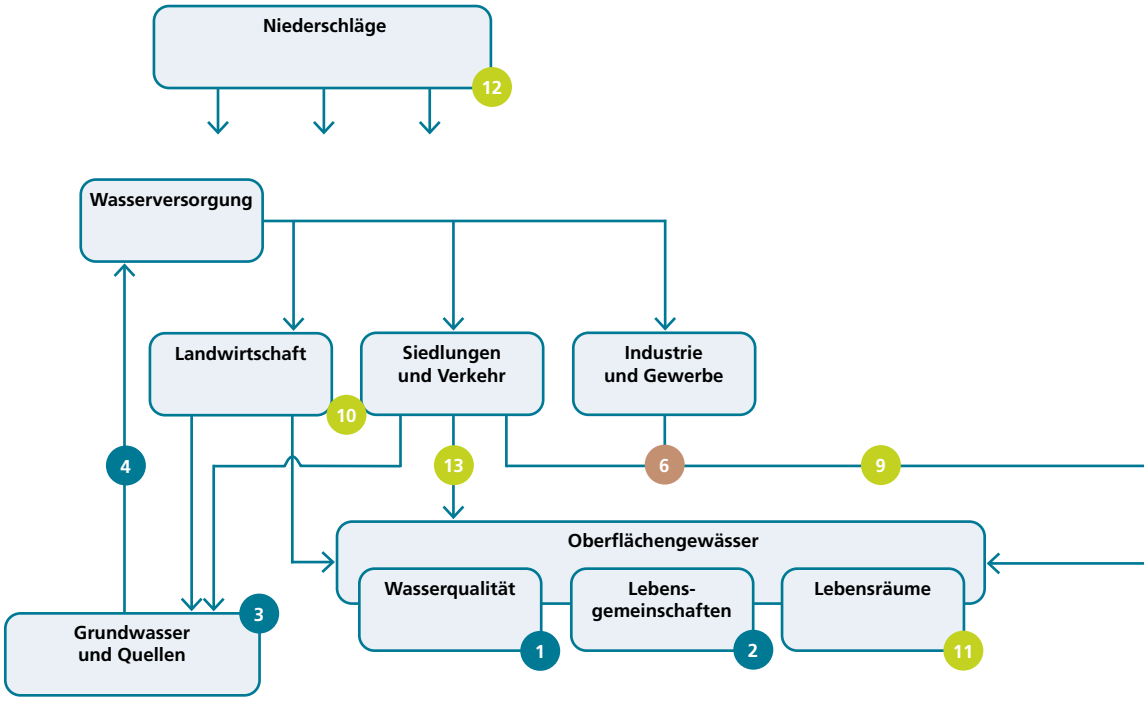
1 Schadstoffe gelangen aus Siedlungsgebieten, von Verkehrswegen und von landwirtschaftlich genutzten Flächen direkt oder mittelbar in Oberflächengewässer. Die Analysen der **chemischen Wasserqualität** zeigen, dass trotz grosser Fortschritte die Ziele des Gewässerschutzes noch nicht flächendeckend erreicht werden.

2 Veränderungen der Wasserqualität beeinflussen die natürlicherweise in den Gewässern vorkommenden Lebensgemeinschaften. Die Untersuchungen zur **biologischen Wasserqualität** an der Dünnern zeigen beispielhaft, wie sich die Zusammensetzung der Artengemeinschaft der Wasserwirbellosen entlang des Flusslaufs verändert.

Grundwasser und Quellen

3 Spuren von menschlichen Aktivitäten können auch im Grundwasser nachgewiesen werden. Insbesondere der **Nitratgehalt** und die Anzahl der nachgewiesenen **Pestizide** werfen hier Fragen auf.

4 Um das Grundwasser vor Verunreinigungen zu schützen, werden **Schutzzonen** um Pumpwerke oder Quellfassungen der öffentlichen Wasserversorgungen gelegt. Der Beitrag zum planerischen Grundwasserschutz zeigt, wie es um die Schutzwirkung der Grundwasserschutzzonen im Kanton Solothurn steht.



Der Gewässerschutz tangiert viele Fachbereiche und Interessen – von Grundwasserressourcen über die Abwasserreinigung bis hin zu Landwirtschaft und Biodiversität. Text und Grafik veranschaulichen, wie diese Themen in diesem Bericht verortet werden können.

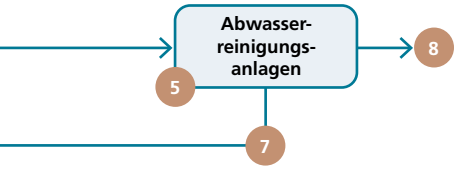
Abwasser

5 Die kommunale und regionale **Abwasserreinigung** ist ein zentraler Erfolgsfaktor für die Errungenschaften im Gewässerschutz. Neue Herausforderungen sind die Fremdwasserelimination bei den Abwasserreinigungsanlagen und die Optimierung der Kanalisationsnetze.

6 Die Untersuchung von Biofilmen auf der Innenseite von Kanalisationsleitungen ermöglicht die Ermittlung **schwermetallhaltiger Einleitungen.** Im Einzugsgebiet der Abwasserreinigungsanlage Grenchen konnten auf diese Weise Industriebetriebe ausgemacht werden, welche ihr Abwasser besser vorbehandeln müssen.

7 Bei kommunalen Abwasserreinigungsanlagen steht neben einem möglichen Ausbau auch deren **Aufhebung** und Anschluss an grössere Anlagen zur Debatte. In den Jahren 2011 bis 2016 wurden im Kanton Solothurn drei kleine Abwasserreinigungsanlagen aufgehoben (Nuglar, Wisen, Welschenrohr). Die Gewässerqualität der unterliegenden Gewässer hat sich danach deutlich verbessert.

8 Im Abwasser und im anfallenden Klärschlamm steckt viel **Energie.** Diese kann in verschiedenen Formen gewonnen und genutzt werden, was im Kanton Solothurn bereits grosstechnisch umgesetzt wird.



Im Fokus

9 **Fremdwasser** ist sauberes Wasser, das ohne Not in die Kanalisation geleitet wird. Das kann Grundwasser sein, das in undichte Abwasserleitungen eindringt, oder Wasser, das aus Sickerleitungen oder Drainagen zufliesst. Die Kanalisationen, die Mischwasserbehandlung und die Abwasserreinigungsanlagen werden dadurch unnötig belastet.

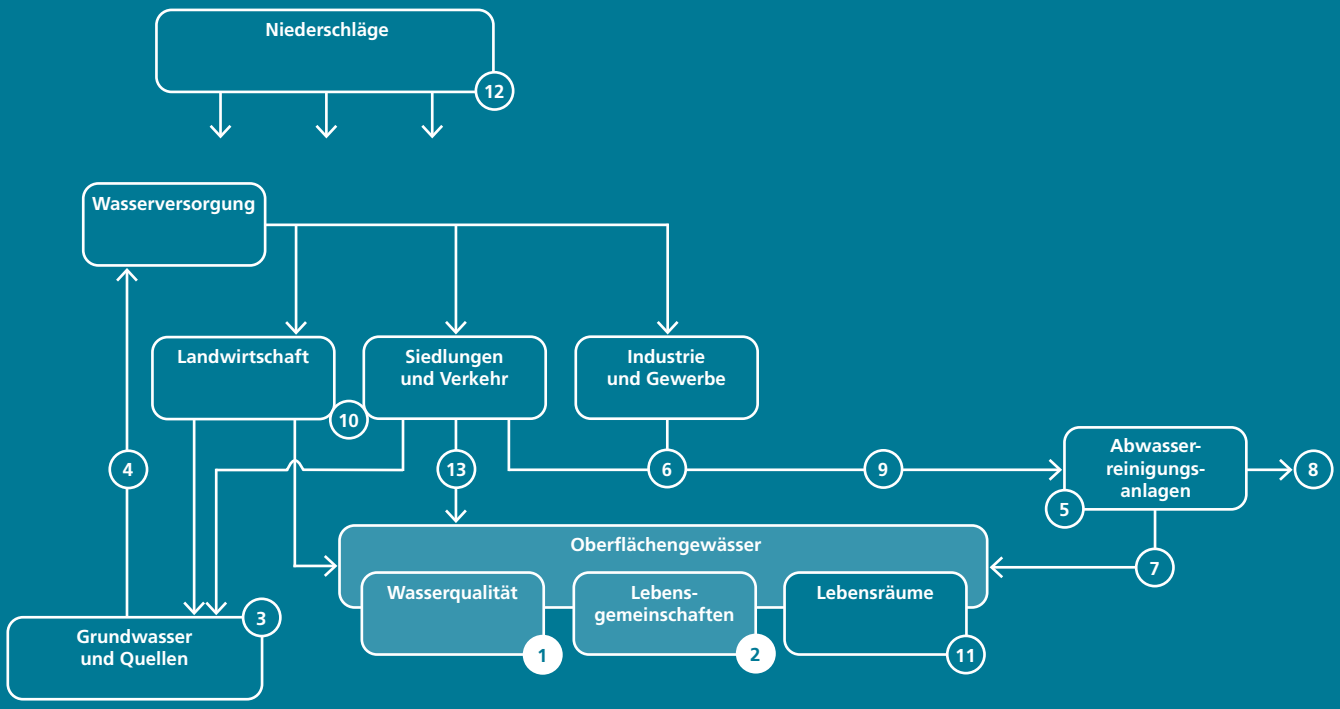
10 Der Bundesrat hat 2017 einen Aktionsplan zur Risikoreduktion von **Pflanzenschutzmitteln** verabschiedet. Basierend darauf hat der Kanton Solothurn einen kantonalen Massnahmenplan ausgearbeitet. Um die Wirkung dieses Aktionsplans zu überprüfen, ist das Amt für Umwelt (AfU) mit dem Monitoring und der Erfolgskontrolle bei den solothurnischen Gewässern betraut.

11 Mit der Sedimententnahme wurde 2018 die bisher umfangreichste Massnahme zur Sanierung des **Inkwilersees** umgesetzt: Ein Saugbagger entfernte Sedimente im Uferbereich und machte damit die Verlandung teilweise rückgängig.

12 Der Klimawandel macht auch vor dem Kanton Solothurn nicht halt. Immer klarer zeichnen sich zukünftige Muster ab: im Winter fällt mehr Niederschlag, während die Sommer nicht nur wärmer werden, sondern immer häufiger auch durch **Trockenheit** geprägt werden. Mit Folgen auch für die Gewässer.

13 Die Verschmutzung der Umwelt durch Plastikabfälle ist ein Problem, das inzwischen die breite Öffentlichkeit beunruhigt. Weniger bekannt ist allerdings, dass kleine und kleinste Plastikteile, sogenanntes **Mikroplastik,** zusehends unsere Gewässer belasten. Neben dem Rückhalt von Mikroplastik in Abwasserreinigungsanlagen braucht es auch Reduktionsmassnahmen an der Quelle des Problems.

Oberflächengewässer



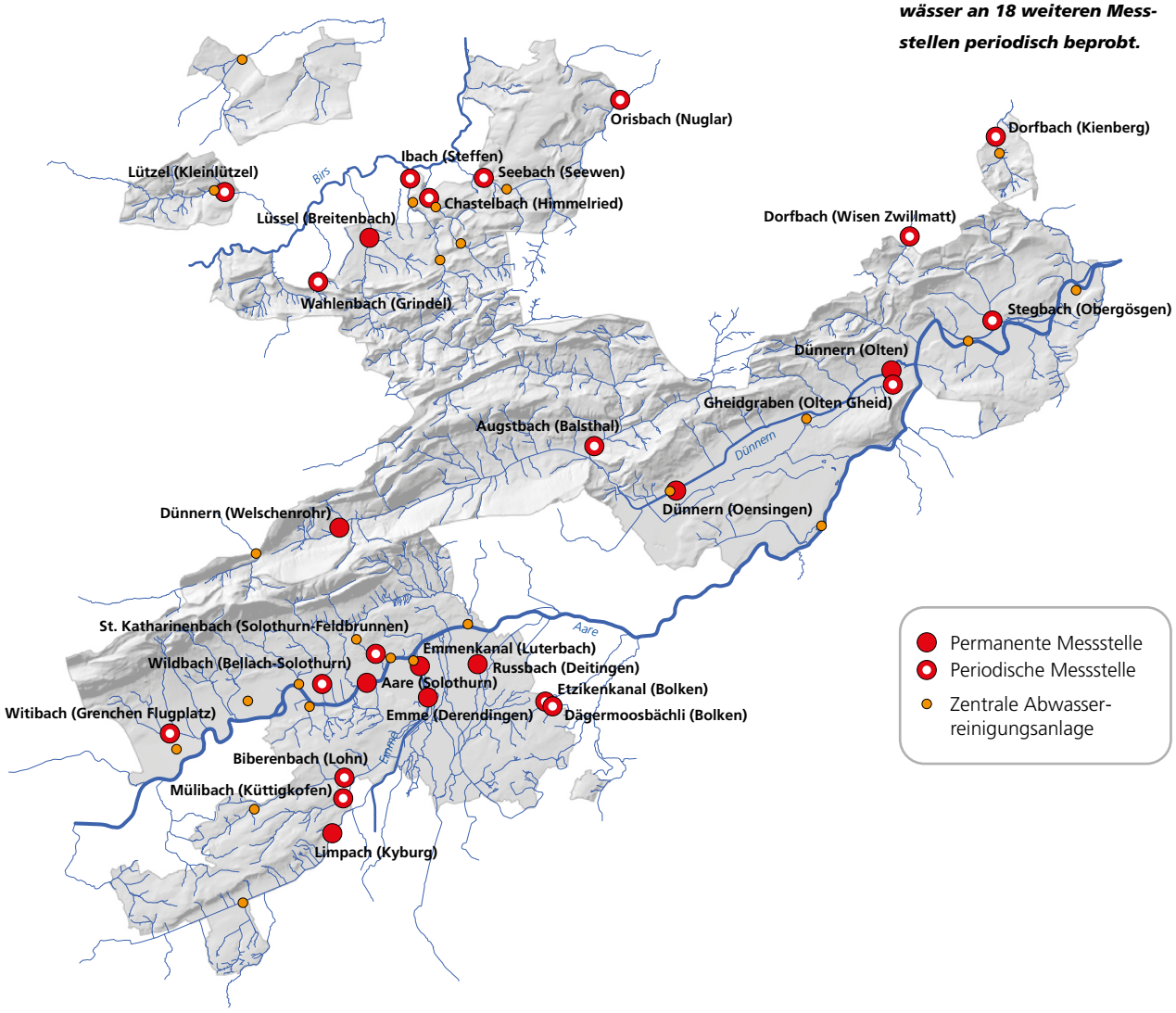
Solothurn Tourismus | Tino Zurbrügg

1 Chemische Qualität der Oberflächengewässer

Generell ist die chemische Qualität der Oberflächengewässer im Kanton Solothurn gut. Aber in fast allen Bach- und Flussläufen gibt es Spuren menschlicher Einwirkungen. Trotz beträchtlicher Fortschritte werden deshalb die Ziele, die in der Gewässerschutzgesetzgebung festgelegt sind, noch längst nicht flächendeckend erreicht.

Bereits seit 1967 überwacht der Kanton Solothurn den chemischen Zustand seiner Oberflächengewässer. Zu Beginn galt die Aufmerksamkeit nur der Aare und der Emme. Seit 1994 ist das Monitoring stark ausgebaut worden und umfasst nun insgesamt 27 Messstellen. Davon befinden sich 9 an Hauptgewässern, die **monatlich** beprobt werden. Die übrigen Messstellen überwachen Bachläufe unterschiedlicher Grösse. Diese Nebengewässer werden nicht permanent beprobt, sondern **periodisch** über drei Regionen in einem Sechsjahresrhythmus. Die Zuflüsse zum Inkwilersee (Etzikenkanal und Dägermoosbächli) werden alternierend im Zweimonatsrhythmus gemessen.

Da gesetzlich die Einhaltung der Anforderungen über den ganzen Gewässerlauf hinweg vorgeschrieben ist, werden bewusst auch besonders **heikle Stellen** untersucht. Dazu zählen einerseits Wasserläufe unterhalb von Einleitungen aus Abwasserreinigungsanlagen, andererseits geht es um ländliche Einzugsgebiete, die durch intensive ackerbauliche oder viehwirtschaftliche Nutzung geprägt sind.



Messstellennetz zur Wasserqualität: Seit 1994 werden im Kanton Solothurn die Hauptgewässer an 9 Messstellen permanent und die Nebengewässer an 18 weiteren Messstellen periodisch beprobt.

Das analytische Messprogramm umfasst folgende Parameter:

Monatlich	• Wassertemperatur • Leitfähigkeit • pH-Wert • Sauerstoffkonzentration und Sauerstoffsättigung • BSB_5 (biochemischer Sauerstoffbedarf nach 5 Tagen) • DOC (Dissolved Organic Carbon): gelöster organischer Kohlenstoff • Ammonium, Nitrit und Nitrat (Stickstoffverbindungen) • Phosphorgehalte als Phosphat und als Gesamtphosphor
Sechsmal pro Jahr	• AOX (adsorbierbare organisch gebundene Halogene)
Zweimal pro Jahr	• Gelöste Schwermetalle: Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Arsen, Zink • Pestizide: 2008/2009: 12 untersuchte Pestizide und Abbauprodukte Seit 2010: 24 untersuchte Pestizide und Abbauprodukte

Analytisches Messprogramm. Bei der Probenahme messen die Fachleute alle Feldparameter (Wassertemperatur, Sauerstoffkonzentration, Leitfähigkeit, pH-Wert) vor Ort. Anschliessend übergeben sie die gekühlten Wasserproben dem Labor der kantonalen Lebensmittelkontrolle zur ausführlichen Analyse.

Lokal oder regional wird das Langzeitmonitoring durch Spezialuntersuchungen ergänzt. Diese dienen als Erfolgskontrolle, zum Beispiel nach der Aufhebung einer Abwasserreinigungsanlage oder zur genaueren Analyse von Verschmutzungen.

Die Gesamtbeurteilung der chemischen Wasserqualität über die vergangenen zehn Jahre (vgl. Tabelle rechts) verdeutlicht, dass bei den meisten Messstellen die Anforderungen an die chemische Wasserqualität weiterhin nicht vollständig erfüllt werden. Die Gesamtsituation im Kanton über das **vergangene Jahrzehnt** lässt sich wie folgt zusammenfassen:

Für die gemessenen Parameter gibt es numerische Anforderungen, sei es durch die eidgenössische Gewässerschutzverordnung (GSchV) oder durch die Richtlinien des Bundesamts für Umwelt (BAFU). Die Messdaten werden in Qualitätsklassen eingestuft, wie sie das Modul-Stufen-Konzept des BAFU beschreibt. Auf diese Weise können die verschiedenen Schadstoffe miteinander verglichen und ein Überblick über die Qualität unserer Bäche erhalten werden. Diese Beurteilungskriterien sind im Anhang zusammengestellt.

- Nur die Aare hält die gesetzlichen Anforderungen durchgehend ein. Bei den folgenden Gewässern werden geringe Überschreitungen gemessen: Lüssel, Wildbach, Witibach, Lützel, Wahlenbach, Augstbach, Gheidgraben. Bei allen übrigen Messstandorten werden die Anforderungen für mehrere Parameter teils deutlich überschritten.
- Die Wasserqualität der Dünnern entspricht auf dem ganzen Flussverlauf nicht den Anforderungen. Im Oberlauf bei Welschenrohr sind dafür in erster Linie erhöhte Werte von gelöstem organischem Kohlenstoff (DOC) verantwortlich, welche auch einen natürlichen Ursprung haben können. Flussabwärts verschlechtert sich die Wasserqualität. So werden in der Dünnern bei Olten auch die Anforderungen für Phosphor, Stickstoff sowie den Sauerstoffbedarf (BSB_5) regelmässig überschritten.
- Generell werden die Anforderungen in kleinen Fliessgewässern häufiger überschritten. Bei den Emme-Zuflüssen am Bucheggberg (Mülibach, Limpach und Biberenbach) und einigen Bächen im Schwarzbubenland (Seebach und Chastelbach) wurden die Anforderungen für viele Parameter überschritten bzw. fallen die Bewertungen besonders schlecht aus. Bäche wie der Mülibach oder der Etzikenkanal am Inkwilersee werden durch sogenannte diffuse Einträge aus der Landwirtschaft ebenso stark belastet wie jene mit einer Abwasserreinigungsanlage im Einzugsgebiet. Die Aufhebung der oberliegenden Abwasserreinigungsanlagen verbesserte die Wasserqualität im Dorfbach Wisen und im Orisbach.

- An vielen Messstellen ist ein Anstieg der **Kupferwerte** über den Anforderungswert zu beobachten. Besonders augenfällig ist die Zunahme der Überschreitungen seit dem Jahr 2016.
- Die übrigen Schwermetallwerte verbesserten sich erheblich. Für Cadmium, Nickel und Blei zeigt heute keine der Messstellen erhöhte Konzentrationen mehr an. Die Anforderungen für **Chrom** werden nur noch im Mülibach (geogene Ursache) und jene für **Zink** nur noch in der Dünnern überschritten.
- Bei der Hälfte der untersuchten Messstellen (14 von 27) wurden zu hohe **Pestizidkonzentrationen** gemessen. Am meisten Substanzen, welche die Anforderungen überschritten, wurden in landwirtschaftlich intensiv genutzten Einzugsgebieten gemessen: im Limpach (10 verschiedene Substanzen) und im Russbach (5 verschiedene Substanzen).

Gilt für alle Tabellen in diesem Kapitel

Messung	Gewässer	Messstelle	Allgemeine Parameter	Schwermetalle	Pestizide
permanent	Aare	Solothurn			
	Dünnern 1	Welschenrohr			
	Dünnern 2	Oensingen			
	Dünnern 3	Olten			
	Emme	Derendingen			
	Emmenkanal	Luterbach			
	Limpach	Kyburg			
	Lüssel	Breitenbach			
	Russbach	Deitingen			
periodisch Region 1	Biberenbach	Lohn			
	Mülibach	Küttigkofen			
	St.Katharinenbach	Solothurn-Feldbrunnen			
	Wildbach	Bellach-Solothurn			
	Witibach	Grenchen Flugplatz			
periodisch Region 2	Chastelbach	Himmelried			
	Ibach	Steffen			
	Lützel	Kleinlützel			
	Orisbach	Nuglar			
	Seebach	Seewen			
	Wahlenbach	Grindel			
periodisch Region 3	Augstbach	Balsthal			
	Dorfbach Kienberg	Kienberg			
	Dorfbach Wisen	Wisen Zwillmatt			
	Gheidgraben	Olten Gheid			
	Stegbach	Obergösgen			
Seezuflüsse	Dägermoosbächli	Bolken			
	Etzikenkanal	Bolken			

Gesamtbeurteilung der Oberflächengewässer. Massgebend ist jeweils der Parameter mit der schlechtesten Einstufung innerhalb einer Messperiode. Die Gesamtbeurteilung erfolgt nach allgemeinen Parametern (Ammonium, Nitrit, Nitrat, Phosphat, BSB_5 und DOC), Schwermetallen (Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Zink) sowie Pestiziden.

Beurteilungsperioden
2008/2009 — 2010/2011 — 2012/2013 — 2014/2015 — 2016/2017 — 2018

Allgemeine Parameter
- Zustand sehr gut
- Zustand gut
- Zustand mässig
- Zustand unbefriedigend
- Zustand schlecht
- nicht gemessen
- Anforderung der GSchV bzw. Zielvorgabe des BAFU erfüllt

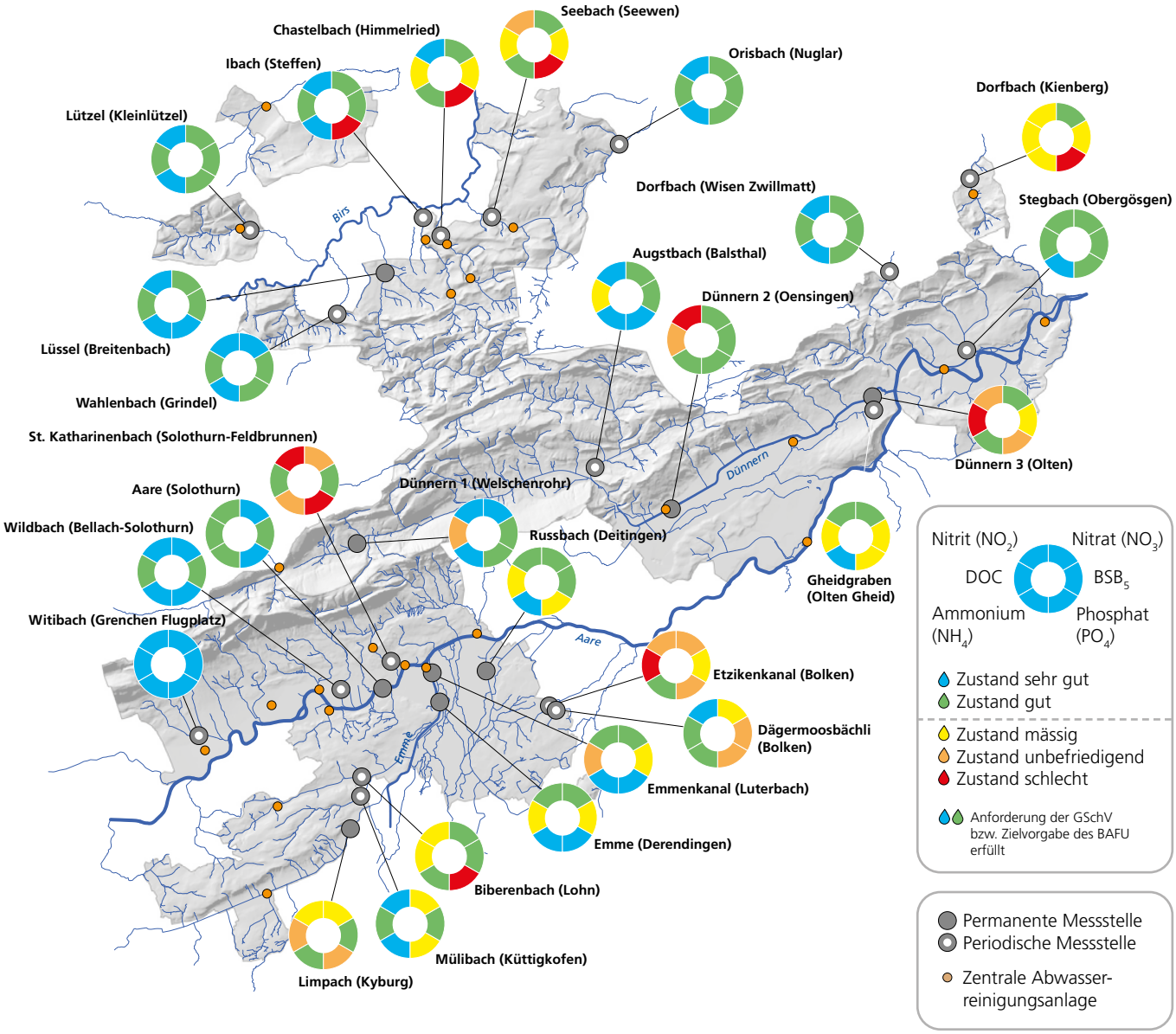
Schwermetalle u. Pestizide
- Anforderung erfüllt
- Anforderung nicht erfüllt
- nicht gemessen

Organische Substanzen, Stickstoffverbindungen und Phosphorgehalte

Die Anforderungen für organische Substanzen, Stickstoffverbindungen und Phosphorgehalte werden immer noch vielerorts überschritten. Nur 9 der 27 untersuchten Gewässerläufe gelten bei der Auswertung der jüngsten Messjahre als unbelastet: Aare in Solothurn, Lüssel, Wildbach, Witibach, Lützel, Orisbach, Wahlenbach, Dorfbach Wisen und Stegbach.

Bei den anderen Gewässern gibt es grosse Unterschiede. Bis auf **einen Parameter** erfüllen die Dünnern in Welschenrohr (DOC), der Augstbach (Gehalt von gelöstem organischem Kohlenstoff, DOC) sowie der Ibach (Phosphorgehalt) die Qualitätsziele. Dagegen verfehlen 9 Bäche die Anforderungen an die Wasserqualität bei **zwei bzw. drei der gemessenen Parameter.** Auffallend niedrig ist die Wasserqualität der folgenden Gewässer: Dünnern bei Olten, Limpach, St. Katharinenbach, Chastelbach, Seebach in Seewen, Dorfbach Kienberg und Etzikenkanal. Für den St. Katharinenbach, den Chastelbach, den Dorfbach Kienberg und den Seebach in Seewen wird deshalb die Aufhebung bzw. der Ausbau oberliegender Abwasserreinigungsanlagen geprüft.

Wasserqualität der Oberflächengewässer anhand der darin enthaltenen organischen Substanzen und Stickstoffverbindungen sowie des Phosphorgehalts (zusammenfassende Auswertung der jüngsten Messjahre).



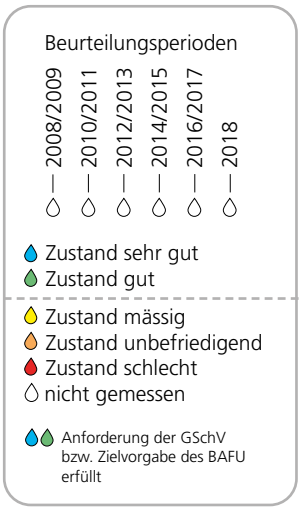
Bei rund der Hälfte der untersuchten Gewässer ist die Belastung mit **organischen Substanzen** zu hoch: Dort waren die Werte für BSB_5 (biochemischer Sauerstoffbedarf nach 5 Tagen) und insbesondere für gelösten organischen Kohlenstoff (DOC) in den vergangenen 5 Jahren mindestens einmal auf dem Niveau «mässig» oder schlechter und entsprachen somit nicht den Anforderungen.

Die **Stickstoffwerte** (Ammonium, Nitrit und Nitrat) bewegen sich im Allgemeinen auf einem guten bis sehr guten Niveau. Die Verbesserung der Nitritbelastung im Orisbach ist auf die Aufhebung der Abwasserreinigungsanlage Nuglar zurückzuführen. Nicht verbessert haben sich die mässigen Nitratwerte vom Limpach und vom Mülibach. Auch die weitere Entwicklung der Nitritbelastung im Unterlauf der Dünnern ist genau zu verfolgen.

Bei den **Phosphatwerten** reichen die Qualitätsbeurteilungen von durchgehend «sehr gut» (Aare, Lüssel, Wildbach, Witibach, Augstbach) bis «schlecht». Insbesondere die kleineren Fliessgewässer verfehlen vielfach die Anforderungen.

Gewässer	Messstelle	BSB_5	DOC	Ammonium	Nitrit	Nitrat	Phosphat
Aare	Solothurn						
Dünnern 1	Welschenrohr						
Dünnern 2	Oensingen						
Dünnern 3	Olten						
Emme	Derendingen						
Emmenkanal	Luterbach						
Limpach	Kyburg						
Lüssel	Breitenbach						
Russbach	Deitingen						
Biberenbach	Lohn						
Mülibach	Küttigkofen						
St.Katharinenbach	Sol.-Feldbrunnen						
Wildbach	Bellach-Solothurn						
Witibach	Grenchen Flugplatz						
Chastelbach	Himmelried						
Ibach	Steffen						
Lützel	Kleinlützel						
Orisbach	Nuglar						
Seebach	Seewen						
Wahlenbach	Grindel						
Augstbach	Balsthal						
Dorfbach Kienberg	Kienberg						
Dorfbach Wisen	Wisen Zwillmatt						
Gheidgraben	Olten Gheid						
Stegbach	Obergösgen						
Dägermoosbächli	Bolken						
Etzikenkanal	Bolken						

Wasserqualität der Oberflächengewässer anhand der darin enthaltenen organischen Substanzen und Stickstoffverbindungen sowie des Phosphorgehalts.

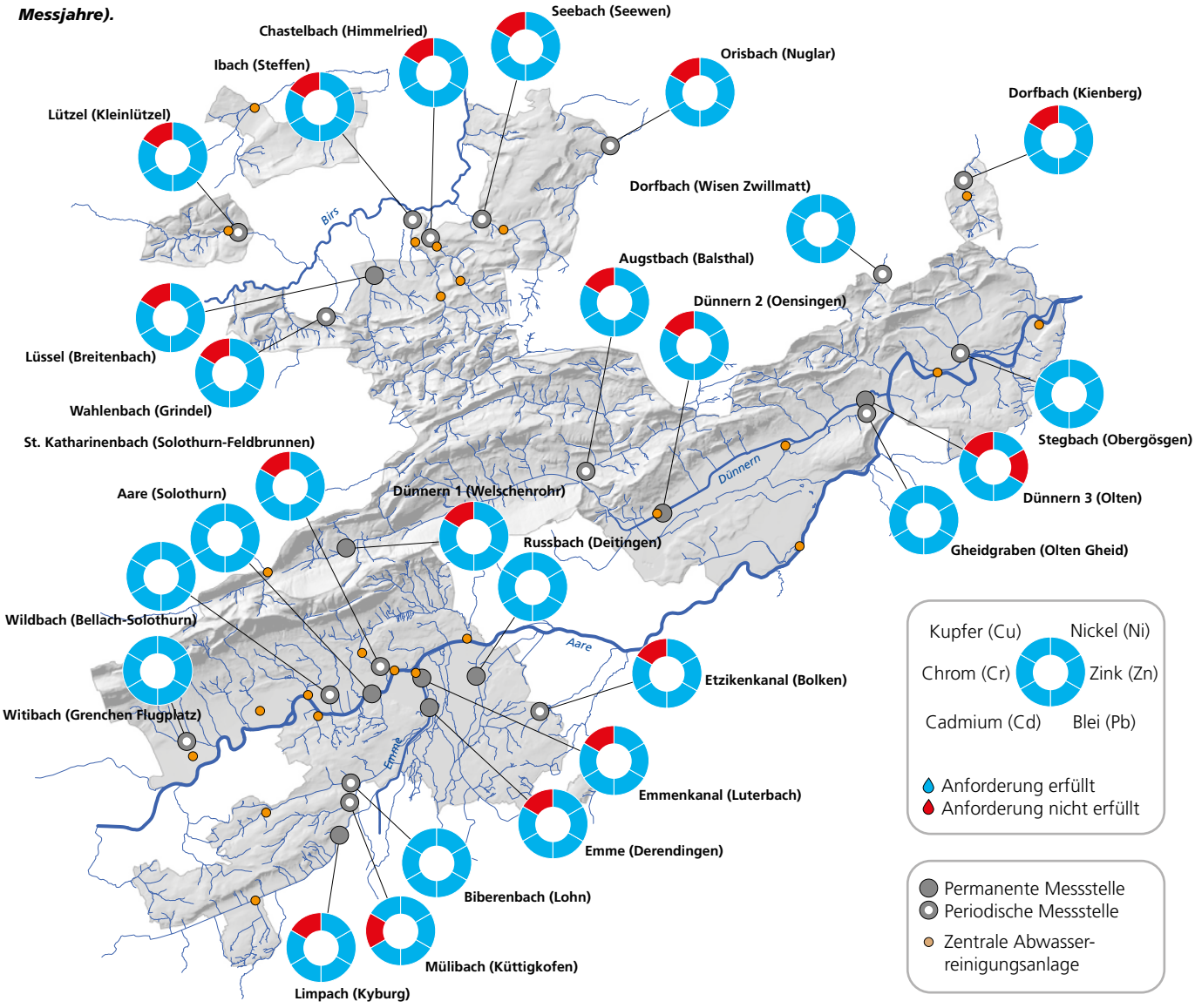


Veränderungen gegenüber Zustandsbericht 2015. Markant verbessert hat sich die Wasserqualität gegenüber der Vorperiode im Orisbach und im Dorfbach Wisen (durch Aufhebung der Abwasserreinigungsanlagen im Oberlauf). Moderate Verbesserungen sind beim Mülibach, beim Witibach, in der Lützel und beim Seebach zu beobachten. Verschlechtert haben sich insbesondere die Stickstoffwerte des St. Katharinenbachs, wobei dies auch auf die sehr trockene Witterung im Jahr 2018 zurückzuführen sein dürfte. Bei allen anderen Messstationen ist die Wasserqualität konstant bzw. die Tendenz nicht eindeutig.

Schwermetalle

Der Kanton Solothurn untersucht die Gewässer zweimal jährlich auf ihren Gehalt an gelösten Schwermetallen. Bei der Auswertung der beiden jüngsten Messjahre wurde an 18 von 26 Messstellen mindestens ein Schwermetallwert überschritten. Hauptverantwortlich für die Überschreitungen ist **gelöstes Kupfer:** an 17 Messstellen wurden erhöhte Kupferwerte nachgewiesen. Dies widerspiegelt die breite Verwendung des Metalls sowohl in Bau und Technik als auch in der Landwirtschaft (Pflanzenschutzmittel). Nicht erfüllt sind Anforderungen an die Was-

Wasserqualität der Oberflächengewässer anhand der darin enthaltenen Schwermetalle (zusammenfassende Auswertung der jüngsten Messjahre).



serqualität für **Zink** in der Dünnern in Olten und für **Chrom** im Mülibach. Für **Cadmium, Nickel und Blei** zeigt heute keine der Messstellen erhöhte Konzentrationen mehr an.

Veränderungen gegenüber Zustandsbericht 2015. An vielen Messstellen ist ein Anstieg der Kupferwerte über den Grenzwert feststellbar. Besonders markant ist die Zunahme der Überschreitungen seit 2016. Neben dem Einsatz als Fungizid in der biologischen Landwirtschaft und als Futterzusatz in der Schweinemast wird Kupfer zunehmend im Hausbau für Dächer, Dachrinnen und Fassaden eingesetzt und gelangt so über das Regenwasser in die Gewässer. Weitere mögliche Quellen sind Abrieb von Reifen, Bremsen oder auch von Stromleitungen der Eisenbahnen. Demgegenüber sind die Überschreitungen für Zink weiter rückläufig. Die anhaltende Chrombelastung des Mülibachs ist wahrscheinlich geogenen (natürlichen) Ursprungs.

Gewässer	Messstelle	Cadmium (Cd)	Kupfer (Cu)	Chrom (Cr)	Nickel (Ni)	Blei (Pb)	Zink (Zn)
Aare	Solothurn						
Dünnern 1	Welschenrohr						
Dünnern 2	Oensingen						
Dünnern 3	Olten						
Emme	Derendingen						
Emmenkanal	Luterbach						
Limpach	Kyburg						
Lüssel	Breitenbach						
Russbach	Deitingen						
Biberenbach	Lohn						
Mülibach	Küttigkofen						
St.Katharinenbach	Sol.-Feldbrunnen						
Wildbach	Bellach-Solothurn						
Witibach	Grenchen Flugplatz						
Chastelbach	Himmelried						
Ibach	Steffen						
Lützel	Kleinlützel						
Orisbach	Nuglar						
Seebach	Seewen						
Wahlenbach	Grindel						
Augstbach	Balsthal						
Dorfbach Kienberg	Kienberg						
Dorfbach Wisen	Wisen Zwillmatt						
Gheidgraben	Olten Gheid						
Stegbach	Obergösgen						
Dägermoosbächli	Bolken						
Etzikenkanal	Bolken						

Wasserqualität der Oberflächengewässer anhand der darin enthaltenen Schwermetalle. Die Belastung mit Kupfer hat in den vergangenen Jahren zugenommen. Die übrigen Schwermetallwerte verbesserten sich erheblich.

Beurteilungsperioden
2008/2009
2010/2011
2012/2013
2014/2015
2016/2017
2018

Anforderungen erfüllt
Anforderungen nicht erfüllt
nicht gemessen

Pestizide

Untersucht wurden in erster Linie Pflanzenschutzmittel. Diese werden in der Landwirtschaft eingesetzt, um den Anbau vor Schädlingen oder Unkräutern zu schützen und ein möglichst ungehemmtes Wachstum der angebauten Kultur zu ermöglichen. Je nach Wirkung des Pflanzenschutzmittels unterscheidet man **Herbizide** (Stoffe zur Vernichtung unerwünschter Pflanzen), **Fungizide** (Stoffe zur Hemmung von Pilzkrankheiten) und **Insektizide** (Insektenbekämpfungsmittel).

Die **jüngsten Messungen** ergaben, dass bei 8 von 27 untersuchten Messstellen Pestizide oder deren Abbauprodukte in Konzentrationen vorkommen, die über der numerischen Anforderung der Gewässerschutzverordnung (0.1 µg/l) liegen:

- Beim Russbach, Biberenbach, Mülibach, Wildbach und Dägermoosbächli wurde 1 Substanz gefunden. Mit Ausnahme des Wildbachs ist diesen Gewässern gemein, dass sie intensiv genutzte Landwirtschaftsgebiete entwässern.
- Beim Limpach, Stegbach und Etzikenkanal lagen 2 Substanzen über den Anforderungen.

Über die **vergangenen zehn Jahre** wurden bei der Hälfte der untersuchten Messstellen (14 von 27) Pestizide oder deren Abbauprodukte in Konzentrationen von mehr als 0.1 µg/l gemessen. Die Messstellen mit Überschreitungen für die grösste Anzahl Stoffe liegen am Limpach (10 Überschreitungen) und am Russbach (5 Überschreitungen).

In kleinen Gewässern, deren Einzugsgebiet landwirtschaftlich intensiv genutzt wird, sind Gewässerorganismen hohen Risiken durch Pestizideinträge ausgesetzt.

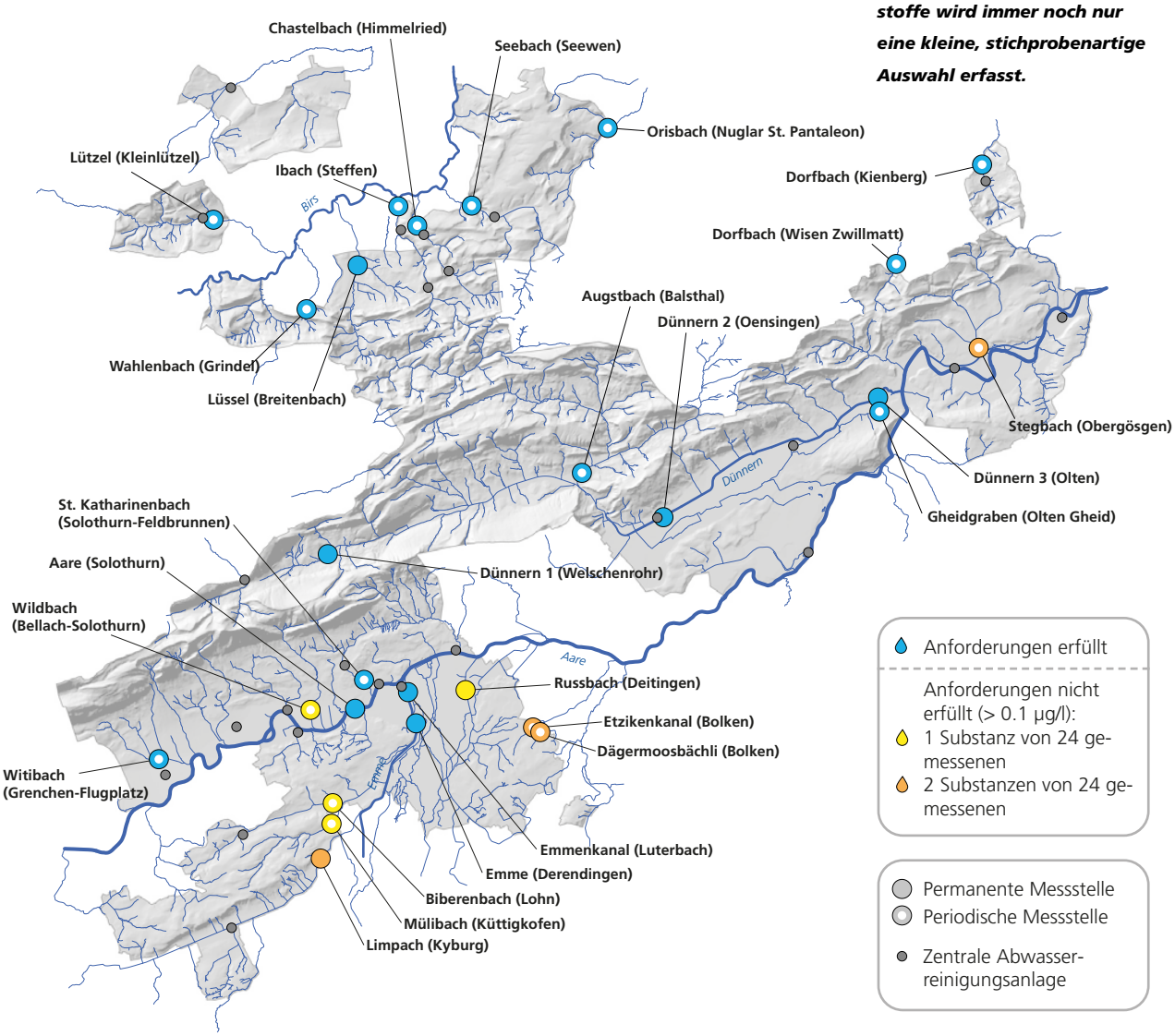
Bildungszentrum Wallierhof

In den vergangenen Jahren wurden folgende Substanzen auffallend oft in erhöhten Konzentrationen nachgewiesen: Metamitron (ein Herbizid), Desphenyl-Chloridazon und Methyl-Desphenyl-Chloridazon. Die beiden letzteren Substanzen sind Abbauprodukte des Herbizids **Chloridazon.** Die Auswertungen zeigen, dass diese Abbauprodukte öfter gemessen werden als der eigentlich verwendete Wirkstoff. Seit 2010 waren besonders das Dägermoosbächli und der Etzikenkanal von den Abbauprodukten von Chloridazon betroffen.

Das im Jahr 2012 verbotene Herbizid **Atrazin** wurde seither nicht mehr über dem gesetzlich vorgegebenen Anforderungswert gemessen. Indessen überschritten die Abbauprodukte Desethyl-Atrazin und Desisopropyl-Atrazin trotz des Verbots noch zweimal die Konzentration von 0.1 µg/l.

Die Überwachung der Oberflächengewässer auf ihren Gehalt an Pestiziden beschränkt sich nicht auf das reguläre Messprogramm. Es gibt darüber hinaus noch weitergehende Untersuchungen. Im Rahmen einer Messkampagne im April und Mai 2018 wurden im **Limpach** bei der Abwasserreinigungsanlage Messen die Eintragspfade von Mikroverunreinigungen, zu denen auch Pestizide gehören, untersucht: 30 Mischproben, die jeweils einen Zeitraum von 48 Stunden abdecken, wurden auf rund einhundert **Pestizide, Arzneimittel, Industriechemikalien und deren Abbauprodukte** untersucht. Während dieser Messkampagne waren

Wasserqualität der Oberflächengewässer anhand der darin enthaltenen Pestizide und Abbauprodukte (zusammenfassende Auswertung der jüngsten Messjahre). Im Kanton Solothurn werden seit 1994 Pestizide gemessen. Von anfangs 5 Substanzen ist das Untersuchungsprogramm 2008/2009 auf 12 und 2010 auf 24 Pestizide ausgeweitet worden. Angesichts der ungefähr fünfhundert in der Schweiz zugelassenen Wirkstoffe wird immer noch nur eine kleine, stichprobenartige Auswahl erfasst.



rund 80 Prozent aller Pestizid-Einträge auf die Applikation von Pflanzenschutzmitteln in der Landwirtschaft zurückzuführen. Aber auch Schadstoffe aus den Siedlungsgebieten sind nicht zu vernachlässigen: von dort stammen Arzneimittel und Industriechemikalien.

Eine vorangegangene Untersuchung des Bundes im **Limpach** kam zum Schluss, dass die für aquatische Lebewesen problematisch hohen Konzentrationen mitverantwortlich sein können für Defizite in der Artenvielfalt:

Wittmer et al.: Über 100 Pestizide in Fliessgewässern; Programm NAWA Spez zeigt die hohe Pestizidbelastung der Schweizer Fliessgewässer auf. Aqua & Gas, 94(3), 2014.

In weitergehenden Studien wurde seither belegt, dass in kleinen Gewässern mit landwirtschaftlich intensiv genutzten Einzugsgebieten von Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffen hohe Risiken für Gewässerorganismen ausgehen:

Spycher et al.: Anhaltend hohe PSM-Belastung in Bächen. NAWA Spez 2017: Kleine Gewässer in Gebieten mit intensiver Landwirtschaft verbreitet betroffen. Aqua & Gas, 99(4), 2019.

Qualität der Oberflächengewässer anhand der darin enthaltenen Pestizide und Abbauprodukte: Metamitron, Desphenyl-Chloridazon und Methyl-Desphenyl-Chloridazon liegen auffallend oft über den Anforderungen.

Gewässer	Messstelle	Atrazin	Desethyl-Atrazin	Desisopropyl-Atrazin	Chloridazon	Desphenyl-Chloridazon
Aare	Solothurn	6	6	6	0	6
Dünnern 1	Welschenrohr	6	6	6	0	6
Dünnern 2	Oensingen	6	6	6	0	6
Dünnern 3	Olten	6	6	6	0	6
Emme	Derendingen	6	6	6	0	6
Emmenkanal	Luterbach	6	6	6	0	6
Limpach	Kyburg	6	6	6	0	6
Lüssel	Breitenbach	6	6	6	0	6
Russbach	Deitingen	6	6	6	0	6
Biberenbach	Lohn	1	1	1	1	1
Mülibach	Küttigkofen	1	1	1	1	1
St.Katharinenbach	Solothurn-Feldbrunnen	1	1	1	1	1
Wildbach	Bellach-Solothurn	1	1	1	1	1
Witibach	Grenchen Flugplatz	1	1	1	1	1
Chastelbach	Himmelried	1	1	1	0	0
Ibach	Steffen	1	1	1	0	0
Lützel	Kleinlützel	1	1	1	0	0
Orisbach	Nuglar	1	1	1	0	0
Seebach	Seewen	1	1	1	0	0
Wahlenbach	Grindel	1	1	1	0	0
Augstbach	Balsthal	0	0	0	0	0
Dorfbach Kienberg	Kienberg	0	0	0	0	0
Dorfbach Wisen	Wisen Zwillmatt	0	0	0	0	0
Gheidgraben	Olten Gheid	0	0	0	0	0
Stegbach	Obergösgen	0	0	0	0	0
Dägermoosbächli	Bolken	6	6	6	0	6
Etzikenkanal	Bolken	6	6	6	0	6

Beurteilungsperioden

2008/2009 — 2010/2011 — 2012/2013 — 2014/2015 — 2016/2017 — 2018

- Anforderungen erfüllt (< 0.1 µg/l)
- Anforderungen nicht erfüllt
- nicht gemessen

Um ein noch umfassenderes Bild zur **Pestizidbelastung** in den Gewässern im Kanton zu erhalten, wird das bestehende kantonale Messprogramm ausgebaut (vgl. Kapitel 10).

Veränderungen gegenüber Zustandsbericht 2015. Vordergründig gibt es bei den Pestiziden weniger Überschreitungen der Anforderungen: Sowohl die Anzahl der betroffenen Gewässer als auch die Anzahl der Überschreitungen pro Gewässer sind zurückgegangen. Dieses Ergebnis ist jedoch kaum repräsentativ und sollte entsprechend vorsichtig interpretiert werden. Auch im Kanton Solothurn werden Hunderte von zugelassenen Pestiziden eingesetzt, und ständig kommen neue Produkte hinzu. Dagegen bleibt die Überwachung der Gewässer auf die meistgebräuchlichen Wirkstoffe beschränkt. Zudem gründen die hier präsentierten Messresultate auf Stichproben, welche die zeitlichen Schwankungen im Jahresverlauf nicht wiedergeben.

Methyl-Desphenyl-Chloridazon	Isoproturon	Metamitron	Metazachlor	Metolachlor	Simazin	Terbuthylazin	Terbutyrin	Gewässer	Messstelle
								Aare	Solothurn
								Dünnern 1	Welschenrohr
								Dünnern 2	Oensingen
								Dünnern 3	Olten
								Emme	Derendingen
								Emmenkanal	Luterbach
								Limpach	Kyburg
								Lüssel	Breitenbach
								Russbach	Deitingen
								Biberenbach	Lohn
								Mülibach	Küttigkofen
								St.Katharinenbach	Solothurn-Feldbrunnen
								Wildbach	Bellach-Solothurn
								Witibach	Grenchen Flugplatz
								Chastelbach	Himmelried
								Ibach	Steffen
								Lützel	Kleinlützel
								Orisbach	Nuglar
								Seebach	Seewen
								Wahlenbach	Grindel
								Augstbach	Balsthal
								Dorfbach Kienberg	Kienberg
								Dorfbach Wisen	Wisen Zwillmatt
								Gheidgraben	Olten Gheid
								Stegbach	Obergösgen
								Dägermoosbächli	Bolken
								Etzikenkanal	Bolken

2 Biologischer Gewässerzustand

Biologische Untersuchungen liefern nicht nur Momentaufnahmen, sondern geben auch Auskunft über den Gewässerzustand in der jüngeren Vergangenheit.

Über lange Zeit konzentrierte sich der Gewässerschutz auf die Reduktion der **chemischen und physikalischen Belastungen** von Bächen und Flüssen. In den letzten Jahren hat sich aber eine umfassendere, ganzheitlichere Sichtweise durchgesetzt, die auch den **biologischen Zustand** berücksichtigt. Denn Gewässer sind Ökosysteme mit vielen Facetten. Das erfordert genaue Kenntnisse über ihren Gesamtzustand. Nötig sind deshalb nicht nur Untersuchungen der Wasserchemie, sondern auch der Gewässerstruktur, der Abflussverhältnisse sowie der Lebensgemeinschaften von **Tieren, Pflanzen und Mikroorganismen.**

Biologische Aufnahmen des Gewässerzustands sind allerdings so aufwendig, dass sie im Kanton Solothurn nur punktuell oder in konzentrierten Messkampagnen durchgeführt werden. Das biologische Monitoring an der **Aare** wurde in Koordination mit den Nachbarkantonen Aargau und Bern letztmals 2011/2012 durchgeführt. Die nächste Monitoring-Kampagne ist dort für 2022 vorgesehen. An der **Dünnern** sind entsprechende Aufnahmen in den Jahren 2011 und 2017 erhoben worden (vgl. folgende Seiten).

An der Dünnern tragen neben der Wasserqualität auch harte Uferverbauungen, Querschwellen und ein vielerorts begradigter Flusslauf (Foto links, Dünnern bei Oensingen) dazu bei, dass die Artenzusammensetzung der wirbellosen Tiere am Gewässergrund (Fotos unten) unbefriedigend ist.

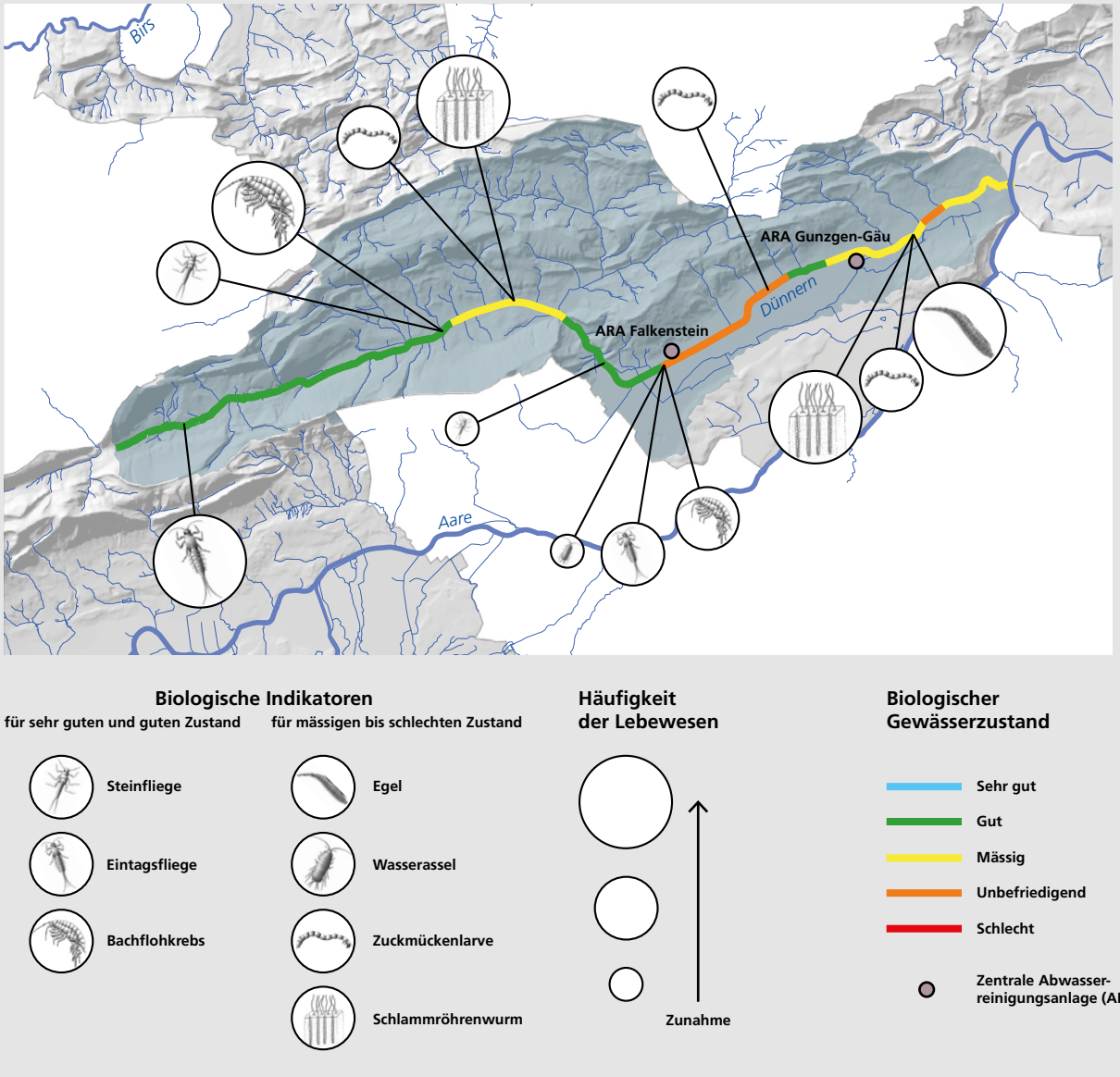
Zustand der Dünnern

Makrozoobenthos sind wirbellose Tiere an der Gewässersohle, welche von blossem Auge sichtbar sind. Es handelt sich dabei hauptsächlich um Insektenlarven, Krebse, Milben, Schnecken und Muscheln.

Im Sinne eines grossflächigen Screenings wurde an der Dünnern im Frühling und Sommer 2017 die Gewässerbiologie an 20 Stellen aufgenommen. Als Indikator für die biologische Wasser- und Lebensraumqualität wurde die Tiergemeinschaft des **Makrozoobenthos** verwendet. Das Makrozoobenthos eignet sich als Bioindikator, da diese Tiere den Zustand des Gewässers über ihre gesamte Lebensdauer integrieren und ihre Ansprüche an Wasserqualität und Lebensraum oft gut bekannt sind. Abhängig von Wasserqualität und Lebensraum verändern sich Artenspektrum und Häufigkeit der vorgefundenen Arten.

Die biologischen Aufnahmen charakterisieren die Dünnern als einen typischen Mittellandfluss (vgl. Abbildung unten). Im Oberlauf ist der menschliche Einfluss auf die Biologie eher gering und die Wasserqualität noch mehrheitlich gut (grün). Im Unterlauf beeinträchtigen die Einträge aus Abwasserreinigungsanlagen, aus

Biologische Wasserqualität der Dünnern.



Illustrationsvorlagen (modifiziert): Pro Natura; György Kriska; Henri Tacher (CNRS Éditions)

der Landwirtschaft und aus Strassenentwässerungen zunehmend die biologische Wasserqualität (gelb, orange). Auch die hart verbauten und wenig natürlichen Gerinnestrecken tragen abschnittsweise zu einer Verschlechterung bei.

Oberlauf Dünnern bis Mündung Augstbach in Balsthal:

- Oberhalb von Welschenrohr sind die Eintagsfliegen (Ephemeroptera) dominant. Auch einige Steinfliegen (Plecoptera) sind vorhanden. Diese Lebensgemeinschaften sind bei einem wenig beeinträchtigten Fliessgewässer zu erwarten und weisen auf eine gute biologische Wasserqualität hin.
- Unterhalb der ausser Betrieb genommenen Abwasserreinigungsanlage Welschenrohr (Aufhebung Dezember 2016) wurden bei den Aufnahmen 2017 Bachflohkrebse (Gammeriden) gefunden und eine mittlere Präsenz von Steinfliegen beobachtet. Das ist eine Verbesserung gegenüber 2011. Eine abschliessende Aussage über eine Verbesserung des Gewässerzustandes anhand der Lebensgemeinschaft der Wasserwirbellosen ist erst in einigen Jahren möglich.
- Zwischen Matzendorf und der Mündung Augstbach nahm die Anzahl nährstofftoleranter Arten zu (rote Zuckmückenlarve und Schlammröhrenwurm). Möglicherweise sind das immer noch Auswirkungen der ehemaligen Abwasserreinigungsanlage Welschenrohr. Weitere mögliche Verschmutzungsquellen sind kommunale Mischwasserentlastungen und die Landwirtschaft.

Mittelstück Dünnern zwischen Mündung Augstbach und Abwasserreinigungsanlage Falkenstein in Oensingen:

- Unterhalb der Augstbachmündung in der Klus nimmt die Bachflohkrebsdichte stark und die Eintagsfliegenlarvendichte moderat ab. Steinfliegenlarven sind vereinzelt noch vorhanden. Die Gründe für die Abnahme sind noch unklar.
- In Oensingen zeigt sich die Bachflohkrebs- und Eintagsfliegendichte gegenüber der Klus wieder erholt. Hingegen zeigen sich vereinzelte nährstoff- und abwassertolerante Wasserasseln.

Unterlauf Dünnern von der Abwasserreinigungsanlage Falkenstein bis zur Aare in Olten:

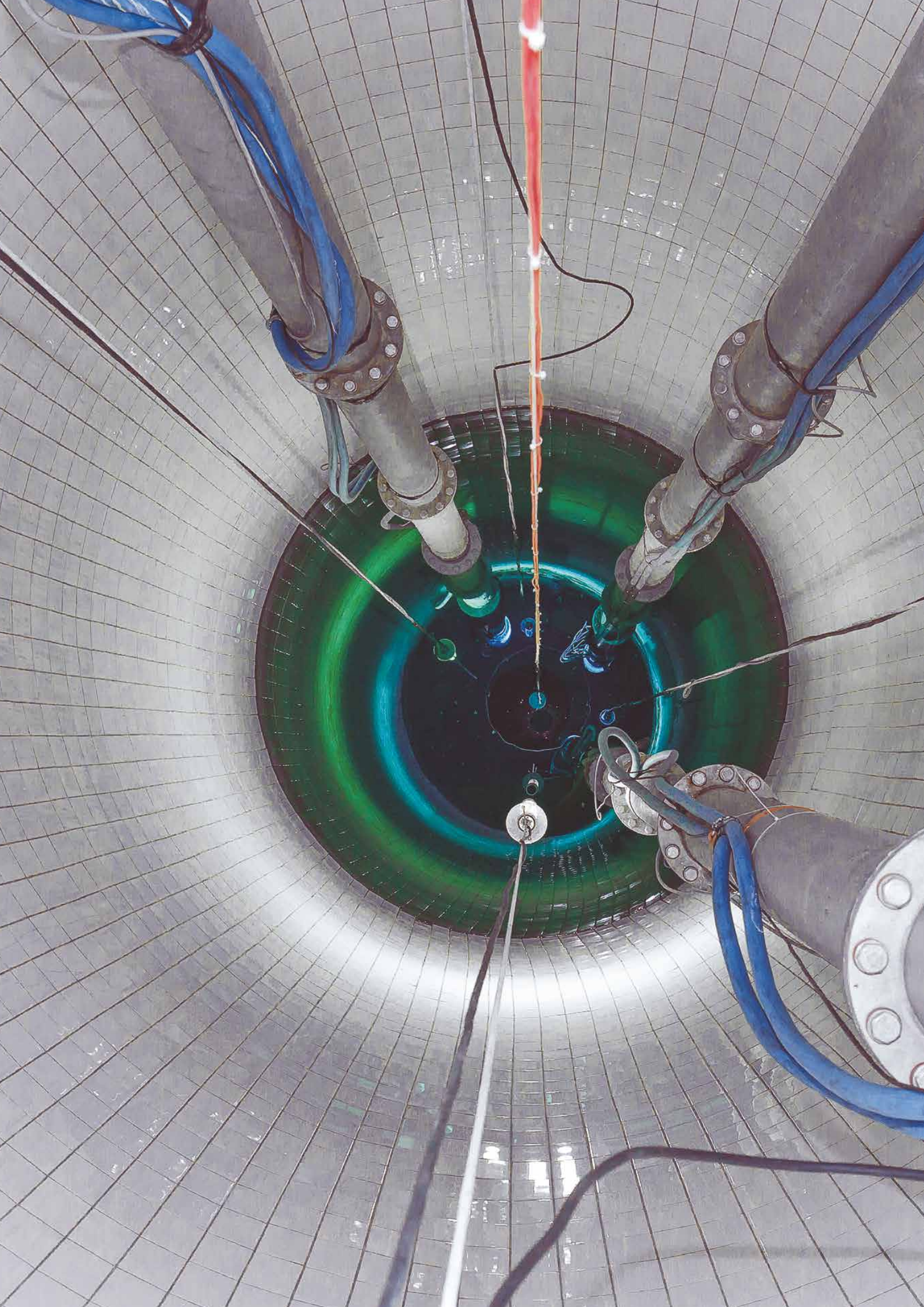
- Eine Beeinträchtigung der Lebensgemeinschaft der Wasserwirbellosen ist unterhalb der Abwasserreinigungsanlage Falkenstein gegenüber der oberhalb liegenden Strecke feststellbar. Es dominieren die nährstofftoleranten Zuckmückenlarven. Auch nimmt die Anzahl der sensibleren Steinfliegen von Oensingen bis Egerkingen ab. Eine Verschlechterung des biologischen Gewässerzustandes zu «mässig» bis «unbefriedigend» ist die Konsequenz. Nicht nur die Abwasserreinigungsanlage Falkenstein könnte der Grund für die Beeinträchtigung sein, sondern auch die erhöhten Kupferwerte.
- Die Dünnern von der Abwasserreinigungsanlage Gäu-Gunzgen bis zur Aaremündung ist ebenfalls moderat beeinträchtigt. Da durch die Belastung im Oberlauf bereits flussaufwärts von Gunzgen nährstofftolerante Arten wie Zuckmückenlarven, Egel und Schlammröhrenwürmer auftreten, ist der Einfluss der Abwasserreinigungsanlage nur noch bedingt zu bestimmen.
- Im renaturierten Abschnitt von Wangen b. O. konnte eine leichte Selbstreinigung des Gewässers nachgewiesen werden.

Die Beurteilung von Flüssen und Bächen anhand des Makrozoobenthos kann sich in Europa auf eine jahrzehntelange Tradition abstützen, und auch für die Schweiz wurde eine entsprechende Methodenempfehlung erarbeitet:

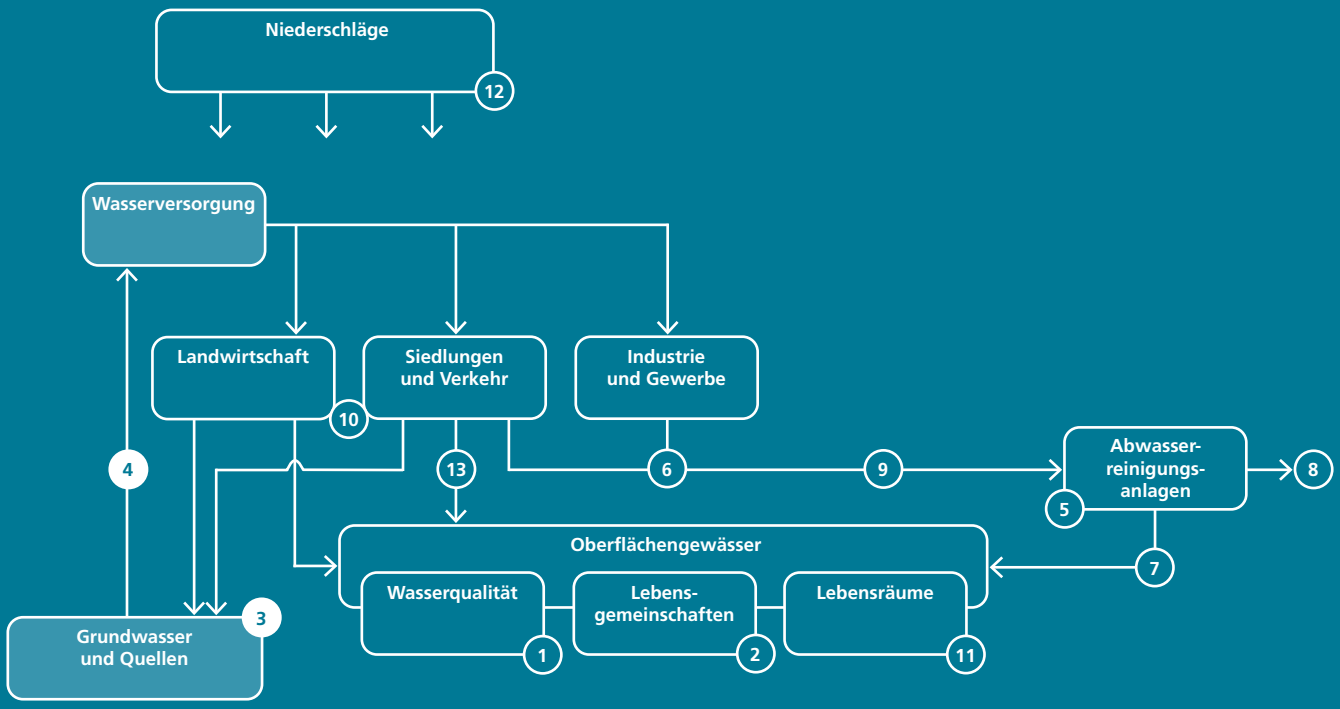
Stucki Pascal: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Makrozoobenthos Stufe F (BAFU, 2010)

Gewässerlebewesen benötigen nicht nur eine ausreichende Wasserqualität und genügend Nahrung, sondern auch einen passenden naturnahen Lebensraum. Unbestritten ist, dass das monotone, hartverbaute Bett im Unterlauf der Dünnern grosse ökomorphologische Defizite aufweist. Um den aquatischen Lebensgemeinschaften auch an diesem Nebenfluss der Aare wieder mehr Lebensraum zu geben, sind dort verschiedene Revitalisierungsprojekte in Vorbereitung:

afu.so.ch



Grundwasser und Quellen



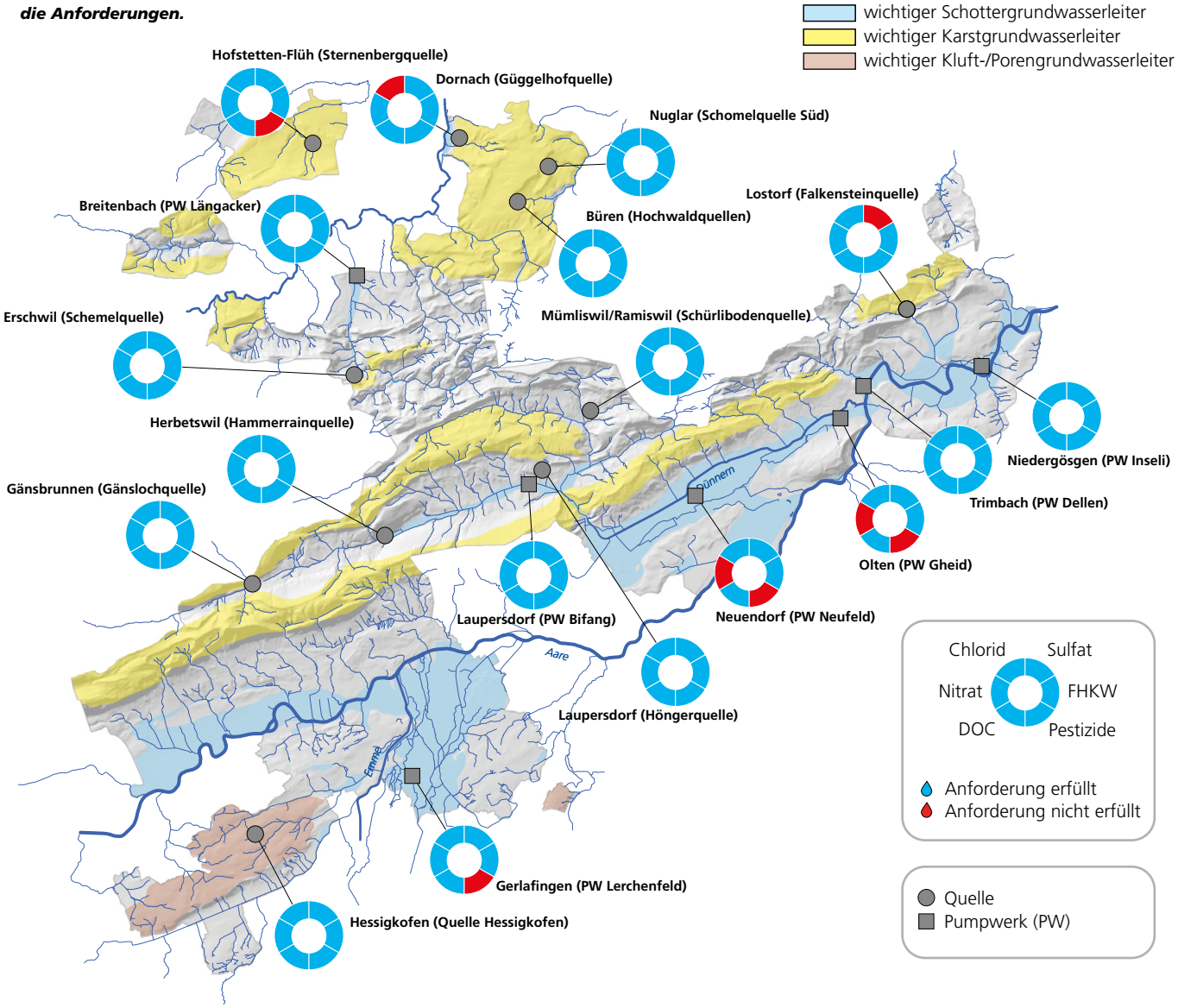
3 Chemische Qualität des Grundwassers

Menschliches Tun und Lassen hinterlässt unübersehbare Spuren im Grundwasser: vor allem in landwirtschaftlich geprägten Gebieten werden mehr und mehr Pestizide und deren Abbauprodukte im Grundwasser nachgewiesen. Dies überschattet die ansonsten gute Grundwasserqualität im Kanton Solothurn.

Das Grundwasser reagiert träge auf stoffliche Einträge aus der Umwelt. Nur durch langjährige Überwachung können qualitative Verschlechterungen erkannt und vorsorgliche Massnahmen getroffen werden. Konkret müssen Stoffeinträge in folgenden Bereichen reduziert werden, zumal vorsorgliche Massnahmen erst mit grosser Zeitverzögerung ihre Wirkung entfalten:

- in der **Landwirtschaft** vor allem die Einträge von Stickstoff und von Pflanzenschutzmitteln,
- bei der **Siedlungsentwässerung** vor allem die Mikroverunreinigungen,
- bei **Altlasten** vor allem die flüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffe.

Die Qualität der Grundwasservorkommen im Kanton Solothurn (Maximalwerte 2018 und erstes Halbjahr 2019) erfüllt nur teilweise die Anforderungen.



Im Kanton Solothurn wird die Qualität des Grundwassers seit 1998 kontinuierlich und systematisch überwacht. Die Proben werden zweimal jährlich aus einer Auswahl von Pumpwerken und Quellen entnommen. Mit Ausnahme des Pumpwerks Dellen und der Güggelhofquelle wird bei diesen Messstellen auch Trinkwasser gewonnen. Die analytische Untersuchung erfolgt am **Rohwasser,** also vor einer allfälligen einfachen Aufbereitung des Grundwassers durch Filter oder Desinfektionsanlagen zu Trinkwasser.

Das Amt für Umwelt überwacht die Grundwasserqualität. Die Überwachung der Trinkwasserqualität ist Aufgabe der kommunalen Wasserversorgungen und wird von der kantonalen Lebensmittelkontrolle geprüft.

Zusätzlich zu den traditionellen physikalischen Parametern wie **Temperatur** und **Leitfähigkeit** wird das Grundwasser regelmässig auf folgende Parameter hin untersucht:

- Allgemeine Parameter (z.B. Nitrat, Sulfat, Chlorid)
- Schwermetalle (z.B. Arsen, Blei, Cadmium)
- Pestizide (diverse Pflanzenschutzmittel und Biozide) und ihre Abbauprodukte
- Halogenierte Kohlenwasserstoffe (meist CKW mit dem Halogen Chlor)

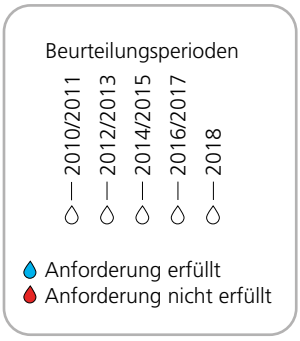
Für viele Substanzen sind Anforderungswerte in der eidgenössischen Gewässerschutzverordnung (GSchV) und Indikatorwerte in der Wegleitung Grundwasserschutz des Bundesamts für Umwelt (BAFU) festgelegt. Diese Qualitätsziele sind im Anhang zusammengestellt. Diese numerischen Werte werden in diesem Bericht Anforderungen genannt.

Die Grundwasseruntersuchungen im Kanton Solothurn werden mit dem Nationalen Netz zur Qualitätsüberwachung des Grundwassers (NAQUA) des Bundesamts für Umwelt (BAFU) koordiniert. Der Zustand und die Entwicklung des Grundwassers werden im Rahmen von NAQUA in Zusammenarbeit von Bund und Kantonen an rund 600 Messstellen landesweit erhoben. 2019 ist ein zusammenfassender Bericht über den Zustand des Grundwassers in der **Schweiz** für den Zeitraum 2007 bis 2016 erschienen:

BAFU (Hrsg.): Zustand und Entwicklung Grundwasser Schweiz. Ergebnisse der Nationalen Grundwasserbeobachtung NAQUA, Stand 2016 (2019)

Gemeinde	Messstelle	Nitrat	Ammonium	Nitrit	Chlorid	DOC	Sulfat
Breitenbach	PW Längacker	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧
Laupersdorf	PW Bifang	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧
Neuendorf	PW Neufeld	🔴🔴🔴🔴🔴	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧
Niedergösgen	PW Inseli	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧
Olten	PW Gheid	💧🔴🔴🔴🔴	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧
Trimbach	PW Dellen	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧
Gerlafingen	PW Lerchenfeld	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧
Nuglar	Schomelquelle Süd	🔴🔴🔴🔴💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧
Hofstetten-Flüh	Sternenbergquelle	🔴🔴🔴🔴💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧🔴💧💧	💧💧💧💧💧
Büren	Hochwaldquellen	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧
Gänsbrunnen	Gänslochquelle	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧
Erschwil	Schemelquelle	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧
Herbetswil	Hammerrainquelle	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧
Lostorf	Falkensteinquelle	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧🔴
Laupersdorf	Höngerquelle	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧
Dornach	Güggelhofquelle	💧💧💧🔴🔴	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧🔴🔴🔴	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧
Mümliswil/Ramiswil	Schürlibodenquelle	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧
Hessigkofen	Quelle Hessigkofen	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧	💧💧💧💧💧

Wasserqualität des Grundwassers: Beurteilung der allgemeinen Parameter. Die grösste Belastung des Grundwassers verursacht das Nitrat, das vor allem in Gebieten mit viel Ackerbau in erhöhten Konzentrationen nachgewiesen wird.



Sulfate und Chloride

Von den 18 im kantonalen Überwachungsprogramm figurierenden Standorten weisen lediglich die Güggelhofquelle in Dornach und die Falkensteinquelle in Lostorf eine über dem Anforderungswert liegende Konzentration von Chlorid bzw. Sulfat auf. Während **Chlorid** im Grundwasser ein Indikator für Einflüsse von Verkehrswegen ist (z.B. durch den Eintrag von Streusalz), kann **Sulfat** aus geogenen Quellen stammen (also aus natürlichen Vorkommen im Untergrund).

Ammonium und Nitrit

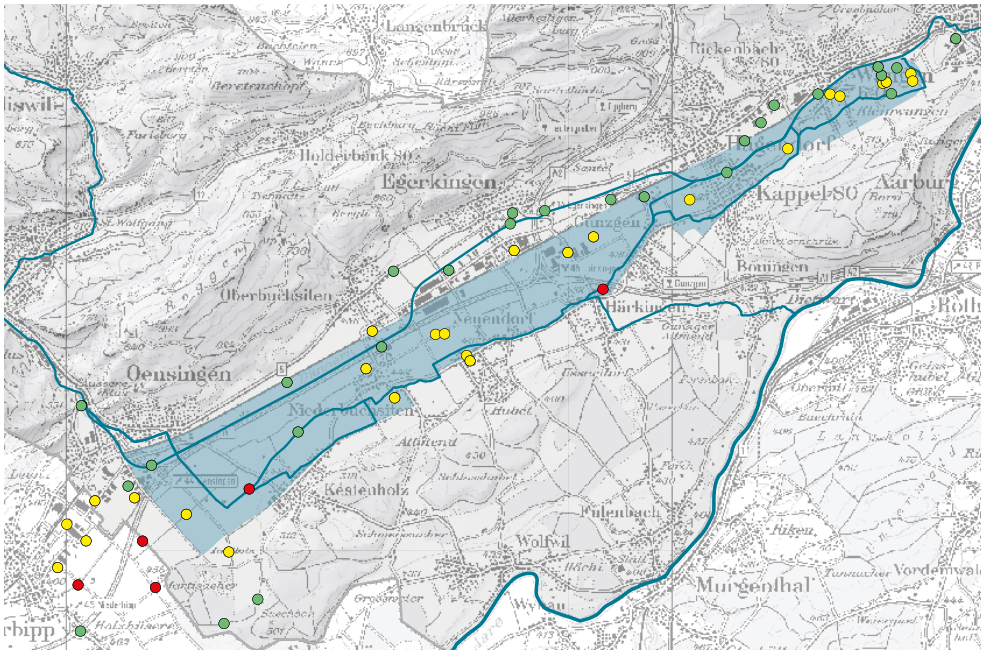
Ammonium – Nitrit – Nitrat. Das ist die natürliche Abfolge der Mineralisierung von organischen Düngern. Überschreitungen der Qualitätsanforderungen dieser Stoffe stehen daher in direktem Zusammenhang mit der landwirtschaftlichen Nutzung im betreffenden Einzugsgebiet.

An keinem Überwachungsstandort überschreiten die **Ammonium- oder Nitritkonzentrationen** im Grundwasser die Anforderungen. Im Grundwasser und im Sickerwasser ist demnach ausreichend Sauerstoff vorhanden, um die Ausgangsstoffe zu Nitrat umzuwandeln.

Nitrat

Im Gäu und auch im Bucheggberg werden schon seit langer Zeit **erhöhte Nitratwerte** gemessen. Verursacht werden sie durch die intensive acker- und gemüsebauliche Produktion in diesen Gebieten, welche die Tragfähigkeit des Grundwassers überfordert. Im Gäu ist auch von Belang, dass sich das Grundwasser hauptsächlich auf landwirtschaftlich genutzten Talböden bildet und die Verdünnung mit nitratarmem Flusswasser oder Grundwasser aus dem Jurakarst unbedeutend ist (ausser am nördlichen Rand, vgl. Grafik unten). Auch im Bucheggberg trägt die fehlende Verdünnung zu den hohen Nitratwerten bei.

Seit mehr als zwanzig Jahren halten deshalb die regionalen Wasserversorgungen, der Wallierhof und das Amt für Umwelt (AfU) die Landwirte dazu an, grundwasserschonend zu wirtschaften. Im Rahmen des **Nitratprojekts Gäu-Olten** erhalten



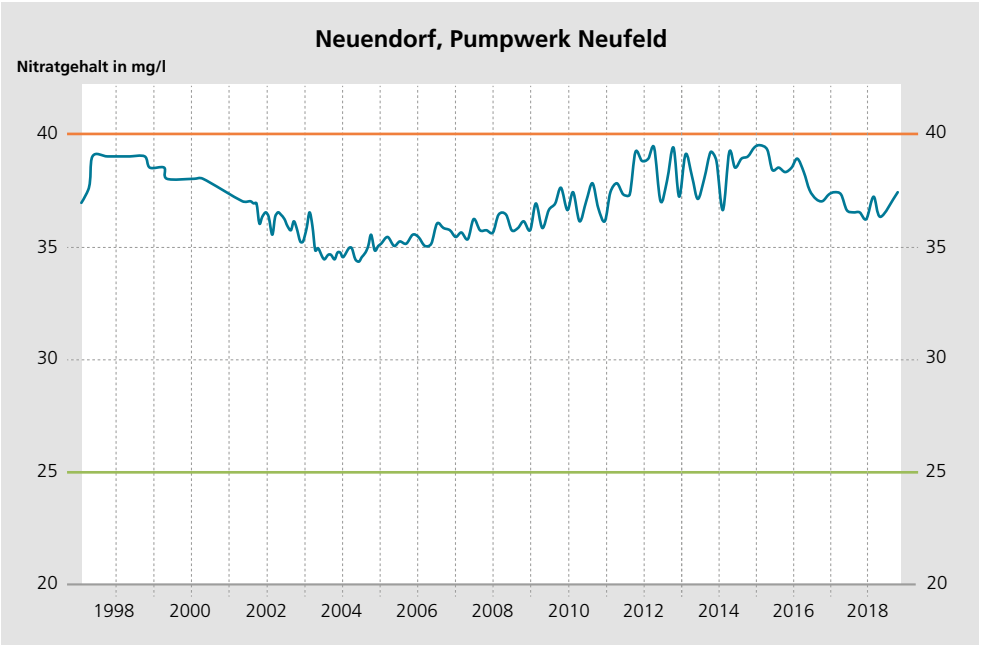
Nitratwerte des Grundwassers im Perimeter des Nitratprojekts Gäu-Olten. Im Oktober 2019 wurden an rund sechzig Messstellen Grundwasserproben genommen, um die Nitratbelastung zu erfassen. Nicht überall sind die Nitratwerte zu hoch. Vor allem am nördlichen Rand des Projektperimeters, also entlang der Jurakette und der Dünnern, entsprechen die Nitratwerte den Anforderungen (25 mg NO_3/l). Dies ist auf infiltrierendes Dünnernwasser und auf unterirdische Zuflüsse aus dem Jurakarst in diesen Randbereich zurückzuführen.

mittlerweile 88 landwirtschaftliche Betriebe mit 1015 ha Nutzfläche Beiträge, um nitratarme Landwirtschaft zu betreiben (entweder durch Stilllegung von Ackerland oder durch nitratarmen Ackerbau gemäss Vorgaben mit einem Nitratindex). Die Bilanz ist unterschiedlich:

- Im **östlichen Perimeter des Nitratprojekts,** im Raum Olten, konnte bereits ein spürbarer Rückgang der Nitratwerte festgestellt werden. Die Grundwasserwerte liegen dort im Bereich des Qualitätsziels. Im östlichen Perimeter spielen Verdünnungsprozesse mit Dünnern- und Jurawasser eine wichtige Rolle, zudem ist die mittlere Verweilzeit des Grundwassers mit rund zehn Jahren kürzer als im westlichen Perimeter.
- Im **westlichen Perimeter des Nitratprojekts** nahmen die Nitratwerte nicht signifikant ab, namentlich auch nicht bei den beiden Trinkwasserpumpwerken Neufeld/Neuendorf und Zelgli/Kappel. Aber die bislang umgesetzten Massnahmen verhinderten immerhin, dass die Nitratwerte über 40 mg/l stiegen. Zu diesem Schluss kommen Abklärungen des AfU und der Université de Neuchâtel. Sie zeigen, dass ohne Gegenmassnahmen die Nitratwerte wesentlich höher liegen würden – etwa so hoch wie im bernischen Niederbipp, wo im selben Grundwasservorkommen keine Massnahmen umgesetzt werden und die Nitratwerte im Grundwasser deutlich über 40 mg/l liegen. Im westlichen Projektperimeter kommt hinzu, dass dort die mittlere Verweilzeit des Grundwassers rund zwanzig Jahre beträgt und Verdünnungsprozesse nur eine untergeordnete Rolle spielen. Folglich dauert es im westlichen Perimeter viel länger als im östlichen, bis sich die Wirkung des Projekts auch in tiefen Schichten überhaupt abzeichnen kann. Das «junge» Grundwasser nahe der Erdoberfläche weist dagegen bereits heute gut 5 mg/l tiefere Nitratwerte auf als das tiefer liegende ältere Grundwasser.

Der Nitratindex verlangt eine Winterbegrünung und steuert eine grundwasserverträglichere Fruchtfolge, die Intensität der Bodenbearbeitung und den Saatzeitpunkt im Herbst. Heute werden rund 90 Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche im Projektperimeter nach den Vorgaben des Nitratprojekts bewirtschaftet.

Der nitratreiche Grundwasserzufluss aus Niederbipp hat die Kantone Solothurn und Bern dazu bewogen, das Nitratprojekt Gäu-Olten ab 2021 bis nach **Niederbipp** zu erweitern. Damit kann zusammen mit weiteren Anstrengungen in der Landwirtschaft langfristig ein weiterer signifikanter Rückgang der Nitratwerte in den Trinkwasserfassungen erzielt werden.



Für Trinkwasser gilt gemäss der Verordnung über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen (TBDV) ein lebensmittelrechtlicher Höchstwert von 40 mg Nitrat pro Liter. Im Trinkwasserpumpwerk Neufeld (Neuendorf) werden diese Werte erfüllt. Aber der Anforderungswert gemäss eidgenössischer Gewässerschutzverordnung (GSchV) von 25 mg Nitrat pro Liter wird noch längst nicht erreicht.

Schwermetalle und flüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe

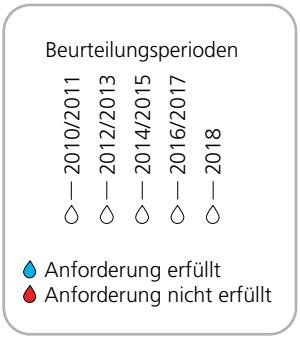
Bei Einträgen von Schwermetallen und flüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffen (FHKW) im Grundwasser ist es oft schwierig, die Verursacher zu ermitteln. So ist zum Beispiel nicht immer bekannt, wodurch die Belastungen mit **Kupfer** und **Zink** verursacht werden. Bestimmte Schwermetalle hingegen kommen natürlich (geogen) in erhöhten Konzentrationen vor. Für Letzteres sind **Chrom** im Bucheggberg und **Cadmium** im Jura Beispiele. In allen diesen Fällen liegen die Messwerte aber weit unterhalb der Vorgaben für das Lebensmittel Trinkwasser. Menschgemacht sind dagegen Einträge, die auf **Altlasten und Altstandorte** zurückgehen. Zu sorgloser Umgang über Jahrzehnte mit umweltgefährdenden Stoffen und Abfällen hat in Böden und im Untergrund Spuren hinterlassen. Seit Längerem sind alle bekannten belasteten Standorte im Kanton Solothurn erhoben und gemäss ihrer Lage und Stoffgefährlichkeit eingestuft. Wo nötig werden gezielt Massnahmen (Sanierung, Überwachung) ergriffen.

Eine interaktive Karte der belasteten Standorte im Kanton Solothurn ist abrufbar unter:

so.ch/umweltdaten
> Belastete Standorte/Altlasten

Nebst meist lokalen Grundwasserverunreinigungen durch FHKW, die in der Regel auf belastete Standorte zurückzuführen sind, sind ausserhalb des kantonalen Messnetzes weitere Trinkwasserfassungen mit erhöhten FHKW-Belastungen oder gar Überschreitungen der Anforderungen der Gewässerschutzverordnung (GSchV) bekannt. Namentlich zu erwähnen ist das Grundwasserpumpwerk in Obergösgen, wo der Gehalt an **Perchlorethylen** seit Jahren rund siebenfach über den Anforderungen der GSchV (1 µg/l) liegt, aber dennoch unter dem TBDV-Grenzwert von 10 µg/l. Auch dort kann das Trinkwasser also unbedenklich genossen werden. Die Suche nach dieser Schadstoffquelle geht trotzdem weiter.

Wasserqualität des Grundwassers: Beurteilung der Schwermetalle.



Gemeinde	Messstelle	Arsen	Blei	Cadmium	Chrom	Kupfer	Nickel	Zink	Bor
Breitenbach	PW Längacker	●	●	○	●	●	●	○	●
Laupersdorf	PW Bifang	●	●	●	●	○	●	○	●
Neuendorf	PW Neufeld	●	●	●	●	●	○	○	●
Niedergösgen	PW Inseli	●	●	●	●	●	●	○	●
Olten	PW Gheid	●	●	●	●	●	●	●	●
Trimbach	PW Dellen	●	●	●	●	●	●	○	●
Gerlafingen	PW Lerchenfeld	●	●	●	●	●	●	○	●
Nuglar	Schomelquelle Süd	●	●	●	●	●	●	●	●
Hofstetten-Flüh	Sternenbergquelle	●	●	●	●	●	●	●	●
Büren	Hochwaldquellen	●	●	●	●	●	●	●	●
Gänsbrunnen	Gänslochquelle	●	●	●	●	●	●	●	●
Erschwil	Schemelquelle	●	●	●	●	●	●	●	●
Herbetswil	Hammerrainquelle	●	●	●	●	●	●	●	●
Lostorf	Falkensteinquelle	●	●	●	●	●	●	●	●
Laupersdorf	Höngerquelle	●	●	●	●	●	●	●	●
Dornach	Güggelhofquelle	●	●	●	●	●	●	●	●
Mümliswil/Ramiswil	Schürlibodenquelle	●	●	●	●	●	●	●	●
Hessigkofen	Quelle Hessigkofen	●	●	●	○	●	●	●	●

Pestizide

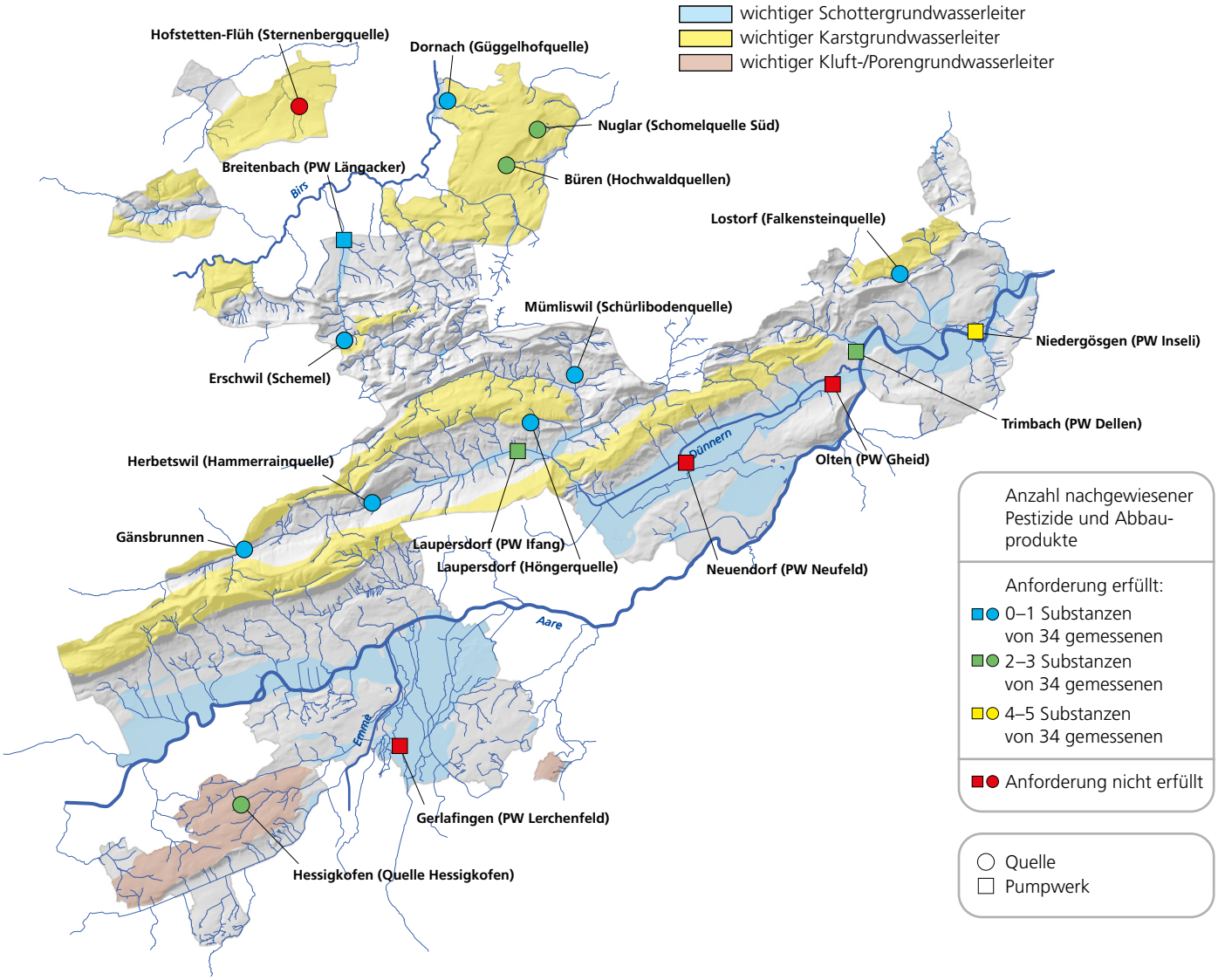
Pestizide können wie folgt eingeteilt werden: einerseits in Stoffe, die zum Schutz von Pflanzen eingesetzt werden, andererseits in Biozide, die zum Schutz der menschlichen Gesundheit, zur Bekämpfung von Schadinsekten und zur Haltbarmachung von Materialien (z.B. Anstriche von Hauswänden) verwendet werden.

Pestizid ist der Überbegriff für **Pflanzenschutzmittel (PSM) und Biozide.** Aufgrund ihres Zwecks und ihrer Eigenschaften sind diese Stoffe biologisch aktiv und können, falls sie ins Gewässer gelangen, Gewässerorganismen beeinträchtigen. Die Erfassung der Pestizidbelastung ist deshalb für den Gewässerschutz besonders wichtig und wurde in den letzten Jahren auch im Kanton Solothurn regelmässig durchgeführt. Eine grosse Herausforderung im Pestizid-Monitoring ist allerdings die grosse Anzahl **zugelassener Wirkstoffe** und die noch grössere Zahl an **Abbauprodukten,** die potenziell in die Gewässer eingetragen werden können: In der Schweiz sind ungefähr fünfhundert Pestizid-Wirkstoffe zugelassen.

Im Kanton Solothurn wird das Grundwasser an 18 Messstellen auf **34 Pestizide** und deren Abbauprodukte (Metabolite) untersucht. Die vorliegenden Befunde zeigen, dass solche Stoffe immer häufiger im Grundwasser nachgewiesen werden:

- Bei den Messungen im Zeitraum 2012/2013 wurde bei der Hälfte der untersuchten Messstellen höchstens ein Pestizid oder Abbauprodukt gefunden.
- Inzwischen sind nur noch 7 der 18 Messstellen ohne Nachweis von Pestizidrückständen, und bei 10 Messstellen wurden zwei oder mehr Pestizide bzw. Abbauprodukte nachgewiesen.

Pestizide oder Abbauprodukte im Grundwasser (2017–2019). Bei mehr als der Hälfte der 18 Messstellen wurden zwei oder mehr Pestizide oder Abbauprodukte nachgewiesen.



Die Messstellen, bei denen nach wie vor keine Pestizidrückstände nachgewiesen werden können, befinden sich im **Faltenjura,** welcher von Wald-, Gras- und Viehwirtschaft geprägt ist. Bei den Messstellen mit zwei oder mehr nachgewiesenen Substanzen handelt es sich vorwiegend um Talgrundwasserleiter im **Mittelland** und im **Bucheggberg** sowie um Quellen im **Tafeljura** mit Acker- oder Gemüsebau im Einzugsgebiet. Bei der Sternenbergquelle in Hofstetten-Flüh sowie bei den Pumpwerken Neufeld, Lerchenfeld und Gheid wurde für einen Pestizidwirkstoff oder ein relevantes Abbauprodukt mit Konzentrationen grösser als 0.1 µg/l sogar der Höchstwert für Trinkwasser überschritten.

Exkurs: Chlorothalonil

Ein Wirkstoff in Pflanzenschutzmitteln, der seit Sommer 2019 besonders viel zu reden gab, ist das **Chlorothalonil.** Noch vor Kurzem kannten meist nur Fachleute diesen Begriff. Inzwischen ist er allgemein bekannt geworden. Chlorothalonil ist seit den 1970er-Jahren als **Fungizid** in der Schweiz zugelassen und wird gegen Pilzbefall bei Pflanzen eingesetzt. Chlorothalonilhaltige Mittel werden vorwiegend im Getreide-, Gemüse-, Kartoffel-, Wein- und Zierpflanzenbau verwendet.

Pflanzenschutzmittel mit dem Wirkstoff Chlorothalonil sind in den 1970er-Jahren durch das Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) zugelassen worden.

Chlorothalonil wird sowohl im Boden als auch in Oberflächengewässern mithilfe von Mikroorganismen oder auch durch das Sonnenlicht abgebaut. Es entstehen **Abbauprodukte** des ursprünglichen Wirkstoffs. Das Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV) hat im Dezember 2019 Chlorothalonil als wahrscheinlich krebserregend und in der Folge alle Abbauprodukte als lebensmittelrechtlich relevant eingestuft. Weil eine gesundheitsschädigende Wirkung nicht ausgeschlossen werden kann, gilt neu ein Höchstwert im Trinkwasser bzw. ein Anforderungswert im Grundwasser von 0.1 µg/l für den Wirkstoff und sämtliche Abbauprodukte.

Im Kanton Solothurn wurde das Grundwasser erstmals im Mai 2019 im Rahmen der Nationalen Grundwasserbeobachtung (NAQUA) auf **zwei Abbauprodukte** von Chlorothalonil hin untersucht. 16 Messstellen wurden beprobt. Dabei wurden in zwei Pumpwerken Überschreitungen des Trinkwasser-Höchstwerts von 0.1 µg/l festgestellt. Daraufhin wurde die Untersuchung auf weitere Grundwasserfassungen ausgeweitet, was folgenden Überblick (Stand Januar 2020) ermöglicht:

Der Kanton Solothurn verfügt mit den Grundwasserströmen der Emme, der Dünnern und der Aare über drei grosse Grundwasservorkommen, aus welchen zwei Drittel der gesamten Trinkwassermenge im Kanton gefördert werden. Das restliche Drittel stammt aus Quellen und lokalen Vorkommen.

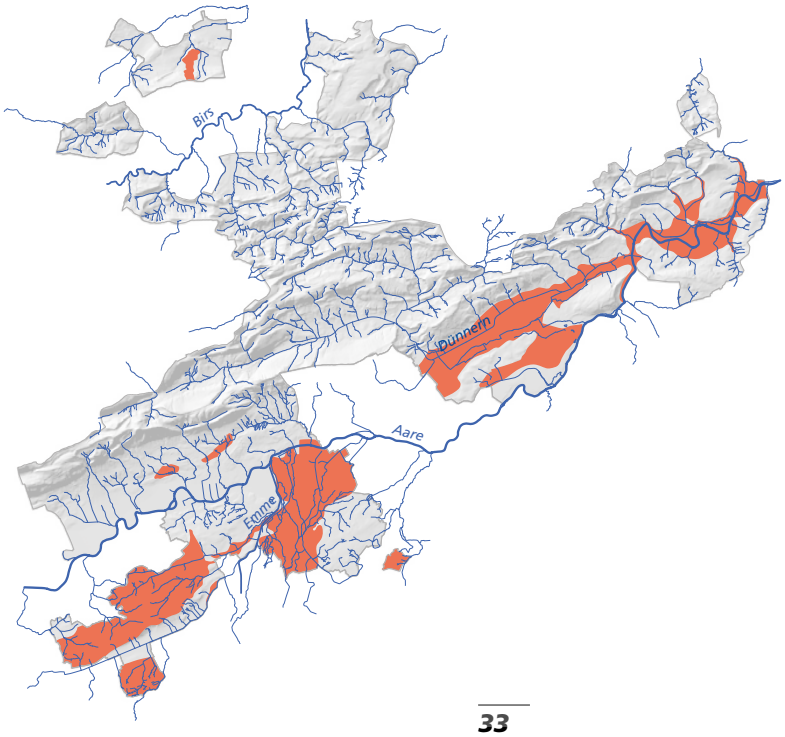
- Im **Emme-Grundwasserstrom** und im angrenzenden **Aare-Grundwasserstrom im Raum Solothurn-Zuchwil** werden heute 9 Grundwasserfassungen für die öffentliche Trinkwasserversorgung betrieben. Sie versorgen sämtliche Gemeinden in den Bezirken Wasseramt und Solothurn mit Trinkwasser. Hinzu kommen weitere substanzielle Lieferungen in die angrenzenden Bezirke Bucheggberg und Lebern. Für die Trinkwasserförderung in diesen Gebieten ist eine gesamthafte Konzessionsmenge von total 76 600 m^3 pro Tag (Summe aller 9 Fassungen) verliehen. Im Herbst 2019 lagen bei 90 Prozent der verliehenen Konzessionsmenge die Konzentrationen von Abbauprodukten von Chlorothalonil über dem Höchstwert von 0.1 µg/l. Nur in einer Fassung lag die Grundwasserbelastung unter diesem Wert.
- Aus dem **Dünnern-Grundwasserstrom** und dem angrenzenden **Aaregäu** wird heute an 7 Standorten Trinkwasser gewonnen. Diese Fassungen versorgen den Bezirk Gäu und grosse Teile des Bezirks Olten inklusive der Stadt Olten mit Trinkwasser. Diese Vorkommen sind von überregionaler Bedeutung. Die in diesen Grundwasservorkommen verliehene Konzessionsmenge für Trinkwasser beträgt 69 000 m^3 pro Tag. Bei 87 Prozent davon lagen die Konzentrationen

von Abbauprodukten von Chlorothalonil im Herbst 2019 über dem Höchstwert von 0.1 µg/l. Nur ein Fassungsstandort kann Grundwasser fördern, dessen Konzentration knapp unter dem Höchstwert liegt.

- Im **Aare-Grundwasserstrom zwischen Olten und Aarau** wird heute aus 6 Grundwasserfassungen Trinkwasser gewonnen. Eine zusätzliche regionale Fassung wird 2020 in Gretzenbach in Betrieb genommen. Die verliehene Konzessionsmenge für Trinkwasser beträgt 33 000 m^3 pro Tag. Bei 3 Fassungen oder 44 Prozent der Konzessionsmenge lagen die Konzentrationen von Abbauprodukten von Chlorothalonil im Herbst 2019 über dem Höchstwert von 0.1 µg/l. Die Konzentrationen bei den übrigen Fassungen lagen alle beim Höchstwert oder knapp darunter.
- Bei den Quell- und Grundwasserfassungen im **Bucheggberg** wurden mit Ausnahme einzelner Quellen ebenfalls Abbauprodukte von Chlorothalonil in Konzentrationen über dem Höchstwert gemessen.

Im Kanton Solothurn müssen somit dringend Massnahmen ergriffen werden, um die Chlorothalonil-Belastung des Trinkwassers zu reduzieren. Aufgrund der flächigen Belastung kann aber nicht einfach einwandfreies Trinkwasser von unbelasteten Nachbarversorgungen bezogen werden. Bereits erschlossene und unbelastete Trinkwasserressourcen, die als **Ersatzwasser** oder zu **Mischzwecken** genutzt werden könnten, sind nicht überall vorhanden. Die Wasserversorgungen stehen nun vor einer Herausforderung: Nahezu sämtliche Fassungen im selben Grundwasservorkommen sind zeitgleich durch einen flächigen Schadstoffeintrag belastet. Mit der heutigen Infrastruktur kann das Problem von erhöhten Konzentrationen von Chlorothalonil-Abbauprodukten im Trinkwasser allerdings nicht gelöst werden. Zusätzliche Infrastruktur ist erforderlich. Doch der Bau von Aufbereitungsanlagen ist mit hohen Investitions- und Betriebskosten verbunden.

Das Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) hat am 12. Dezember 2019 entschieden, die Zulassung für das Inverkehrbringen von Produkten, die Chlorothalonil als Wirkstoff enthalten, mit sofortiger Wirkung zu entziehen. Es ist leider davon auszugehen, dass vielerorts das Grundwasser auch nach dem Anwendungsstopp die Trinkwasseranforderungen über Jahre oder sogar Jahrzehnte hinsichtlich der langlebigen Chlorothalonil-Abbauprodukte nicht erfüllen wird.



Belastung der Grundwasservorkommen mit Chlorothalonil-Sulfonsäure (R471811) im Herbst 2019. Mit den Grundwasserströmen der Emme, der Dünnern und der Aare sind die drei wichtigsten Grundwasservorkommen im Kanton Solothurn nahezu flächig mit diesem Abbauprodukt von Chlorothalonil belastet. Auch der Bezirk Bucheggberg ist nahezu flächendeckend belastet. Lediglich lokale Vorkommen im Jura mit Talgrundwasser und Karstgrundwasser sind grösstenteils nicht beeinträchtigt.

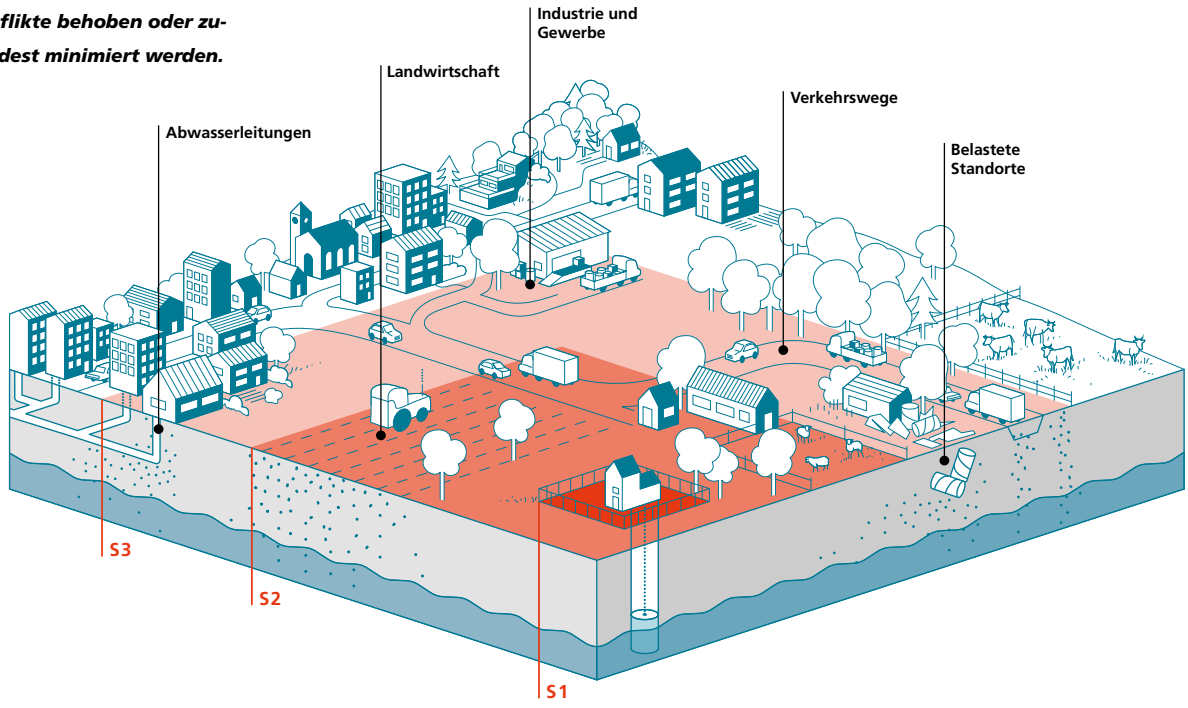
4 Grundwasserschutzzonen

Vielerorts stehen Grundwasserschutzzonen von Trinkwasserfassungen in Konflikt mit anderen Nutzungen.

Im Kanton Solothurn wird das Trinkwasser ausschliesslich aus Grund- und Quellwasser gewonnen. Dessen Qualität hängt massgeblich von den menschlichen Aktivitäten im betreffenden Einzugsgebiet ab. Damit **Grundwasser** ohne – oder nur mit einfachen – Massnahmen zu Trinkwasser aufbereitet werden kann, muss diese lebenswichtige Ressource geschützt werden. Das wichtigste Instrument sind die **dreigliedrigen Grundwasserschutzzonen** im Umkreis von Grundwasser- oder Quellfassungen. Sie bewahren das Rohwasser der öffentlichen Trinkwasserversorgung vor mikrobiologischer Kontamination (etwa durch Fäkalkeime). Zudem stellen sie sicher, dass im Falle eines Unfalls mit wassergefährdenden Stoffen genügend Zeit und Raum für die erforderlichen Interventions- und Sanierungsmassnahmen zur Verfügung stehen. Je näher bei der Wasserfassung, umso strenger sind die Schutzvorschriften:

- **S1 (Fassungsbereich).** Diese Zone sichert die unmittelbare Umgebung einer Grundwasserfassung. In der Zone S1 sind nur standortgebundene Anlagen zur öffentlichen Wasserversorgung erlaubt, um Beschädigungen der Anlage oder Verunreinigungen im Umfeld der Fassung zu verhindern.
- **S2 (engere Schutzzone).** Diese Zone stellt sicher, dass das Grundwasser nicht durch Grabungen oder unterirdische Arbeiten verunreinigt wird und dass keine Krankheitserreger oder andere Stoffe, die das Wasser gefährden könnten, in die Fassung gelangen. In der Zone S2 sind grundsätzlich keine Bauten und Anlagen gestattet. Zudem dürfen Pflanzenschutzmittel nur eingeschränkt verwendet werden, und der Austrag von flüssigem Hofdünger ist untersagt.
- **S3 (weitere Schutzzone).** Diese Zone bildet einen Pufferbereich um die Zone S2. Sie stellt sicher, dass im Falle eines Unfalls mit wassergefährdenden Stoffen genügend Zeit für eine Intervention besteht (minimale Reaktionszeit: 10 Tage). In der Zone S3 dürfen Wohnbauten erstellt werden, für Gewerbe- und Industriebauten gelten Einschränkungen.

Um die Beschaffung von einwandfreiem Trinkwasser dauerhaft zu gewährleisten, sind Schutzzonen (S1 bis S3) um Trinkwasserfassungen herum ausgeschieden. Vielerorts kommt es dabei zu Konflikten mit anderen Nutzungen. Mit geeigneten Massnahmen sollen diese Konflikte behoben oder zumindest minimiert werden.



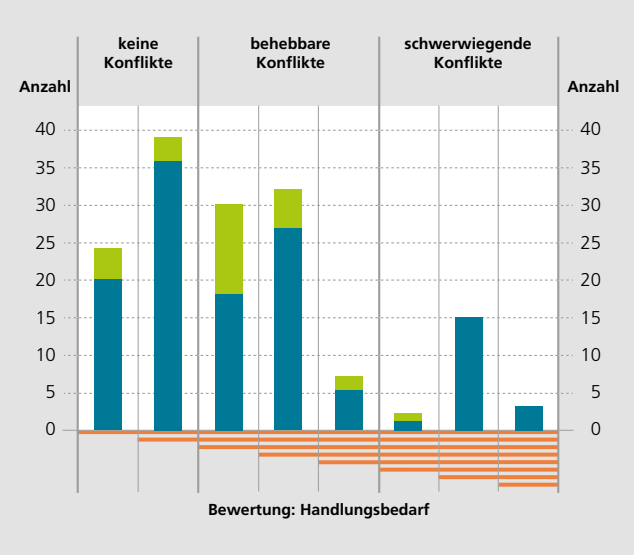
Durch den wachsenden Raumbedarf kommt es zunehmend zu schärferen **Nutzungskonflikten** bei Grundwasserfassungen. Besonders in dicht besiedelten Gebieten sind in Schutzzonen oft Bauten und Anlagen anzutreffen, welche nach der Gewässerschutzgesetzgebung dort nicht zulässig wären. Auch wenn das nicht automatisch zu einer Verschmutzung des Grundwassers führt, so nimmt doch mit jeder weiteren Baute das Risiko für einen Zwischenfall zu. Nutzungskonflikte müssen deshalb entschärft werden. Wenn das nicht möglich ist, muss die Fassung aufgehoben werden.

Sämtliche 152 Schutzzonen im Kanton wurden deshalb hinsichtlich ihrer Schutzwirkung analysiert und nach einem **einheitlichen Schema** bewertet (vgl. Grafik unten). Am einen Ende der Bewertungsskala liegen Schutzzonen mit geringem Handlungspotenzial und leichten Nutzungskonflikten (beispielsweise einzelne Wohnhäuser oder wenig befahrene Strassen). Am anderen Ende finden sich Schutzzonen mit schweren Nutzungskonflikten (etwa durch Industriebetriebe, Abwasseranlagen, stark befahrene Strassen oder Eisenbahnlinien).

Gemäss dieser Analyse erfüllen **60 Prozent der Schutzzonen** nicht alle gesetzlichen Anforderungen und müssen in den kommenden Jahren überarbeitet werden. Bei etlichen Fassungen ist dies bereits der Fall. Dabei sind besonders die Konflikte mit bestehenden, nichtschutzzonenkonformen Bauten, Anlagen und Nutzungen zu lösen. Bei den meisten Schutzzonen ist dies mit verhältnismässigem Aufwand möglich. Bei rund 20 Fassungen sind die Nutzungskonflikte jedoch schwerwiegend. Sie müssen kurz- bis mittelfristig aufgehoben werden und bei ihnen muss, bei Bedarf, nach alternativen Standorten gesucht werden.

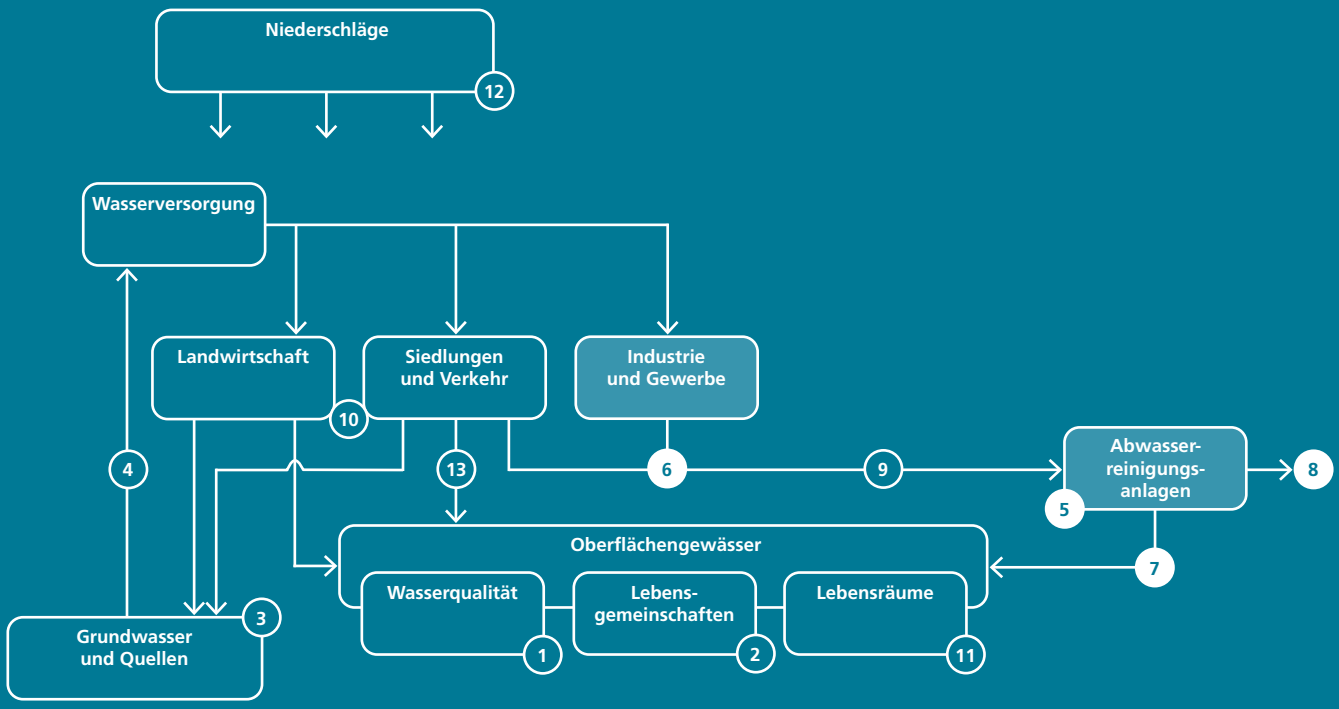
Nutzungskonflikte stellen eine grosse Herausforderung im Vollzug des Grundwasserschutzes dar und müssen künftig noch stärker berücksichtigt werden. Der Kanton Solothurn verfolgt das Ziel, dass die wichtigsten Fassungen von regionaler Bedeutung prioritär geschützt und die Wasserversorgungen, wo nötig, noch besser vernetzt werden. Diese Vernetzungen ermöglichen die ersatzlose Aufhebung von vielen Fassungen an Standorten mit schwerwiegenden Nutzungskonflikten. Damit wird der Zugang zu qualitativ gutem und günstigem Trinkwasser in genügender Menge für alle Gemeinden auch in Zukunft gesichert.

Die Schutzzonen S1 bis S3 müssen um alle Grundwasserfassungen von öffentlichem Interesse herum ausgeschieden werden und sind das wichtigste Instrument des nutzungsorientierten, planerischen Grundwasserschutzes. In Grundwasserschutzzonen sind folglich menschliche Aktivitäten nur eingeschränkt erlaubt. Das heisst: der Schutz des Grundwassers erfordert bedeutende Einschränkungen des privaten Eigentums.



Nutzungskonflikte bei den 152 existierenden Grundwasserschutzzonen im Kanton Solothurn: Bei einer regionalen und bei 19 kommunalen Grundwasserfassungen sind die Nutzungskonflikte so schwerwiegend, dass diese Fassungen vermutlich aufgehoben werden müssen.

Abwasser


Niederschläge
12
Wasserversorgung
Landwirtschaft
Siedlungen und Verkehr
Industrie und Gewerbe
10
4
13
6
9
Abwasser-reinigungs-anlagen
8
5
7
Oberflächengewässer
Wasserqualität
Lebens-gemeinschaften
Lebensräume
1
2
11
Grundwasser und Quellen
3

5 Abwasserreinigung im Wandel der Zeit

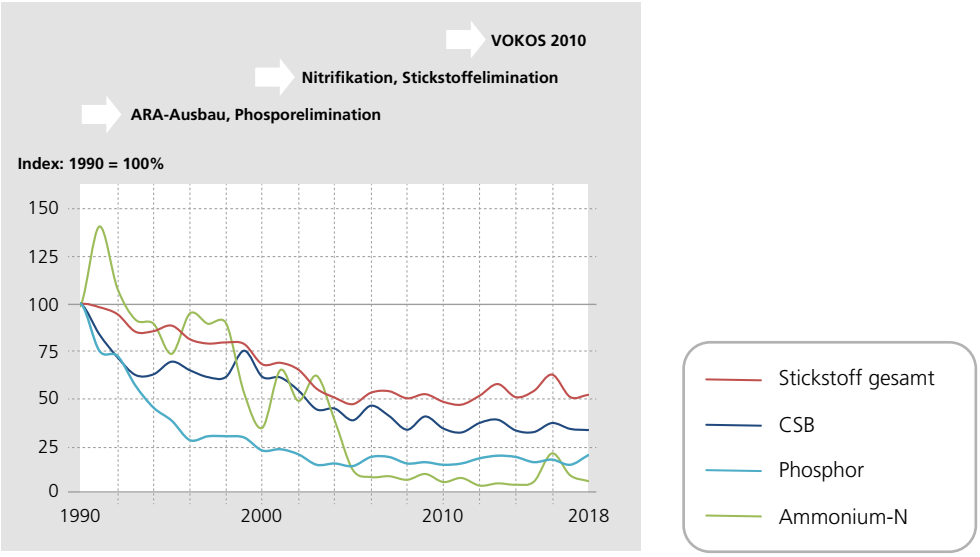
Einerseits ist die Abwasserreinigung eine Erfolgsgeschichte, andererseits sind auch in diesem Bereich immer wieder neue Aufgaben zu bewältigen.

Über weite Strecken ist die kommunale Abwasserreinigung eine Erfolgsgeschichte: Noch vor sechzig Jahren konnte auch die Bevölkerung im Kanton Solothurn nicht sorglos in Fliessgewässern oder Seen baden. Dass sich das geändert hat, ist vor allem dem seither erfolgten Bau und Betrieb grossräumiger Kanalisationsnetze und leistungsfähiger Abwasserreinigungsanlagen (ARA) zu verdanken. In den 1990er-Jahren wurden durch den forcierten Ausbau der Abwasserreinigungsanlagen weitere signifikante Verbesserungen erzielt.

Zu Beginn konzentrierte sich die Abwasserreinigung auf **organische Stoffe,** die den Sauerstoff zehren, sowie auf die im Abwasser enthaltenen **festen Abfälle.** Schäumende Gewässer und übermässiges Pflanzen- und Algenwachstum führten dazu, dass ab den 1990er-Jahren Nährstoffe wie **Phosphor und Stickstoff** stärker in den Fokus rückten. Zuerst wurden die Nitrifikation (die biologische Umwandlung von Ammonium) und die Phosphorelimination vorangetrieben; ab den 2000er-Jahren standen die Stickstoffelimination (Denitrifikation) und die weitergehende Nitrifikation im Vordergrund. Die Erfolge sind offensichtlich (vgl. Grafik unten): Im Vergleich zum Jahr 1990 reduzierten sich die Gesamtfrachten in den ARA-Abläufen bis zum Jahr 2005 bei den organischen Stoffen um 61 Prozent, beim Ammonium um 87 Prozent, beim Phosphor um 85 Prozent und beim Gesamtstickstoff um 52 Prozent.

Das Vollzugskonzept Sachplan Siedlungsentwässerung (VOKOS 2010) der Kantone Bern und Solothurn beschreibt die gemeinsame Strategie für einen nachhaltigen Gewässerschutz. Das Hauptgewicht liegt auf der Siedlungsentwässerung und der Abwasserreinigung.

In jüngerer Zeit schwenkte der Fokus bei der Abwasserreinigung vermehrt auf Anlagen an **kleineren Gewässern** mit ungenügender Wasserqualität sowie auf die **Sicherung** der ARA-Reinigungsleistung bei steigender Bevölkerungszahl bzw. zunehmender Industrietätigkeit (Umsetzung des Vollzugskonzepts Sachplan Siedlungsentwässerung, VOKOS). Vorwiegend bei kleineren ARA wurde Handlungsbedarf identifiziert und Massnahmen abgeleitet. Im Fokus des so initiierten



Ablauffrachten der Abwasserreinigungsanlagen im Kanton Solothurn, indiziert auf das Ausgangsjahr 1990: chemischer Sauerstoffbedarf (CSB, 1990: 3609 Tonnen/Jahr), Ammoniumstickstoff (1990: 425 Tonnen/Jahr), Gesamtstickstoff (1990: 1148 Tonnen/Jahr) und Phosphor (1990: 147 Tonnen/Jahr).

Erneuerungszyklus standen Renovationen und Betriebsoptimierungen, der Ausbau der Nitrifikation und der Nährstoffelimination sowie das Ziel, die grössere Reinigungsleistung regionaler ARA durch Anschluss und Aufhebung von kleineren Anlagen zu nutzen (vgl. Kapitel 7).

Trotz all dieser Fortschritte halten heute noch rund ein Fünftel der Abwasserreinigungsanlagen im Kanton Solothurn die Einleitbedingungen der eidgenössischen Gewässerschutzverordnung (GSchV) nicht zu allen Zeiten ein. Die GSchV unterscheidet zwei Arten von Vorgaben:

- **Maximale Konzentrationen im Ablauf der Reinigungsanlage.** Diese Anforderung soll chronische und akut-toxische Wirkungen im aufnehmenden Gewässer verhindern. Ein Beispiel ist die maximal zulässige Ablaufkonzentration für Ammonium von 2 mg/l Stickstoff.
- **Minimale Wirkungsgrade der Reinigungsanlage.** Diese Anforderung soll garantieren, dass die Substanzen gemäss dem Stand der Technik möglichst weitgehend abgebaut werden, unabhängig von ihrer unmittelbaren toxischen Wirkung. Beispielsweise müssen die ARA für den gelösten organischen Kohlenstoff (DOC) einen Reinigungseffekt von mindestens 85 Prozent, bezogen auf das Rohabwasser, einhalten.

Die Einhaltung dieser Anforderungen wird mittels **Eigenkontrollen** der ARA überprüft. Die Betreiber führen dazu jährlich mehr als 10 000 Labormessungen durch. Bei grösseren Anlagen sind diese Eigenkontrollen, die auch für den Betrieb wichtig sind, engmaschiger und ausführlicher als bei kleinen. Letztere werden vom Amt für Umwelt enger begleitet als solche mit einem professionellen Betrieb. Die Gründe für die zeitweilige Überschreitung der Anforderungen sind vielfältig:

- **Altersbedingte Betriebsprobleme** können zu Überschreitungen führen. Aber auch bei einem Neubau oder bei Renovationen ist in der Regel mit temporären Leistungseinbussen zu rechnen. So führte die Sanierung der ARA Winznau (2016) zu erhöhten Ammonium- und Stickstofffrachten, die sich sogar in den gemittelten Werten in der Grafik links abzeichnen.
- Die Lebensmittelproduktion, die steigende Wohnbevölkerung und die energetische Nutzung des Klärschlamms und von Co-Substraten führten in jüngster Zeit zu einem Anstieg der **Stickstoff- und der Phosphorfrachten** im Zulauf der kommunalen ARA. Dies kann zur Überlastung von einzelnen ARA führen. ARA mit Co-Vergärung werden in Zukunft zusätzliche Reinigungsanlagen betreiben müssen, um die Stickstoffeinträge in die Gewässer zu reduzieren.
- Daneben liegen die Ursachen für die Anstiege der Abwasserfrachten in der nach wie vor zu hohen Zuleitung von **sauberem Fremd- und Regenwasser.** Durch die starke Verdünnung mit sauberem Wasser sinken die Eliminationswirkungsgrade auf den ARA.

Der durch den VOKOS 2010 angestossene **Erneuerungszyklus** bei vorwiegend kleineren Anlagen wird voraussichtlich 2026 abgeschlossen. Damit die dadurch erzielten Erfolge auch bei weiter steigenden Bevölkerungszahlen, der zunehmenden Energiegewinnung auf ARA und den steigenden Gewässertemperaturen nicht verloren gehen, sind weitere Anstrengungen erforderlich. Um die Reinigungsleistung der Anlagen im Kanton Solothurn zu steigern, stehen kurz- und mittelfristig insbesondere die Vermeidung von Fremd- und Regenwasser in den Kanalnetzen und die Entflechtung der Bäche und Drainagen von Kanalisationen im Fokus. Dadurch können teure Ausbauten vermieden und der Energieeinsatz bei der Abwasserreinigung (etwa für Wasserpumpen) vermindert werden.

Um die Biogasproduktion zu steigern, werden in Abwasserkläranlagen externe organische Abfälle gemeinsam mit dem Klärschlamm mitvergoren – man spricht von sogenannter Co-Vergärung. Als Co-Substrate besonders gut geeignet sind leicht abbaubare Abfälle aus der Lebensmittelindustrie. Solche Co-Substrate führen ohne grossen Aufwand zu einem wesentlich besseren Ertrag bei der Produktion von Biogas, das anschliessend verstromt oder ins Gasnetz abgegeben werden kann.

6 Schwermetalle im Abwasser

Eine effiziente Methode, um schwermetallhaltigen Einleitungen ins Abwasser auf die Spur zu kommen, sind sogenannte Sielhautuntersuchungen.

Wo metallische Oberflächen bearbeitet werden, können bei der Produktion oder bei Reinigungsarbeiten schwermetallhaltige Abwässer anfallen. In manchen Betrieben werden deshalb Abwässer, die **Chrom, Kupfer, Zink oder Nickel** enthalten, bereits an Ort und Stelle vorbehandelt. Eine solche Vorbehandlung schützt die Abwasserreinigungsanlage vor Einträgen, welche die mikrobiologische Aktivität hemmen und sich negativ auf die Reinigungsleistung auswirken.

Mittels Eigenkontrollen, die stichprobenartig vom Amt für Umwelt (AfU) überprüft werden, weisen die betreffenden Betriebe nach, dass die schwermetallhaltigen Abwässer ausreichend vorbehandelt worden sind und bei ihrer Einleitung in die Kanalisation die gesetzlichen Grenzwerte einhalten. Dennoch wird auch der Klärschlamm in den Abwasserreinigungsanlagen regelmässig auf Schwermetalle untersucht. Steigen dort die Konzentrationen an, so stellen sich folgende Fragen: Hat bloss die Abwassermenge zugenommen? Oder sind gewerblich-industrielle Abwässer entgegen den Vorschriften nicht ausreichend vorbehandelt worden?

Die Sielhaut ist ein graubrauner Biofilm (Foto links), der sich auf der Innenseite von Abwasserleitungen bildet und aus dem durch Laboruntersuchungen (Foto rechts) Rückschlüsse auf übermässige Schadstoffeinträge in die Kanalisation gezogen werden können.

Sielhautuntersuchungen

Eine effiziente Methode, um Einleitungen mit überhöhtem Schwermetallgehalt zu eruieren bzw. einzugrenzen, ist die Untersuchung der sogenannten Sielhaut in einem Kanalisationssystem. Die Sielhaut ist ein graubrauner **Biofilm,** der aus Mikroorganismen (Bakterien, Pilzen) sowie aus anorganischen Verbindungen besteht, die sich auf der Innenseite von Abwasserleitungen (die auch als «Siele» bezeichnet werden) ansetzen. Je nach mikrobieller Zusammensetzung hat die Sielhaut eine fettige bis seifige Konsistenz.

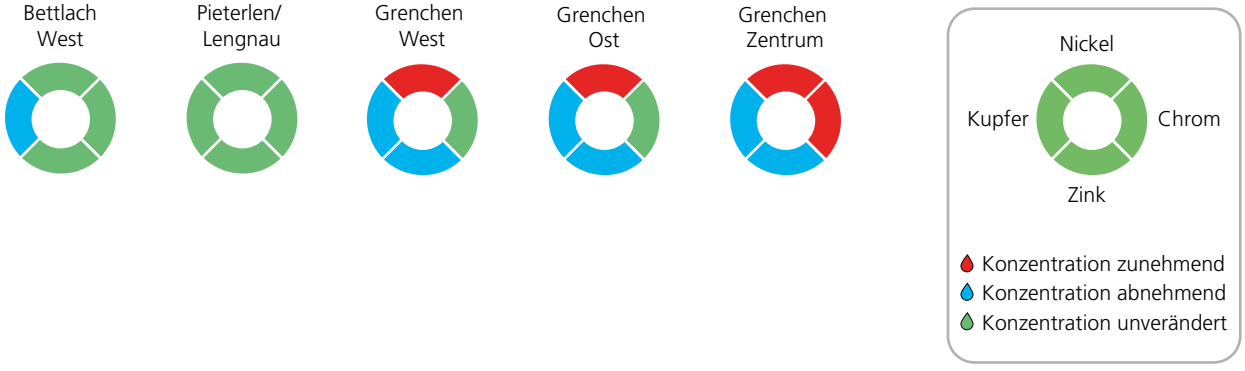
Die Sielhaut nimmt Schwermetalle aus dem Abwasser auf und reichert sie an. Sie ist somit so etwas wie ein «Gedächtnis», das Rückschlüsse auf schwermetallhaltige Einleitungen in ein Abwassersystem erlaubt: Entsprechende Untersuchungen geben zuverlässige qualitative Hinweise, um punktförmige Schadstoffquellen zu lokalisieren. Bei schwermetallhaltigen Einleitungen können in Sielhäuten die betreffenden Konzentrationen bis zum Tausendfachen höher sein als in unbelasteten Bereichen.

Das ist zum Beispiel in **Grenchen** festgestellt worden. Ab 2013 nahm dort der durchschnittliche **Nickelgehalt im Klärschlamm** der Abwasserreinigungsanlage kontinuierlich zu. Einen Höchstwert erreichte dieser Wert im Jahr 2016. Um die ungünstige Entwicklung zu beenden, sind an mehreren Standorten im Bereich kritischer Einleiter aus Industrie und Gewerbe Sielhautproben entnommen und im Labor untersucht worden (mit Unterstützung des Zweckverbands Abwasserregion Grenchen, ZAG).

Stoffe, die sich in der Sielhaut nachweisen lassen, belasten auch das Abwasser. Im Einzugsgebiet der Abwasserreinigungsanlage Grenchen konnten so die Kontrollintervalle für die Vorbehandlungsanlagen in Industrie und Gewerbe optimiert werden.

Diese aktuellen Daten wurden mit früher gemachten Aufnahmen, die bis zum Jahr 1995 zurückreichen, verglichen. Die aktuellen Daten bestätigten die auf der Abwasserreinigungsanlage beobachtete Entwicklung: an gewissen Messstellen hatte der **Nickelgehalt in der Sielhaut** in dieser Periode deutlich zugenommen (vgl. Grafik unten). Die Messkampagne ermöglicht es, jene Einzugsgebiete im Kanalnetz, welche stark mit Nickel belastet waren, einzugrenzen und die erforderlichen Industriekontrollen gezielt bei den in Frage kommenden Galvanik-, Metallverarbeitungs- und Beschichtungsbetrieben durchzuführen. Bereits können erste Erfolge verbucht werden: Zwei dieser Betriebe sind aufgefordert worden, ihre Prozessabwässer so weit vorzubehandeln, dass die geforderten Einleitgrenzwerte für Schwermetalle im Abwasser wieder dauerhaft eingehalten werden.

Qualitativer Vergleich der Schwermetallkonzentrationen in der Sielhaut an Kanalisations-Messstellen in Grenchen und Umgebung über den Zeitraum von 1995 bis 2018.



7 Aufhebung kleiner Abwasserreinigungsanlagen

Weniger ist manchmal mehr: Für kleine Abwasserreinigungsanlagen kann der Anschluss an eine grössere Anlage ökologisch und wirtschaftlich sinnvoller sein als eine Sanierung.

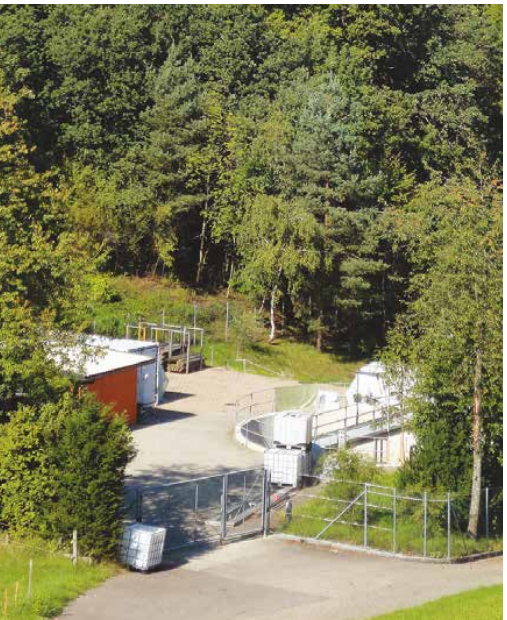
Damit die Abwässer aus Haushalten, Gewerbe und Industrie nicht direkt in die Umwelt gelangen, werden sie über ein 2200 Kilometer messendes Kanalisationsnetz zu heute 23 kommunalen und regionalen Abwasserreinigungsanlagen geführt und dort behandelt. Das sind 7 Anlagen weniger als noch im Jahr 2000.

Trotz Reinigung gemäss Stand der Technik verbleibt bei jeder Anlage im behandelten Wasser eine **Restbelastung mit Schmutzstoffen.** Das wirkt sich vor allem dort aus, wo dieses Wasser in ein kleines Gewässer geleitet wird: Je geringer dessen Wassermenge ist, umso weniger wird das eingeleitete Wasser verdünnt und umso höher werden die Schadstoffkonzentrationen. Verhindert werden kann dies durch den Anschluss kleinerer Abwasserreinigungsanlagen (ARA) an grössere, welche sich in der Regel an **wasserreicheren Gewässern mit höherer Reinigungsleistung** befinden. Im Kanton Solothurn wurden deshalb in den Jahren 2011 bis 2016 folgende Kleinanlagen aufgehoben:

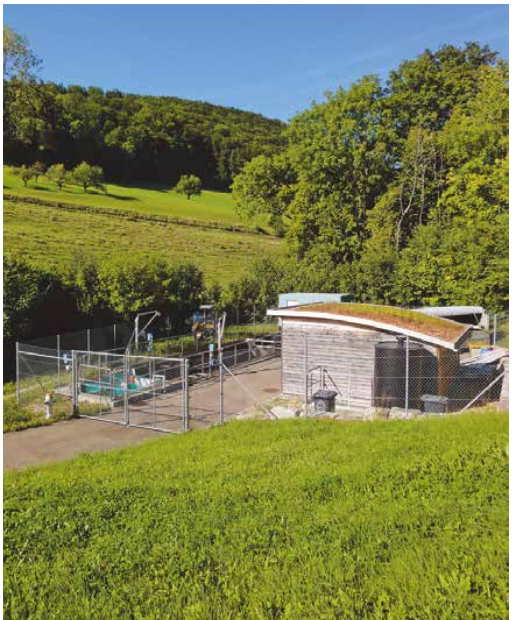
- ARA Nuglar
- ARA Wisen
- ARA Welschenrohr

Dadurch hat sich die Situation im Orisbach und im Dorfbach Wisen sowie im Oberlauf der Dünnern markant verbessert. Bei fast allen Schadstoffen werden seit der Aufhebung der entsprechenden Anlagen die Anforderungen eingehalten.

Abwasserreinigungsanlage Nuglar: aufgehoben 2011



Abwasserreinigungsanlage Wisen: aufgehoben 2013

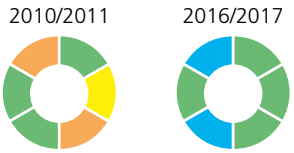


Abwasserreinigungsanlage Welschenrohr: aufgehoben 2016

Abwasserreinigungsanlage Nuglar

Ehemals Einleitung in den Orisbach

Anschluss neu in Frenkendorf BL

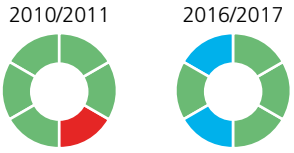


Die Aufhebung der kleinen Abwasserreinigungsanlage Nuglar hat die Wasserqualität im Orisbach deutlich verbessert, und der Bach erfüllt heute wieder die numerischen Anforderungen. Die **Nitrat-Konzentration** ist geringer geworden, und auch die gemessene **Nitrit-Konzentration** ging signifikant zurück und beträgt in der Regel weniger als 0.01 mg/l. Das entspricht einer sehr guten Wasserqualität. Der **BSB_5-Wert** (der biochemische Sauerstoffbedarf nach 5 Tagen) hat sich ebenfalls positiv entwickelt und wird nun mit gut bewertet. Schliesslich noch die **Phosphat-Konzentration.** Sie liegt inzwischen fast ausschliesslich unter 0.04 mg/l. Auch das entspricht einer guten Wasserqualität.

Abwasserreinigungsanlage Wisen

Ehemals Einleitung in den Dorfbach Wisen

Anschluss neu in Sissach BL

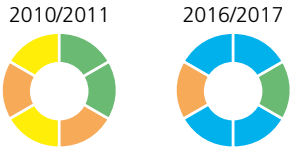


Die Messresultate vom Dorfbach Wisen zeigen ein ähnliches Bild wie diejenigen vom Orisbach. Die Qualitätsparameter, welche bereits vor der Aufhebung der Kleinanlage in Wisen in einem guten Bereich lagen, haben sich noch leicht verbessert. Die **Nitrit- und Ammonium-Konzentration** liegt jetzt sogar im sehr guten Bereich. Die grösste Verbesserung wurde beim **Phosphat** erzielt. Vor der Aufhebung der Anlage in Wisen wurde die Anforderung für Phosphat deutlich überschritten und erhielt das Prädikat schlecht. Mittlerweile liegen die Werte im grünen Bereich und unterschreiten die Anforderung von 0.04 mg/l, was einer Bewertung mit gut entspricht.

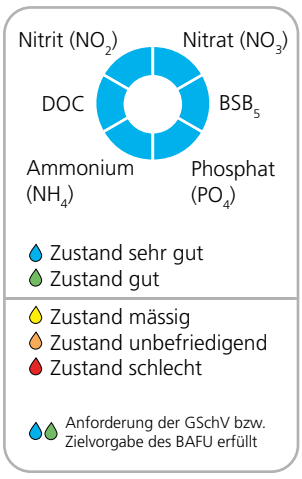
Abwasserreinigungsanlage Welschenrohr

Ehemals Einleitung in die obere Dünnern

Anschluss neu in Oensingen SO

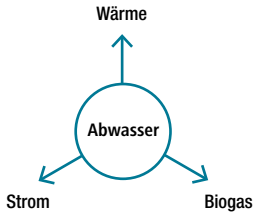


Vor der Aufhebung der Kleinanlage in Welschenrohr waren im oberen Abschnitt der Dünnern vier Parameter problematisch: Phosphat, DOC, Ammonium und Nitrit. Die Probleme mit **Phosphat, Ammonium und Nitrit** konnten durch die Aufhebung der Anlage behoben werden, und der Zustand ist für diese Parameter inzwischen sogar als sehr gut einzustufen. Im Bereich der **gelösten organischen Kohlenstoffverbindungen (DOC)** hat sich der Zustand jedoch nicht verbessert: Die gemessenen Konzentrationen sind auch noch nach der Aufhebung der Anlage Welschenrohr zu hoch, stammen also aus anderen Quellen. Die erhöhten DOC-Werte sind bereits im Oberlauf in Welschenrohr (Messstelle Dünnern 1) zu beobachten und können eine natürliche Ursache haben. Deshalb sind weitere Abklärungen notwendig, um diese DOC-Belastung besser beurteilen zu können und gegebenenfalls weitere Massnahmen zu ergreifen.



8 Energie aus Abwasser

Im Abwasser steckt viel Energie. Sie kann in verschiedenen Formen gewonnen und genutzt werden, was im Kanton Solothurn bereits grossflächig und grosstechnisch umgesetzt wird.



Die Nutzung von Schmutzwasser oder gereinigtem Abwasser als Energiequelle ist keine neue Technologie. Entsprechende Anlagen bewähren sich schon seit geraumer Zeit. Aber der technische Fortschritt erweitert laufend die Einsatzgebiete solcher Verfahren und macht sie für immer kleinere Einheiten interessant.

In der Anlage der Model AG in Niedergösgen wird aus Klärschlamm und organischen Substanzen aus der Papierproduktion Biogas produziert, aufbereitet und ins lokale Gasnetz eingespeist.

energie 360° AG

Im Abwasser steckt ein enormes Energiepotenzial, weil das in Haushalten oder in Industrie- und Gewerbebetrieben eingesetzte Wasser beim Gebrauch oft erwärmt wird. Dadurch steckt auch in dem in die **Kanalisation** fliessenden Wasser noch viel **Wärme.** Sie kann vor Ort zurückgewonnen und erneut genutzt werden, zum Beispiel zum Heizen oder als Prozesswärme. Aber sogar dort, wo die im Abwasser steckende Wärme nicht vor Ort genutzt werden kann, gibt es Möglichkeiten zur Energiegewinnung. Etwa bei den **Abwasserreinigungsanlagen.** Dort hat das gereinigte Abwasser üblicherweise eine höhere Temperatur als die Gewässer, in die es geleitet wird.

Beispiel Kanton Solothurn: Abwasserreinigungsanlage Gäu (in Planung, vgl. Seite rechts).

Darüber hinaus fällt in einer Abwasserreinigungsanlage beim Reinigungsprozess **Klärschlamm** an. Auch daraus kann Energie gewonnen werden. Dazu wird der Klärschlamm in sogenannten Faultürmen vergärt: Mikroorganismen zersetzen darin die organischen Substanzen und setzen dabei **Klärgas** frei, welches zu einem Grossteil aus dem Energieträger Methan besteht. Das Klärgas kann zu **CO_2-neutralem Biogas** aufbereitet und schliesslich zum Kochen und Heizen oder zum Antrieb von Fahrzeugen verwendet werden.

Beispiele Kanton Solothurn: Abwasserreinigungsanlage Emmenspitz in Zuchwil, Grenchen, Model AG Niedergösgen (vgl. Seite rechts). Bei kleineren Anlagen wird der Klärschlamm gesammelt und zu grösseren gebracht, um dort ebenfalls energetisch verwertet zu werden.

Damit nicht genug: Mit einem Blockheizkraftwerk kann aus **Klärgas** direkt auf der Abwasserreinigungsanlage **Strom** erzeugt und damit ein Teil des betriebseigenen Energiebedarfs gedeckt werden. Die Eigendeckungsgrade der entsprechenden Abwasserreinigungsanlagen mit lokaler Stromproduktion liegen in einem Bereich zwischen 20 und 100 Prozent. Selbst die bei diesem Verfahren anfallende Abwärme geht nicht verloren, sondern wird zum Beispiel zur Beheizung der Faultürme benutzt.

Beispiele Kanton Solothurn: Abwasserreinigungsanlagen Winznau, Gäu (Gunzgen), Falkenstein (Oensingen), Schönenwerd, Messen.

Schliesslich kann aus dem nach der Gasproduktion verbleibenden Reststoff, dem **Faulschlamm,** nochmals Energie gewonnen werden, indem dieser in einer Verbrennungsanlage thermisch verwertet wird. Durch die Verbrennung wird zum Beispiel mittels Dampfturbinen **Strom und Wärme** erzeugt.

Beispiele Kanton Solothurn: Regionale Entsorgungsanlage Niedergösgen, Kehrichtverwertungsanlage Emmenspitz in Zuchwil.

Abwasserreinigungsanlage Gäu

Wärmegewinnung aus gereinigtem Abwasser (in Planung)

Gereinigtes Abwasser eignet sich gut für die Entnahme von Wärme mittels einer **Wärmepumpe.** Ein Kältemittel, welches bereits bei relativ niedrigen Temperaturen verdampft, entzieht dem gereinigten Abwasser in einem Verdampfer Wärme. Das gasförmig gewordene Kältemittel wird anschliessend in einem Kompressor verdichtet. Dies erhöht den Druck und damit auch die Temperatur des Kältemittels, die auf 60 bis 70 Grad Celsius ansteigt. Das erwärmte Kältemittel gelangt nun in einen Wärmetauscher (Kondensator). Dort gibt es seine Wärme an den Kreislauf einer **Heizungsanlage** ab und wird wieder flüssig. Das noch unter Druck stehende Kältemittel gelangt durch ein Entspannungsventil wieder auf das ursprüngliche, niedrigere Druckniveau und dann weiter zum Verdampfer, wo der Prozess von vorne beginnt. Das zur Energiegewinnung genutzte Abwasser seinerseits kann problemlos in ein Gewässer, in diesem Fall die Dünnern, eingeleitet werden: durch die Wärmenutzung wird es um wenige Grad abgekühlt, was unerwünschte Temperaturunterschiede mindert.

Das Projekt befindet sich noch in der Planungsphase und soll 2021 realisiert werden. Die Projektleitung untersteht der SBB, welche die Wärme im Bahntechnik Center Infrastruktur in Hägendorf nutzen wird. Vorgesehen ist der Einsatz von zwei Wärmepumpen mit einer installierten Wärmeleistung von rund 1300 kW.

Abwasserreinigungsanlage Emmenspitz

Biogasproduktion aus Klärschlamm

Knapp die Hälfte der auf den kommunalen Abwasserreinigungsanlagen im Kanton Solothurn gewonnenen Klärgasmenge wird auf der Anlage Emmenspitz in Zuchwil produziert. Seit 2015 wird dort aus dem **Klärgas** mittels eines neuen Verfahrens Biogas produziert, welches in der Folge in das **Gasnetz** eingespeist werden kann. Das geht jedoch nicht ohne Aufbereitung, denn das im Netz verwendete Gas hat einen viel höheren Methananteil als das im Faulturm anfallende Klärgas. Zuerst wird das Klärgas in Aktivkohlefiltern entschwefelt. Die anschliessende Komprimierung unter gleichzeitiger Kühlung entwässert das Rohbiogas. Danach wird das Rohbiogas auf Hohlfasermodule geleitet: Die Hohlfasern wirken als Filter, der für Kohlendioxid, Wasserstoff oder Stickstoff durchlässig ist, nicht aber für Methan. Das Methan reichert sich so stark an, dass es nach einem mehrstufigen Reinigungsprozess als Biogas mit einer Reinheit von über 97 Prozent ins Erdgasnetz von Regio Energie Solothurn eingeleitet werden kann – als CO_2-neutrale Alternative zu Erdgas.

Die jährlich in Zuchwil produzierte Gasmenge hat einen Energiegehalt von rund 7 GWh. Das reicht aus, um etwa 340 Haushalte zu versorgen. Alternativ kann das Biogas auch für die Mobilität genutzt werden: Mit der Jahresmenge des in Zuchwil gewonnenen Gases können etwa 1200 Personenwagen ein Jahr lang betrieben werden.

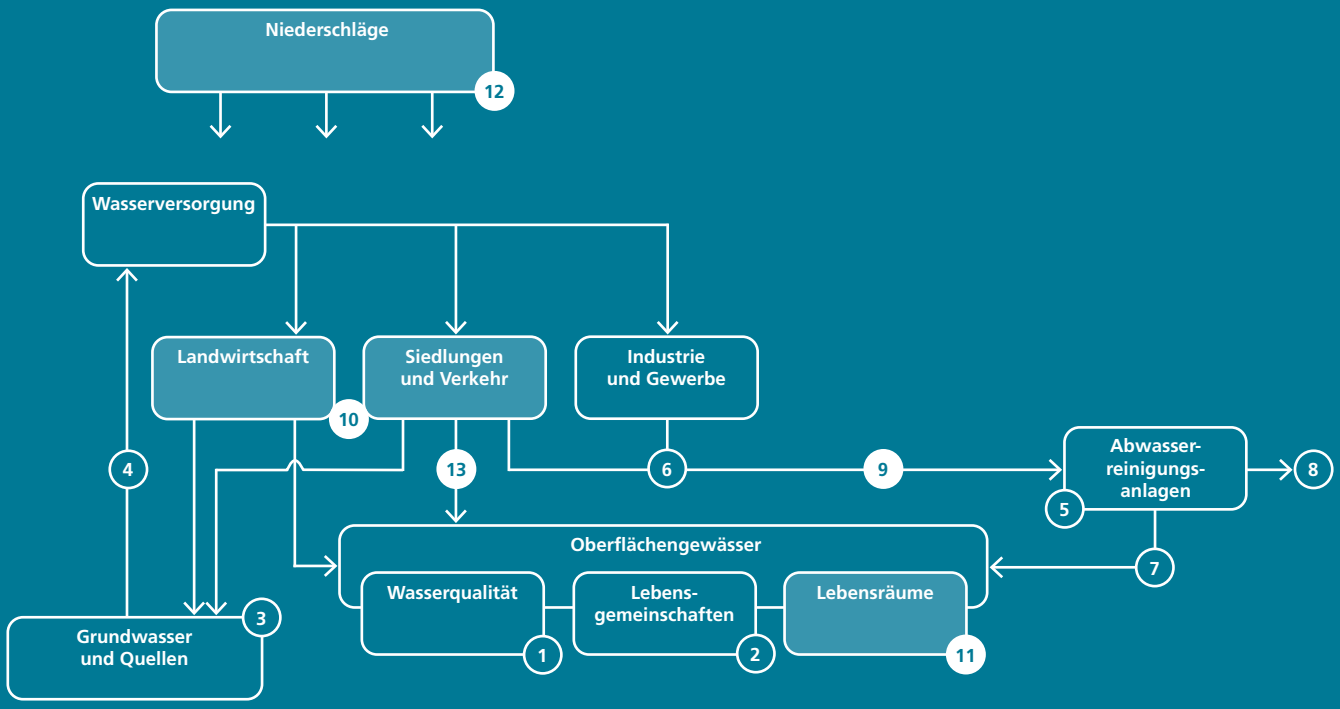
Model AG Niedergösgen

Biogasproduktion aus betriebseigenem Abwasser

Bei vielen Produktionsprozessen entsteht Abwasser, welches entweder zu einer kommunalen Abwasserreinigungsanlage geleitet oder aber in einer betriebseigenen Anlage gereinigt wird. Letzteres ist zum Beispiel bei der Papierfabrik der Model AG in Niedergösgen der Fall. Seit der Sanierung der betriebseigenen Abwasserreinigungsanlage im Jahr 2017 werden dort **Klärschlamm und organische Substanzen,** welche beim Papierherstellungsprozess anfallen, als Energieträger genutzt: Ähnlich wie bei der oben vorgestellten Anlage in Zuchwil werden die Ausgangsstoffe in Niedergösgen zu Biogas umgewandelt. Anschliessend wird das Biogas mit Aktivkohle gereinigt und ins lokale **Gasnetz** eingespeist. In jenen Zeiten, in denen die Biogasaufbereitung ausfällt oder gewartet werden muss, wird das ungereinigte Biogas betriebsintern thermisch verwertet und liefert so Prozessdampf für die Papierproduktion.

Die in dieser Anlage produzierte Gasmenge ist beträchtlich und entspricht ungefähr derjenigen, welche auf allen kommunalen Kläranlagen des Kantons Solothurn zusammen produziert wird: Ihr Energiegehalt entspricht einer Leistung von 16 GWh pro Jahr.

Im Fokus


Niederschläge
12
Wasserversorgung
Landwirtschaft
Siedlungen
und Verkehr
Industrie
und Gewerbe
10
4
13
6
9
Abwasser-
reinigungs-
anlagen
5
8
7
Oberflächengewässer
Wasserqualität
Lebens-
gemeinschaften
Lebensräume
1
2
11
Grundwasser
und Quellen
3

9 Fremdwasser

Noch immer gelangt zu viel sauberes Wasser, das ungewollt in die Kanalisation eindringt oder bewusst in die Kanalisation eingeleitet wird, in die Abwasserreinigungsanlagen.

Das Abwasser, das den Solothurner Abwasserreinigungsanlagen zugeführt wird, besteht zu einem grossen Teil aus sogenanntem Fremdwasser – aus an sich **sauberem Wasser,** das mehrheitlich stetig anfällt. Es ist überwiegend Grund- und Hangwasser, das in undichte Kanalisationen eindringt, sowie Wasser aus angeschlossenen Bächen. Auch Brunnen-, Quell- und Reservoirüberläufe sind mitunter an Kanalisationen angeschlossen. Zudem gelangen beträchtliche Mengen von sauberem Wasser aus Heiz- und Kühlanlagen oder aus defekten Hausinstallationen in die Kanalisation. Da die entscheidenden Fremdwasserquellen, beispielsweise das Grundwasser, durch die Jahresniederschlagsmenge beeinflusst werden, variiert der stetige Fremdwasserzufluss in die Kanalisation im Jahresvergleich. Starke Dynamik zeigt insbesondere der Zufluss aus Drainageleitungen oder Sickerleitungen, welche an die Kanalisation angeschlossen sind: ergiebige Niederschläge können den Fremdwasseranteil hier auch kurzfristig stark ansteigen lassen.

Der Fremdwasseranteil beschreibt das Verhältnis zwischen dem berechneten Fremdwasserzufluss und der mittleren bei Trockenwetter zufliessenden Abwassermenge im Einzugsgebiet einer Abwasserreinigungsanlage. Bei grösseren Anlagen wird der Fremdwasseranteil kontinuierlich erfasst und kann dadurch periodisch verglichen werden. Bei kleineren Anlagen werden die Fremdwasseranteile den Generellen Entwässerungsplänen (GEP) entnommen. Da die GEP nur im Abstand von 10 bis 15 Jahren überarbeitet werden, liegen dort keine Vergleichswerte vor.

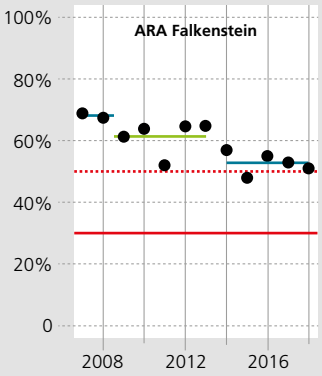
Gelangt Fremdwasser in die Kanalisation, werden Mischwasserentlastungen und schliesslich die Abwasserreinigungsanlagen übermässig beansprucht:

- Mischwasserentlastungen, die bei Starkregen ungereinigtes Abwasser direkt in Bäche und Flüsse leiten, entlasten häufiger und in grösseren Mengen, weil sich die **Abwassermenge** insgesamt deutlich erhöht.
- Fremdwasser verdünnt das Schmutzwasser und mindert dadurch die **Reinigungsleistung** einer Abwasserreinigungsanlage erheblich. Das gilt insbesondere bei der Elimination von Mikroverunreinigungen.
- Fremdwasser erhöht den **Energiebedarf,** weil auch nicht verschmutztes Wasser mit Pumpwerken angehoben und in den Abwasserreinigungsanlagen aufwendig gereinigt wird. Gleichzeitig müssen einzelne Bauwerke grösser dimensioniert werden, was zusätzliche **Investitionen und Kosten** zur Folge hat.
- Ausserdem wird wertvolles sauberes Wasser verschwendet, wenn Fremdwasser den Weg in die Kanalisation findet.

Der Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute (VSA) beurteilt einen Fremdwasseranteil von **30 Prozent als technischen Zielwert.** Dieser Zielwert wird im Kanton Solothurn nur von den Abwasserreinigungsanlagen Gunzgen und Messen erreicht. In den Anlagen Winznau bei Olten, Schönenwerd und Rodersdorf sowie – in trockenen Jahren – in der Anlage Fulenbach wird das **operative Ziel von 50 Prozent** erreicht.

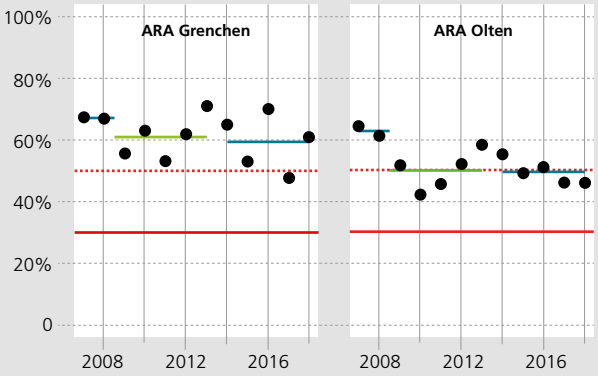
Bei den übrigen Anlagen sind die Mittelwerte zwar leicht zurückgegangen, aber die Zielvorgaben werden nicht erreicht. Der **kantonale Mittelwert von rund 60 Prozent** unterstreicht den zukünftigen Handlungsbedarf in den Gemeinden und Abwasserverbänden. Verringern lässt sich der Eintrag von Fremdwasser vor allem durch zwei Massnahmen: einerseits durch die Sanierung undichter Kanalisationsleitungen, andererseits indem sauberes Wasser in Bäche und Flüsse eingeleitet wird oder vor Ort versickern kann.

Fremdwasseranteil



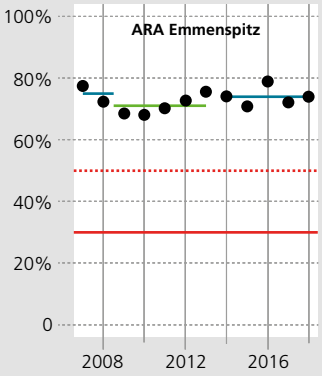
Die Sanierung der Hauptleitungen, die Abtrennung des Schlossbachs und die steigenden Einwohnerzahlen sind die Gründe, weshalb bei der Abwasserreinigungsanlage Falkenstein (Region Oensingen-Balsthal) heute deutlich weniger Fremdwasser zufliesst als noch vor ein paar Jahren.

Fremdwasseranteil



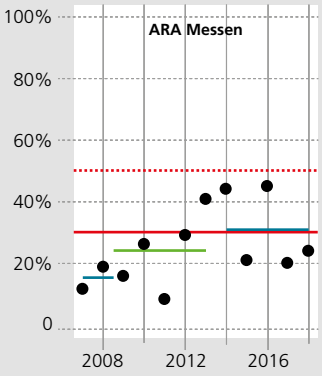
Die Abwasserreinigungsanlagen entlang des Jurasüdfusses wie etwa jene von Grenchen und Olten (Grafik), aber auch jene von Bellach, Selzach, Flumenthal, Fulenbach, Schönenwerd oder Nunnigen zeigen die typischen, stark schwankenden Werte, wenn das Fremdwasser massgeblich aus Sickerleitungen und Drainagen zufliesst.

Fremdwasseranteil



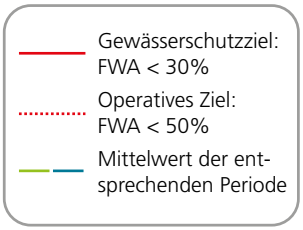
Bei der Abwasserreinigungsanlage Emmenspitz (Zuchwil) spiegelt der Fremdwasseranteil das grosse und heterogene Einzugsgebiet des Zweckverbands der Abwasserregion Solothurn-Emme (ZASE) wider: Im Wasseramt dominieren Grundwassereintritte in die Kanalisation, in den nördlich der Aare gelegenen Verbandsgemeinden fällt mehr Hangwasser an.

Fremdwasseranteil



Bei der Abwasserreinigungsanlage Messen ist heute unklar, weswegen die Werte zeitweise ansteigen. Abklärungen dazu sind im Rahmen des Generellen Entwässerungsplans des Gemeindeverbands ARA-Region Lyss-Limpachtal erforderlich.

Fremdwasseranteil (FWA) in Prozent des mittleren Trockenwetterzuflusses im Zeitraum von 2007 bis 2018 bei ausgewählten Abwasserreinigungsanlagen im Kanton Solothurn. Aus den Diagrammen wird die natürliche Variabilität deutlich: In den Trockenjahren 2011, 2015 und 2018 mit ihren tiefen Grundwasserspiegeln floss weniger Fremdwasser in die Kanalisationen (und damit in die Abwasserreinigungsanlagen).



10 Pestizide: Solothurner Aktionsplan

Umweltpolitik ist vielschichtig und muss auch ganz handfeste Probleme vor Ort lösen: etwa zu viele Pestizide in Gewässern.

Nicht nur Einträge von Pflanzenschutzmitteln aus der Landwirtschaft beeinträchtigen die Qualität unserer Gewässer. Auch im privaten Bereich kann eine unsachgemässe Anwendung von Pestiziden und anderen Giftstoffen zu Umweltbeeinträchtigungen führen (deshalb ist zum Beispiel die Anwendung von Herbiziden auf Strassen, Wegen und Plätzen verboten). Mit der Kampagne «IG BI SUBER» ruft der Kanton die Bevölkerung zur Verwendung von alternativen natürlichen Mitteln sowie zur Rückgabe von Giftstoff-Altbeständen auf: überschüssige oder mittlerweile verbotene Pestizide können bei allen Verkaufsstellen und an Sonderabfall-Sammeltagen in der Wohngemeinde gratis zurückgegeben werden.

Langjährige Untersuchungen an Oberflächengewässern und im Grundwasser zeigen, dass deren Qualität durch Pflanzenschutzmittel beeinträchtigt wird. Der Bundesrat hat deshalb im Jahr 2017 einen *Aktionsplan zur Risikoreduktion und nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln* verabschiedet: Die entsprechenden **Risiken** sollen halbiert und **Alternativen** zum chemischen Pflanzenschutz gefördert werden. Die Umsetzung der entsprechenden Massnahmen erfolgt durch Bundes- und Kantonsstellen. Im Kanton Solothurn sind dies das Amt für Umwelt (AfU), das Amt für Landwirtschaft (ALW) und der Solothurner Bauernverband (SOBV). In diesem Rahmen übernimmt das AfU folgende Aufgaben:

- es leitet Massnahmen ein, die das Grundwasser besser vor Pestiziden schützen,
- es berät die Öffentlichkeit und Gemeinden,
- es überwacht die chemische und die biologische Gewässerqualität.

Im Jahr 2023 soll erstmalig Bilanz gezogen werden. Damit bis dahin repräsentative Resultate zur Gewässerqualität vorliegen, wurde das bestehende kantonale Messstellennetz um insgesamt **13 Messstellen** erweitert.

Chemische Pestizidüberwachung

Ab dem Jahr 2020 werden die Konzentrationen und Frachten ausgewählter Pestizide an vier Oberflächengewässern und an einer Grundwasserquelle bestimmt. An den **Oberflächengewässern** sollen vorerst fünfzig Pestizidwirkstoffe und deren Abbauprodukte (sogenannte Metaboliten) gemessen werden. Zusätzlich wird dieses Oberflächenwasser auch auf Abwassertracer untersucht, um einen möglichen Eintrag aus der Siedlungsentwässerung zu quantifizieren. Für die **Grundwasserquelle** wurde die Liste angepasst, da dort andere Stoffe zu erwarten sind (vor allem Abbauprodukte). Die beiden Listen werden laufend an den aktuellen Stand der zugelassenen Produkte und deren Gefährdungspotenzial angepasst.

Damit die im Rahmen des Aktionsplans eingeleiteten Massnahmen quantifiziert werden können, befinden sich die neuen Messstellen in Einzugsgebieten mit intensiver landwirtschaftlicher Nutzung. Um darüber hinaus auch mögliche Siedlungseinflüsse zu quantifizieren, befindet sich eine Messstelle – jene an der Dünnern – im Einzugsgebiet zweier Abwasserreinigungsanlagen.

Die **Probenahme** erfolgt kontinuierlich. Jeweils in den Monaten März bis Oktober wird jede Stunde eine Wasserprobe aus dem untersuchten Gewässer entnommen und zu einer Zwei-Wochen-Mischprobe vermischt. Diese Zwei-Wochen-Mischproben werden anschliessend in einem Labor auf Pestizide, Abwassertracer und weitere Parameter untersucht. Diese hochaufgelöste Probenahme erlaubt eine differenzierte Auswertung der Messresultate anhand ökotoxikologischer Qualitätskriterien.

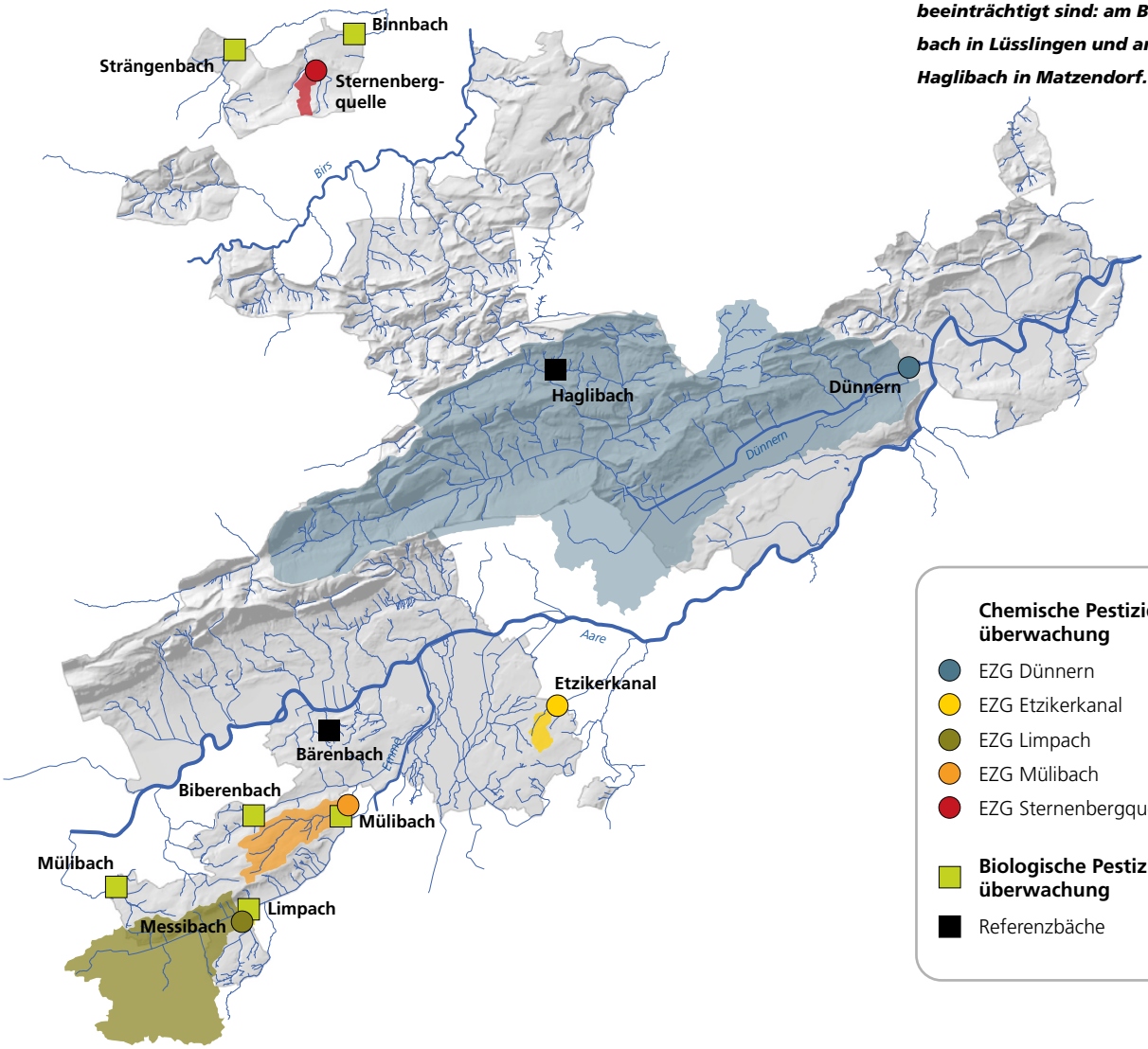
Biologische Pestizidüberwachung

Ergänzt wird die chemische Pestizidüberwachung durch Bestandesaufnahmen tierischer Organismen an der Gewässersohle. Für diese Untersuchungen wird ein **biologisches Indikatorensystem** verwendet, welches die Pestizidbelastung eines Fliessgewässers anhand der Vorkommen an **wirbellosen Tieren (Makrozoobenthos)** klassifiziert: je nach Pestizidbelastung eines Gewässers sind andere Invertebratengemeinschaften vorhanden, und ausgewählte Arten kommen unterschiedlich häufig vor.

Verwendet wird das biologische Indikatorensystem SPEARpesticides (Abkürzung von: Species At Risk). Es verwendet Arten, deren Vorkommen aufgrund gemessener ökologischer Eigenschaften mit der Pestizidbelastung im Gewässer korrelieren.

Seit 2019 werden die entsprechenden Aufnahmen gemacht. Sie erfolgen zweimal jährlich an sechs Oberflächengewässern, deren Einzugsgebiet viel offenes Kulturland und wenig Siedlungsgebiet umfasst, sowie an zwei Referenzbächen abseits landwirtschaftlich genutzter Gebiete. Die Untersuchungen werden in zwei Zeitfenstern (vom 1. Juli bis 15. August bzw. von November bis März) durchgeführt: Die Aufnahmen im Juli und August dokumentieren die **akute Belastung** der Wasserorganismen durch Pestizide direkt nach der Hauptapplikationszeit, während die Aufnahmen von November bis März die **chronische Belastung** der Wasserorganismen zeigen (im Winter werden in der Landwirtschaft keine Pestizide eingesetzt).

Im Kanton Solothurn gibt es künftig 5 Messstellen zur chemischen Pestizidüberwachung – hier dargestellt mit dem jeweiligen Einzugsgebiet (EZG). Die biologische Pestizidüberwachung erfolgt an 6 Standorten in landwirtschaftlich genutzten Gebieten sowie an 2 Referenzbächen, die landwirtschaftlich nicht beeinträchtigt sind: am Bärenbach in Lüsslingen und am Haglibach in Matzendorf.



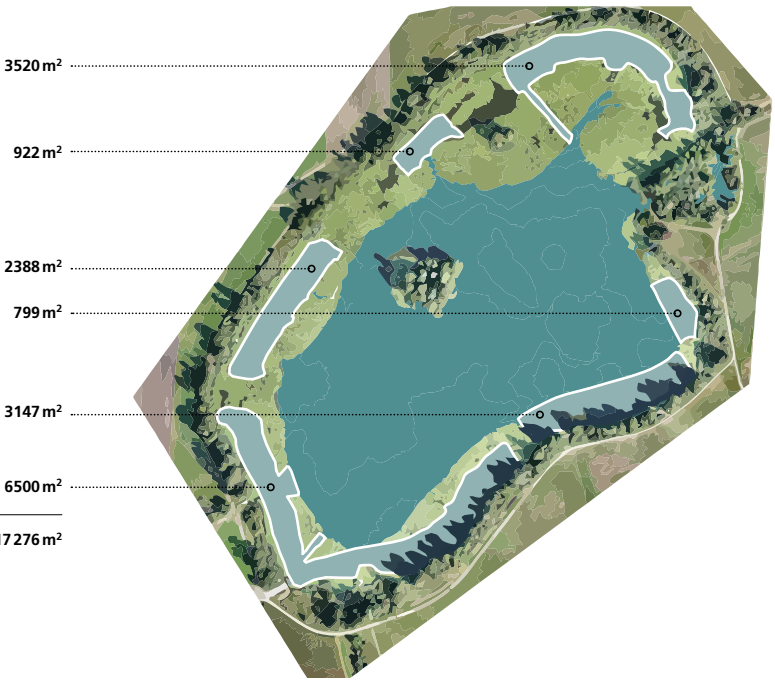
11 Sanierung Inkwilersee

Damit der kleine Inkwilersee nicht vollends verlandet, sind 2018 rund 14000 Kubikmeter Seesedimente aus seinem Uferbereich abgesaugt worden. Die entwässerten Sedimente wurden zur Bodenverbesserung in der umliegenden Landwirtschaft verwendet.

Der 500 Meter lange, 300 Meter breite und maximal knapp 5 Meter tiefe Inkwilersee ist ein natürlicher, als **Toteissee** entstandener Kleinsee in der Nähe von Herzogenbuchsee und liegt je etwa hälftig auf Solothurner und Berner Kantonsgebiet. Der Inkwilersee wird nicht nur als regionales Erholungsgebiet geschätzt. In seinem Bereich gibt es auch archäologische Fundstellen aus der Bronzezeit, weshalb er auf der Welterbeliste der UNESCO figuriert. Grosse Bedeutung haben Kleinseen wie der Inkwilersee aber vor allem als **Biodiversität-Hotspots:** sie sind Lebensräume für eine Vielzahl von Tieren und Pflanzen und daher als **offene Wasserflächen** zu erhalten.

Durch die intensive landwirtschaftliche Nutzung in seinem Einzugsgebiet sowie – in geringerem Mass – durch Nährstoffeinträge aus der Siedlungsentwässerung wird dieser gut 10 Hektaren messende Kleinsee aber seit Jahrzehnten massiv überdüngt. Der Überfluss an **Phosphor und Stickstoff** begünstigt ein starkes Algenwachstum und führt während der Sommermonate dazu, dass es im Tiefenwasser an Sauerstoff mangelt. Beim Übergang in die herbstliche Zirkulationsphase kommt es daher immer wieder zu Fischsterben.

Durch die Nährstoffeinträge verlandet der Inkwilersee viel schneller, als dies natürlicherweise geschehen würde. Bereits in den 1990er-Jahren haben deshalb die Behörden der Kantone Bern und Solothurn darüber beraten, wie die Verlandung verlangsamt oder sogar rückgängig gemacht werden könnte. 2011 stellten die beiden Anrainerkantone ein umfassendes Sanierungskonzept vor und setzten in der Folge verschiedene Massnahmen am und im See um. Als Kernprojekt der Sanierung ist schliesslich im Herbst 2018 eine bereits 2014 in einem Pilotvorhaben getestete **Sedimententnahme** in grösserem Umfang fortgesetzt worden.



AWA Bern | Markus Zeh

Um Rückzugs- und Wiederbesiedlungsgebiete für Flora und Fauna zu schaffen und um vermutete archäologische Fundstätten zu schützen, wurden im Vorfeld der Sedimententnahme entsprechende Schutzzonen mit Bojen markiert. Danach sind mit einem Mähboot Teichrosen und ihre teilweise schwimmenden Wurzeln abgeschnitten worden (Grafik links und grosses Bild). Die Hauptarbeit erfolgte schliesslich mit einem Schwimmbagger, der ufernah in einem 15 Meter breiten Streifen insgesamt 14000 Kubikmeter Seesedimente absaugte und über eine Pumpleitung zu einem Entwässerungsplatz abführte.

Sedimententnahme

Um den Verlandungsprozess aufzuhalten und die Fläche des Inkwilersees auf längere Sicht zu erhalten, ist im Herbst 2018 ein Teil der am Seegrund abgelagerten Sedimente abgesaugt worden. Bevor allerdings mit dieser heiklen Arbeit begonnen werden konnte, waren die unterschiedlichen Interessen des Natur- und Bodenschutzes, des Gewässerschutzes, der Landwirtschaft und der Archäologie zu berücksichtigen und entsprechende Abklärungen sowie Vorarbeiten nötig:

- Bereits im Juli 2018 erfolgte mit einem Mähboot die **Teichrosenmahd.** In mehreren rund 20 Meter breiten ufernahen Streifen wurde der dichte Teichrosenbestand gemäht und dessen Wurzeln entfernt. Die abgetrockneten Pflanzenteile wurden als Gründüngung auf seenahen Feldern ausgebracht.
- Danach waren **Tauchereinsätze** nötig, um den Seegrund nach archäologischen Gegenständen abzusuchen. Dabei wurden einige Funde gemacht, jedoch nicht im Bereich der vorgesehenen Sedimententnahmen.
- Anschliessend erfolgte die **Vermessung des Seegrunds,** damit die spätere Sedimententnahme am richtigen Ort und in der richtigen Tiefe erfolgen konnte.
- Kurz vor der Sedimententnahme kamen noch einmal Taucher zum Einsatz, um **Teichmuscheln** aus dem Absaugbereich in Schutzbereiche umzusiedeln.

Mit einem speziell ausgerüsteten Bagger konnten die Sanierungsarbeiten am Inkwilersee unter grösstmöglicher Schonung von Flora und Fauna durchgeführt werden: GPS-gesteuert saugte dieser Bagger in einem 15 Meter breiten Streifen jeweils eine rund 1 Meter mächtige Sedimentschicht ab.

Anfang Oktober 2018 startete schliesslich die eigentliche Sedimententnahme. Sie erfolgte mit einem speziell ausgerüsteten **Schwimmbagger.** In einem ersten Schritt durchkämmte der Bagger mit einem grossen Rechen den Seegrund, um die verbliebenen Seerosenwurzeln und Treibholz zu entfernen. Insgesamt wurden rund **500 Tonnen Biomasse** aus dem See entnommen.

In einem zweiten Schritt saugte der Schwimmbagger auf dem Seegrund insgesamt rund **14 000 Kubikmeter Seesedimente** ab. Über eine Pumpleitung gelangten die abgesaugten Sedimente vom Entnahmeort auf einen Entwässerungsplatz, wo sie in grosse, wasserdurchlässige Schläuche – sogenannte Geotubes – geleitet wurden. Diese Geotubes wirkten wie ein Filter: Aus ihnen floss das Wasser langsam heraus und zurück in den See, während das Sedimentmaterial darin zurückgehalten werden konnte. Um den Entwässerungsvorgang zu beschleunigen, wurde ein biologisch abbaubares Flockungsmittel auf Erbsenbasis beigegeben. Im Frühjahr 2019 war das angefallene Material so weit abgetrocknet, dass es zur Bodenverbesserung auf umliegende Felder ausgebracht werden konnte.

Durch diese Sedimententnahme konnte das Volumen des Inkwilersees im Uferbereich zumindest vorübergehend erhöht werden. In den nächsten Jahren soll eine **Erfolgskontrolle** zeigen, wie die vorhandenen Pflanzen und Tiere auf ihren veränderten Lebensraum reagieren. Trotz des Eingriffs kann der Inkwilersee bei ungünstigen Wetterverhältnissen im Spätsommer weiterhin «kippen», weshalb Fischsterben auch künftig möglich bleiben.

Weitere Informationen und Bildmaterial zur Sanierung des Inkwilersees finden sich auf folgender Internetseite:
so.ch/inkwilersee

Aus den geotextilen Schläuchen, sogenannten Geotubes, floss das in den abgepumpten Seesedimenten enthaltene Wasser zurück in den See. Die entwässerten Sedimente konnten anschliessend als organischer Dünger landwirtschaftlich verwertet werden.

12 Trockenperioden

Trotz Klimawandel dürfte die gesamte Regenmenge pro Jahr auch künftig weitgehend gleich bleiben. Doch die Verteilmuster verändern sich: Im Winter fällt mehr Niederschlag, während die Sommer nicht nur wärmer, sondern auch trockener werden.

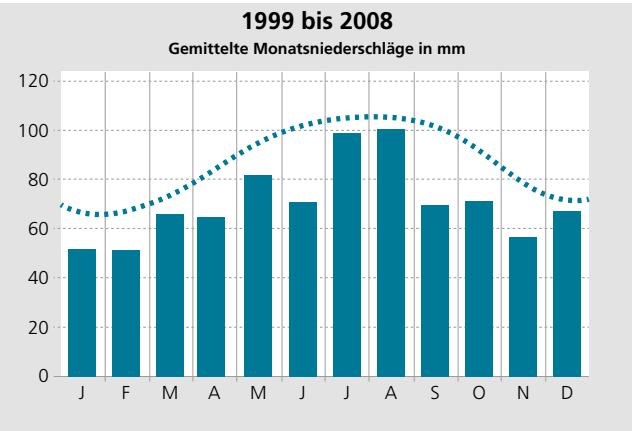
Das Klima verändert sich, und die Prognosen zeigen immer deutlicher, welche **Muster** in der Schweiz künftig prägend sein werden: im Sommer wird es trockener, und die Zahl der Hitzetage steigt; im Winter fällt mehr Niederschlag, dies aber häufiger als Regen und seltener als Schnee.

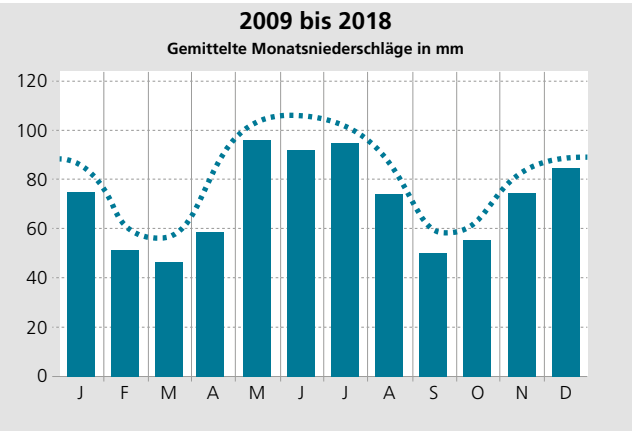
Auch im Kanton Solothurn deuten **Messdaten** an, wie sich das Klima entwickeln dürfte. In jüngerer Vergangenheit gab es immer wieder lange Trockenperioden, zum Beispiel in den **Sommermonaten 2015 und 2018.** Diese beiden Jahre starteten mit grossen Niederschlagsüberschüssen zu Jahresbeginn. Nach einer relativ trockenen Zeit in den Monaten Februar, März und April fielen im Mai heftige Niederschläge, die 2015 sogar örtlich zu Überschwemmungen führten. Ab Juli herrschte sowohl 2015 als auch 2018 extrem trockenes Wetter. Dies wirkte sich umgehend auf die Pegel der Bäche aus: In beiden Jahren kam es ab August zu ungewöhnlich langen Perioden mit sehr tiefen Wasserständen. Diese Trockenheitsperiode reichte bis in den November hinein. Zwar mussten die Wasserentnahmen für die landwirtschaftliche Bewässerung an der Dünnern (2015) und am Limpach (2018) eingeschränkt werden, die Auswirkungen waren aber weit weniger gravierend als in den Hitzesommern 2003 und 2011.

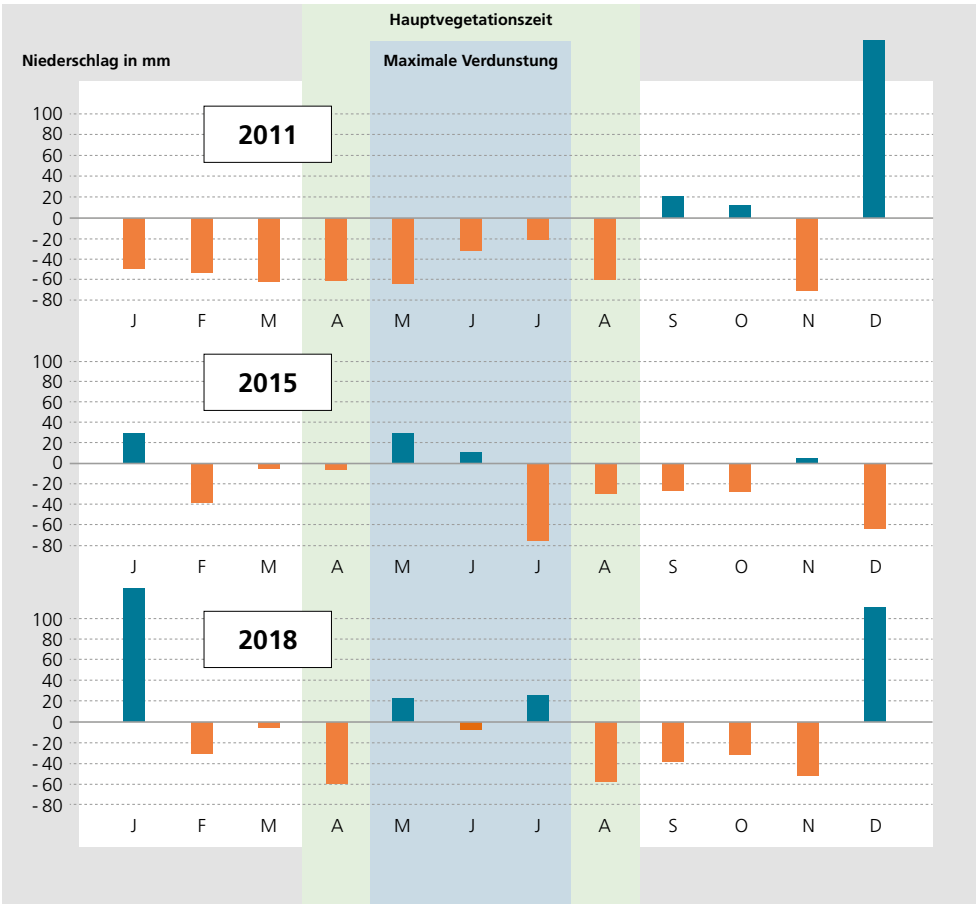
Entscheidend ist der **Zeitpunkt** der Trockenperioden: Ab August nehmen Verdunstung und Lufttemperatur bereits ab, und die Hauptvegetationsperiode ist vorbei. Für die Landwirtschaft und für die Ökosysteme sind Trockenzeiten im Herbst weit weniger kritisch als im Frühling und Frühsommer, wie dies zum Beispiel im **Trockenjahr 2011** der Fall war. Damals sank der Wasserstand der Dünnern bereits im Mai unter die kritische Marke, weshalb landwirtschaftliche Wasserentnahmen bereits früh reduziert werden mussten. In den Jahren 2015 und 2018 kam es zwar zu ungewöhnlich langen Perioden von tiefen Wasserständen in den Bächen, aber erst im Herbst: Über mehr als drei Monate betrugen die Tagesabflüsse nur etwa 10 Prozent der langjährigen Mittelwerte.

Die jahreszeitliche Verteilung der Niederschläge seit der Jahrtausendwende: In den Nullerjahren (Grafik links) dominierten Sommerregen gegenüber den Winterniederschlägen. Im vergangenen Jahrzehnt (Grafik rechts) gab es neben dem Sommermaximum eine zweite Spitze in den Wintermonaten Dezember und Januar.

Dargestellt sind die gemittelten Werte der acht Regenmessstationen im Kanton Solothurn.







Niederschlagsüberschüsse und Niederschlagsdefizite im Einzugsgebiet der Dünnern (Vergleich der Trockenjahre 2011, 2015 und 2018 mit dem langjährigen Mittel der Jahre 1999 bis 2018). Im Jahr 2011 fehlten vor allem im Frühling und im Sommer die Niederschläge, während in den Jahren 2015 und 2018 der Regen im Spätsommer und im Herbst ausblieb.

Daten: Messstation Matzendorf

Abflussmengen der Dünnern bei Balsthal (Tagesmittel der Jahre 2011 bzw. 2015 im Vergleich zur langjährigen Messperiode 2003 bis 2018). Im Jahr 2011 lagen die Abflüsse bereits ab April deutlich unter dem Durchschnitt: Es waren die tiefsten Abflüsse, die im Mai und Juni je gemessen worden sind. Im Jahr 2015 wurden die tiefsten Abflüsse im November gemessen (jeweils Umrandung schwarz).

13 Mikroplastik

Sie sind überall, im Wasser genauso wie in der Erde oder in der Luft, und längst sind sie auch Teil der tierischen und menschlichen Nahrungsketten geworden: nicht-lösliche Kunststoffteilchen mit einem Durchmesser von weniger als fünf Millimetern, für die sich der Begriff Mikroplastik durchgesetzt hat.

Plastik ist der vermeintliche Wunderstoff unserer Zeit: billig, leicht formbar, je nach Bedarf hart oder weich, je nach Wunsch durchsichtig, milchig oder undurchsichtig, und das in jeder erdenklichen Farbe. Seit Beginn der industriellen Grossproduktion in den 1950er-Jahren sind Milliarden Tonnen Plastik in Umlauf gebracht worden, und der Boom ist ungebrochen: es ist nicht abzusehen, dass der Plastikverbrauch in absehbarer Zeit zurückgehen würde.

Zurück bleiben Abfallprodukte, die sich längst über die gesamte Erde ausgebreitet haben. Mittlerweile sehr präsent sind denn auch die Bilder wilder Deponien oder verschmutzter Strände, in denen **grosse Plastikteile** dominieren. Allmählich dringt aber auch ins Bewusstsein, dass **kleine und kleinste Plastikteile,** sogenanntes Mikroplastik, ebenfalls zu einem weltweiten Umweltproblem geworden sind.

imago

Was tun, damit weniger Mikroplastik in die Umwelt gelangt? Gewässer können geschont werden, indem partikelfreie Kosmetik- und Hygieneprodukte verwendet werden. Praktisch keine Mikroplastik-Emissionen entstehen, wenn häuslicher Plastikabfall rezykliert oder in einer Kehrichtverbrennungsanlage entsorgt wird.

Der Begriff Mikroplastik gilt für Kunststoffteilchen, die **kleiner als fünf Millimeter** sind, wobei viele dieser Partikel sogar so klein sind, dass sie von Auge gar nicht sichtbar sind. Dabei muss zwischen zwei verschiedenen Sorten unterschieden werden:

- Einerseits gibt es Plastikteilchen, die extra in geringer Grösse angefertigt werden. Sie werden zum Beispiel Kosmetik- und Hygieneprodukten wie Peelings, Duschgels oder Zahnpasten zugefügt, um eine reinigende Wirkung zu erzielen. Oder sie werden als Granulate industriell verwendet. Solche Partikel bezeichnet man als **primäres Mikroplastik.** Diese Partikel können bei der Verarbeitung, dem Transport oder beim Gebrauch der entsprechenden Produkte in die Umwelt gelangen.
- Andererseits entsteht Mikroplastik, wenn grosse Plastikteile in kleine und kleinste Bruckstücke zerfallen. Solche Partikel gelten als **sekundäres Mikroplastik.** Dazu gehört der Reifen- und Strassenabrieb, aber auch beim Waschen synthetischer Textilien wird Mikroplastik mechanisch abgerieben. Darüber hinaus entsteht Mikroplastik, wenn grössere Plastikteile durch den Einfluss des Sonnenlichts (UV-Strahlung) oder durch mikrobielle Prozesse zerfallen.

Dominante Quelle: der Reifen- und Strassenabrieb

Abwasserreinigungsanlagen (ARA) leisten bereits heute einen substanziellen Beitrag zum Rückhalt von Mikroplastik. Komplett gelingt das allerdings nicht, und der Aufwand für eine vollständige Entfernung wäre auch nicht verhältnismässig. Sinnvoller ist es, das Mikroplastik dort aufzufangen, wo es hauptsächlich entsteht. Aufgrund von Daten aus Deutschland und ersten Studien aus der Schweiz kann man davon ausgehen, dass hierzulande der weitaus grösste Teil (wohl über 50 Prozent) des Mikroplastiks vom **Reifen- und Strassenabrieb** stammt. An stark frequentierten Verkehrswegen können dadurch bei Regenwetter beträchtliche Men-

gen weggeschwemmt werden. Um die Gewässer vor Mikroplastik zu schützen, gibt es verschiedene Methoden. Bei stark befahrenen Strassen können spezielle **Strassenabwasserbehandlungsanlagen (SABA)** eingerichtet werden, in denen die Reinigung wo möglich durch Boden- und Sandfilter erfolgt. Im Kanton Solothurn sind solche Anlagen heute vor allem entlang der Autobahnen A1 und A5 vorhanden (weitere sind in Planung). Bei beschränkten Platzverhältnissen werden immer häufiger auch **technische Filter** eingesetzt, durch die ebenfalls bis über 90 Prozent der angefallenen Mikroplastikpartikel aus dem Strassenabwasser entfernt werden können.

Allerdings gibt es im Kanton Solothurn, wie in der übrigen Schweiz auch, noch immer grosse Abschnitte im Strassennetz, deren Abwässer direkt in die Umwelt abgeführt und nicht zuvor durch geeignete Anlagen gereinigt werden. Zudem wird der Strassenschmutz in Trockenperioden vom Wind über grosse Flächen verteilt und kann nicht gezielt entfernt werden. Der Umgang mit dem Mikroplastik bleibt somit in mancher Hinsicht eine **grosse Herausforderung.** So besteht bis heute kein Standard dafür, wie Mikroplastik überhaupt gemessen werden soll. Die exakte Quantifizierung der einzelnen Quellen bleibt ebenfalls ungewiss, und selbst die Auswirkungen des Mikroplastiks auf die Umwelt im Allgemeinen und auf die menschliche und tierische Gesundheit im Besonderen werden kontrovers beurteilt.

Um das durch Reifen- und Strassenabrieb anfallende Mikroplastik aufzufangen, gibt es verschiedene Verfahren, die auch kombiniert werden können. So werden bei der Ausfahrt Oensingen Nord Teile des Abwassers über humusierte Versickerungsmulden entwässert, während das restliche Abwasser in einem grossen Becken (Foto) aufgefangen und anschliessend kontinuierlich der Abwasserreinigungsanlage Falkenstein zugeführt wird.

Frank

LCK 349
Phosphat / Phosphate
LCK 414
CSB / COD / DCO
LCK 414
CSB / COD / DCO
CK 340
Nitrat / Nitrate

Anhang

Beurteilungskriterien für Oberflächengewässer und für Grundwasser

Beurteilungskriterien für Oberflächengewässer

Parameter	Anforderungen der GSchV
Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB_5)	2 bis 4 mg/l O_2 Bei natürlicherweise wenig belasteten Gewässern gilt der kleinere Wert
Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)	1 bis 4 mg/l C Bei natürlicherweise wenig belasteten Gewässern gilt der kleinere Wert
Ammonium (Summe von NH_4 und NH_3)	Bei Temperaturen – über 10 °C: 0.2 mg/l N – unter 10 °C: 0.4 mg/l N
Nitrat (NO_3)	Für Fliessgewässer, die der Trinkwasserversorgung dienen: 5.6 mg/l N (entspricht 25 mg/l Nitrat)
Blei (Pb)	0.01 mg/l Pb (gesamt) [1)] 0.001 mg/l Pb (gelöst)
Cadmium (Cd)	0.2 µg/l Cd (gesamt) [1)] 0.05 µg/l Cd (gelöst)
Chrom (Cr)	0.005 mg/l Cr (gesamt) [1)] 0.002 mg/l Cr (gelöst)
Kupfer (Cu)	0.005 mg/l Cu (gesamt) [1)] 0.002 mg/l Cu (gelöst)
Nickel (Ni)	0.01 mg/l Ni (gesamt) [1)] 0.005 mg/l Ni (gelöst)
Quecksilber (Hg)	0.03 µg/l Hg (gesamt) [1)] 0.01 µg/l Hg (gelöst)
Zink (Zn)	0.02 mg/l Zn (gesamt) [1)] 0.005 mg/l Zn (gelöst)
Organische Pestizide (Pflanzenbehandlungsmittel, Holzschutzmittel, Antifoulings usw.)	0.1 µg/l je Einzelstoff Vorbehalten bleiben andere Werte aufgrund von Einzelstoffbeurteilungen im Rahmen des Zulassungsverfahrens
Sauerstoffgehalt	Für stehende Gewässer: der Sauerstoffgehalt darf zu keiner Zeit und in keiner Seetiefe weniger als 4 mg/l O_2 betragen. Besondere natürliche Verhältnisse bleiben vorbehalten

[1)] Massgebend ist der Wert für die gelöste Konzentration. Wird der Wert für die gesamte Konzentration eingehalten, ist davon auszugehen, dass auch der Wert für die gelöste Konzentration eingehalten ist.

Anforderungen an die Wasserqualität der Fliessgewässer und der stehenden Gewässer. *Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998. Die Zielvorgaben (numerischen Anforderungen) gelten bei jeder Wasserführung nach weitgehender Durchmischung der eingeleiteten Abwässer. Besondere natürliche Verhältnisse wie Wasserzuflüsse aus Moorgebieten oder seltene Hochwasserspitzen und Niederwasserereignisse bleiben vorbehalten.*

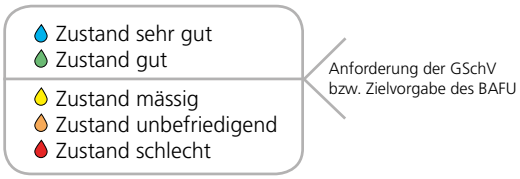
Ergänzende Zielvorgaben für Fliessgewässer des Bundesamts für Umwelt (BAFU)

Parameter	Ergänzende Anforderungen
Ortho-Phosphat (PO_4)	0.04 mg/l P
Gesamtphosphor (P_{tot})	0.05 mg/l P (filtriert) 0.07 mg/l P (unfiltriert)
Nitrit (NO_2)	0.05 mg/l N
Total organische Kohlenstoffe (TOC)	3.0 bis 5.0 mg/l C Bei natürlicherweise wenig belasteten Gewässern gilt der kleinere Wert

Ergänzende Zielvorgaben an die Wasserqualität für Fliessgewässer.
Die Zielvorgaben gemäss der Richtlinie des BAFU (Modul-Stufen-Konzept: Modul Chemie) konkretisieren jene Anforderungen, die in der Gewässerschutzverordnung nur verbal festgelegt sind. Sie sind als Empfehlung an die Fachbehörden gedacht. Falls diese nachweist, dass andere Werte für diese Zielvorgaben ebenfalls einem rechtskonformen Vollzug entsprechen, kann sie davon abweichen.

Qualitätsstufen

Das Modul-Stufen-Konzept sieht für die Wasserqualität fünf Qualitätsstufen zwischen sehr gut und schlecht vor. Dabei entspricht die numerische Anforderung bzw. die zusätzliche Zielvorgabe der Grenze zwischen gut und mässig.



Mit den numerischen Anforderungen und den Qualitätsstufengrenzen verglichen werden die 90. Perzentile der ein- bis zweijährigen Messreihen. Eine Ausnahme bilden die Schwermetalle und Pestizide. Für sie sind die Maximalwerte der ein- bis zweijährigen Messreihen massgebend, weil zuwenig Messungen für eine zuverlässige Berechnung der 90. Perzentile zur Verfügung stehen.

Das 90. Perzentil ist jener Wert, den 90 Prozent aller Messdaten aus einer Stichprobe nicht überschreiten; 10 Prozent der Messungen dürfen darüber liegen.

Biochemischer Sauerstoffbedarf BSB_5

Zustand sehr gut	< 1.5 mg/l O_2
Zustand gut	1.5 < 3.0 mg/l O_2
Zustand mässig	3.0 < 4.5 mg/l O_2
Zustand unbefriedigend	4.5 < 6.0 mg/l O_2
Zustand schlecht	≥ 6.0 mg/l O_2

Anforderungen der GSchV

Gelöster organischer Kohlenstoff DOC

	Aare, Dünnern und Birs	übrige Fliessgewässer
Zustand sehr gut	< 1.0 mg/l C	< 1.5 mg/l C
Zustand gut	1.0 < 2.0 mg/l C	1.5 < 3.0 mg/l C
Zustand mässig	2.0 < 3.0 mg/l C	3.0 < 4.5 mg/l C
Zustand unbefriedigend	3.0 < 4.0 mg/l C	4.5 < 6.0 mg/l C
Zustand schlecht	≥ 4.0 mg/l C	≥ 6.0 mg/l C

Anforderungen der GSchV

Ammonium NH_4

	Temperatur > 10 °C oder pH > 9	Temperatur ≤ 10 °C und pH ≤ 9
Zustand sehr gut	< 0.04 mg/l N	< 0.08 mg/l N
Zustand gut	0.04 < 0.2 mg/l N	0.08 < 0.4 mg/l N
Zustand mässig	0.2 < 0.3 mg/l N	0.4 < 0.6 mg/l N
Zustand unbefriedigend	0.3 < 0.4 mg/l N	0.6 < 0.8 mg/l N
Zustand schlecht	≥ 0.4 mg/l N	≥ 0.8 mg/l N

Anforderungen der GSchV

Nitrit NO_2

	Cl < 10 mg/l	10 mg/l ≤ Cl < 20 mg/l	Cl ≥ 20 mg/l
Zustand sehr gut	< 0.01 mg/l N	< 0.025 mg/l N	< 0.05 mg/l N
Zustand gut	0.01 < 0.02 mg/l N	0.025 < 0.05 mg/l N	0.05 < 0.10 mg/l N
Zustand mässig	0.02 < 0.03 mg/l N	0.05 < 0.075 mg/l N	0.10 < 0.15 mg/l N
Zustand unbefriedigend	0.03 < 0.04 mg/l N	0.075 < 0.10 mg/l N	0.15 < 0.20 mg/l N
Zustand schlecht	≥ 0.04 mg/l N	≥ 0.10 mg/l N	≥ 0.20 mg/l N

Zielvorgabe des BAFU

Nitrat NO_3

Zustand sehr gut	< 1.5 mg/l N
Zustand gut	1.5 < 5.6 mg/l N
Zustand mässig	5.6 < 8.4 mg/l N
Zustand unbefriedigend	8.4 < 11.2 mg/l N
Zustand schlecht	≥ 11.2 mg/l N

Anforderungen der GSchV

Phosphat PO_4

Zustand sehr gut	< 0.02 mg/l P
Zustand gut	0.02 < 0.04 mg/l P
Zustand mässig	0.04 < 0.06 mg/l P
Zustand unbefriedigend	0.06 < 0.08 mg/l P
Zustand schlecht	≥ 0.08 mg/l P

Zielvorgabe des BAFU

Gesamtphosphor unfiltriert P_{tot}

Zustand sehr gut	< 0.04 mg/l P
Zustand gut	0.04 < 0.07 mg/l P
Zustand mässig	0.07 < 0.1 mg/l P
Zustand unbefriedigend	0.1 < 0.14 mg/l P
Zustand schlecht	≥ 0.14 mg/l P

Zielvorgabe des BAFU

Beurteilungskriterien für Grundwasser

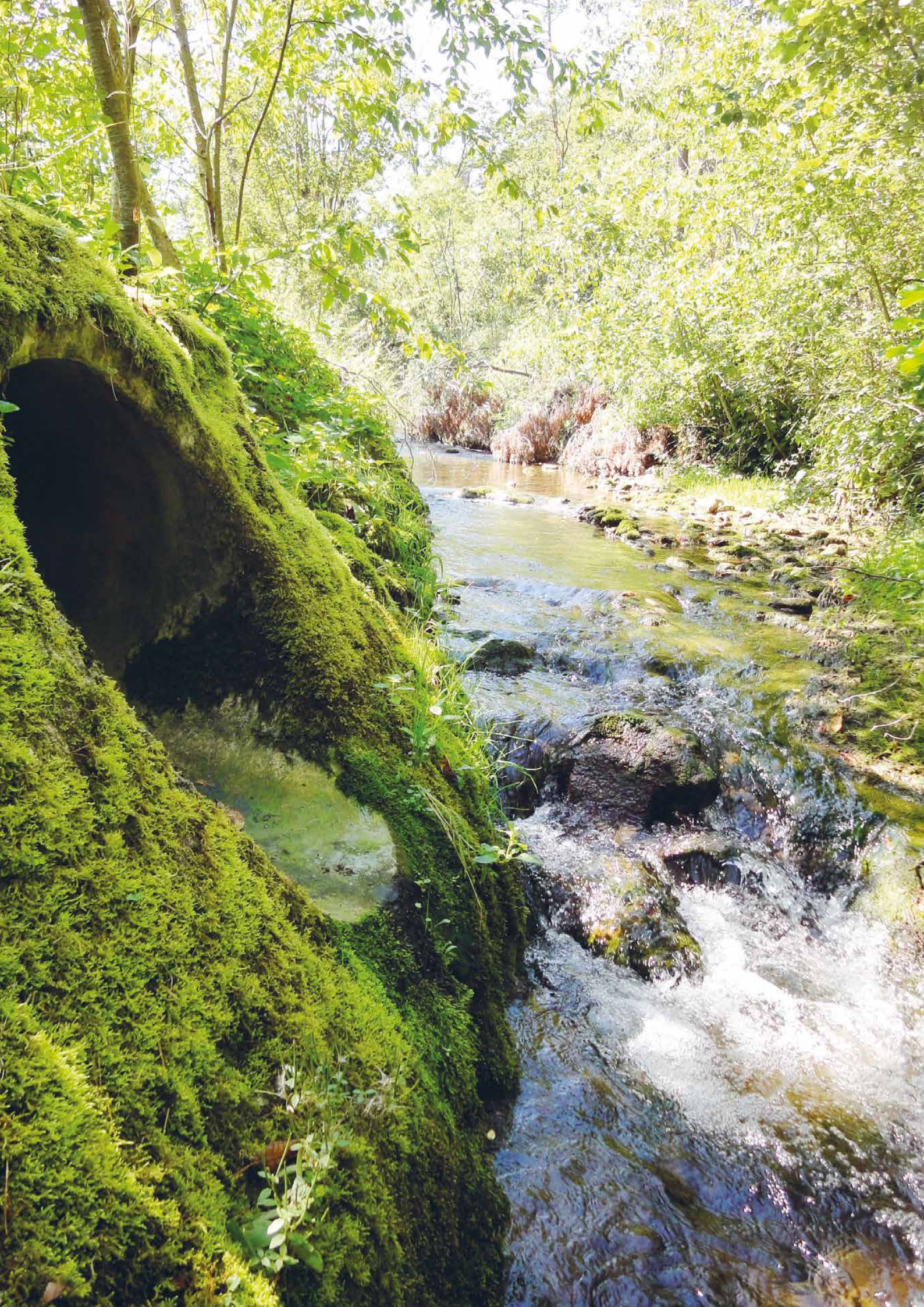
Parameter	Anforderungen
Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)	2 mg/l C
Ammonium (Summe von NH_4 und NH_3)	Bei oxischen Verhältnissen (mit Sauerstoff): 0.08 mg/l N (entspricht 0.1 mg/l Ammonium), bei anoxischen Verhältnissen (ohne Sauerstoff): 0.4 mg/l N (entspricht 0.5 mg/l Ammonium)
Nitrat (NO_3)	25 mg/l (entspricht 5.6 mg/l N)
Sulfat (SO_4)	40 mg/l SO_4
Chlorid (Cl)	40 mg/l Cl
Aliphatische Kohlenwasserstoffe	0.001 mg/l je Einzelstoff
Monozyklische aromatische Kohlenwasserstoffe	0.001 mg/l je Einzelstoff
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	0.1 µg/l je Einzelstoff
Flüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (FHKW)	0.001 mg/l je Einzelstoff
Adsorbierbare organische Halogenverbindungen (AOX)	0.01 mg/l X
Organische Pestizide (Pflanzenbehandlungsmittel, Holzschutzmittel, Antifoulings usw.)	0.1 µg/l je Einzelstoff. Vorbehalten bleiben andere Werte aufgrund von Einzelstoffbeurteilungen im Rahmen des Zulassungsverfahrens

Gesetzliche Qualitätsanforderungen an das Grundwasser. *Die Gewässerschutzverordnung des Bundes sieht Zielvorgaben für das Grundwasser vor, das als Trinkwasser genutzt wird oder dafür vorgesehen ist. Vorbehalten bleiben besondere natürliche Verhältnisse, z. B. DOC in Torfgebieten.*

Indikatorwerte für Grundwasser des Bundesamtes für Umwelt

Parameter	Indikatorwerte
Blei gelöst (Pb)	0.001 mg/l Pb
Cadmium gelöst (Cd)	0.05 µg/l Cd
Chrom gelöst (Cr)	0.002 mg/l Cr
Kupfer gelöst (Cu)	0.002 mg/l Cu
Nickel gelöst (Ni)	0.005 mg/l Ni
Quecksilber gelöst (Hg)	0.001 µg/l Hg
Zink gelöst (Zn)	0.005 mg/l Zn
Arsen (As)	0.005 mg/l As
Bor (B)	höchstens 0.05 mg/l mehr als im naturnahen Zustand
MTBE	0.2 µg/l
Nitrit (NO_2)	höchstens 0.05 mg/l mehr als im naturnahen Zustand

Indikatorwerte für Grundwasser. *Die «Wegleitung Grundwasser» des Bundes ergänzt die numerischen Anforderungen an das Grundwasser durch sogenannte Indikatorwerte.*



Impressum

Herausgeber, Bezugsquelle
Amt für Umwelt
Greibenhof
Werkhofstrasse 5
4509 Solothurn
Telefon +41 32 627 24 47
afu@bd.so.ch
afu.so.ch

Projektleitung
Lukas Egloff, Amt für Umwelt

Projektbegleitung
Rosmarie Zimmermann, Amt für Umwelt

Beiträge
Abteilungen Wasser und Wasserbau, Amt für Umwelt

Fotos
Amt für Umwelt, ansonsten referenziert

Realisation
Felix Frank, Redaktion & Produktion, Bern

© by
Amt für Umwelt 2020

41898 2/20 400