



# **Zustand Solothurner Gewässer**



FB 02-03

**2000**

**INHALTSVERZEICHNIS**

Vorwort	1
Einleitung	2
Das Wichtigste vorweg	3

***Niederschlag***

1 Niederschlagsmengen	10
2 Niederschlagsqualität	15

***Fliessgewässer und Kleinseen***

3 Einzugsgebiete und Abflüsse	22
4 Chemischer Zustand der Fliessgewässer und Kleinseen	27
5 Lebensraum Fliessgewässer	50
6 Biologie der Fliessgewässer	56

***Grundwasser***

7 Grundwasservorkommen	60
8 Grundwasserqualität	65

***Gewässernutzung***

9 Wasserversorgung	78
10 Wasserkraft	84
11 Abwasserbeseitigung	88
12 Angelfischerei	98
13 Erholung und Freizeit	104

***Zum Schluss***

Schlusswort	110
Glossar	111
Literatur und Bildernachweis	112

## VORWORT

Beim Studium dieses Berichtes werden Sie feststellen, dass trotz der grossen Anstrengungen im Gewässerschutz während der letzten dreissig Jahre der Zustand der Solothurner Gewässer immer noch nicht befriedigend ist. Das wird Sie vielleicht erstaunen. Es mag ein kleiner Trost sein zu wissen, dass die Situation ohne diese Anstrengungen deutlich schlechter wäre.

Wir werden also nicht darum herum kommen, uns auch in den nächsten Jahren intensiv mit dem Thema Gewässerschutz und Gewässernutzung zu beschäftigen. Wasser geht uns alle an und ist ein zentrales Thema in unserem Alltag. Global wird das Wasser eines der grossen Probleme in diesem Jahrhundert sein. Wir dürfen keinesfalls das Kapitel «Wasser» schliessen, um uns anderen, scheinbar dringenderen Themen zuzuwenden.

Den Gewässerschutz und die Gewässernutzung werden wir jedoch überdenken und bereits gewählte neue Ansätze noch konsequenter verfolgen müssen. Allein mit technischen Massnahmen können wir die bestehenden Probleme nicht lösen. Es geht vermehrt darum, an die Quelle der Ursachen zu gehen. Wir müssen uns dabei auch eingestehen, dass wir noch lange nicht alle Ursachen erkennen und verstehen, die den Gewässern heute zusetzen.

Das soll uns nicht entmutigen, sondern eher ermuntern, unser Ziel beharrlich zu verfolgen. Nur so wird sich der Zustand unserer Gewässer weiter verbessern und ihre nachhaltige Nutzung möglich. Um dieses hoch gesteckte, aber lebenswichtige Ziel zu erreichen, braucht es eine breite gesellschaftliche Diskussion zum Thema «Wasser». Wir können und wollen diese Diskussion nicht allein den Fachleuten überlassen. Darum möchten wir Sie einladen, sich daran zu beteiligen. Der vorliegende Bericht soll dazu beitragen.



Walter Straumann, Regierungsrat  
Vorsteher Bau- und Justizdepartement

## EINLEITUNG

Mit dem Gewässerschutzkonzept hat das Amt für Umwelt 1998 – damals noch das Amt für Umweltschutz – ein Führungs- und Entscheidungsinstrument erarbeitet, das für die nächsten Jahre einen effizienten Gewässerschutz gewährleisten und eine umweltverträgliche Gewässernutzung ermöglichen soll. Es geht von einer gesamtheitlichen Betrachtung der Gewässer aus und soll sicherstellen, dass die Ziele der eidgenössischen Gewässerschutzgesetzgebung erreicht werden.

Der vorliegende Bericht über den Zustand der Solothurner Gewässer dient der Standortbestimmung und der Erfolgskontrolle. Er soll alle sechs Jahre fortgeschrieben werden und dann aufzeigen, ob der erkannte Handlungsbedarf richtig eingeschätzt wurde und ob die getroffenen Massnahmen zum gewünschten Erfolg geführt haben. Im Sinne des Gewässerschutzgesetzes wird mit diesen Berichten dem gesetzlichen Auftrag der Umweltberichterstattung Rechnung getragen.

Der Bericht wendet sich an die Entscheidungsträgerinnen und -träger aus Politik und Wirtschaft sowie an interessierte Bürgerinnen und Bürger. Fachleuten soll er als Übersicht über die Massnahmen, deren Wirkung und den künftigen Handlungsbedarf im Gewässerschutz dienen. Details müssen allerdings den einschlägigen Publikationen und Datenbeständen der Fachstellen der Verwaltung entnommen werden. Wer es eilig hat, kann sich auch auf das Kapitel «Das Wichtigste vorweg» beschränken.

Der Bericht stellt die Gewässer – Flüsse, Bäche, Kleinseen und Grundwasser – und den Niederschlag, ihr Zustand, ihre Nutzungen und Funktionen zusammen mit ihren Wechselwirkungen dar. Der Zustand der Gewässer wird beurteilt und es werden Veränderungen in der Regel für den Zeitraum 1994 bis 2000 dargestellt.

In den vier Rubriken «Niederschlag», «Fließgewässer und Kleinseen», «Grundwasser» und «Gewässernutzung» werden die verschiedenen Aspekte resp. Sachgebiete behandelt:

<i>Rubriken</i>	<i>Sachgebiete</i>
<b>Niederschlag</b>	1 Niederschlagsmengen 2 Niederschlagsqualität
<b>Fließgewässer und Kleinseen</b>	3 Einzugsgebiete und Abflüsse 4 Chemischer Zustand der Fließgewässer und Kleinseen 5 Lebensraum Fließgewässer 6 Biologie der Fließgewässer
<b>Grundwasser</b>	7 Grundwasservorkommen 8 Grundwasserqualität
<b>Gewässernutzung</b>	9 Wasserversorgung 10 Wasserkraft 11 Abwasserbeseitigung 12 Angelfischerei 13 Erholung und Freizeit

## DAS WICHTIGSTE VORWEG

Mit dem vorliegenden Bericht liegt erstmals eine allgemein verständliche Auswertung und Beurteilung des Zustandes der Solothurner Gewässer vor. Die dazu verwendeten Daten basieren auf der neu konzipierten Überwachung der Fliessgewässer und der Grundwasservorkommen, wie sie im Rahmen des Gewässerschutzkonzeptes 1998 festgelegt wurde.

Im Bericht wird das Thema «Wasser» umfassend dargestellt und das ganze Spektrum präsentiert, das den modernen Gewässerschutz ausmacht. Dazu wird auf den Niederschlag, die Fliessgewässer, die Kleinseen, das Grundwasser und die Gewässernutzung eingegangen. Der Schutz und die Nutzung der Gewässer wird deshalb zusammen behandelt, weil diese beiden Gegensätze voneinander nicht zu trennen sind.

Soweit wie möglich sind für diesen Bericht die Vorgaben des Bundes berücksichtigt worden, auch wenn diese teilweise erst im Entwurf vorliegen. Damit kann gleichzeitig eine EU-konforme Beurteilung der Gewässer sichergestellt werden, wie sie durch die neue Wasserrahmenrichtlinie der Europäischen Gemeinschaft vorgegeben ist.

Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse und Aussagen in den dreizehn behandelten Sachgebieten zusammengefasst:



**Niederschlagsmengen:** Im Kanton Solothurn fallen im langjährigen Durchschnitt etwa 1'240 mm Niederschläge in Form von Regen und Schnee, die räumlich und zeitlich über das Kantonsgebiet unterschiedlich verteilt sind. Der Grossteil der Niederschlagsmenge fällt an wenigen Tagen im Jahr. Dem Amt für Umwelt steht zur Erfassung

des Niederschlages ein Netz von 25 Messstellen zur Verfügung, die vom Kanton, vom Bund und von Privaten betrieben werden. Die erfassten Daten sind unter anderem für die wasserwirtschaftliche Planung (Siedlungsentwässerung, Hochwasserschutz) von grosser Bedeutung.



**Niederschlagsqualität:** Regen und Schnee sind seit längerer Zeit nicht mehr «sauber». Sie sind durch Schadstoffe und Nährstoffe (z.B. Stickstoff) aus der Luft belastet, die mit dem Niederschlagswasser in den Boden, in die Oberflächengewässer und je nachdem sogar ins Grundwasser gelangen können. Die Qualität des Niederschlages

wird durch das Amt für Umwelt an sieben kantonalen Niederschlagsmessstellen ermittelt. Die Analysen zeigen, dass die Belastung des Regenwassers mit Schwermetallen wesentlich höher sein kann als diejenige der Fliessgewässer, und dass der Niederschlag massgeblich zur Überdüngung von Naturwiesen und Wäldern beiträgt.



**Einzugsgebiete und Abflüsse:** Die Messung der Abflüsse ist für wasserwirtschaftliche Planungen wie beispielsweise der Hochwasserschutz ausschlaggebend. Fast 90 % der ganzen Wassermenge, die durch den Kanton fliesst, wird von der Aare transportiert. Ihr Hochwasserabfluss ist lediglich 10-mal grösser als der Niedrigwasser-

abfluss. Das Abflussregime der Aare kann reguliert werden und ist damit relativ ausgeglichen. Dies als bezweckte Folge der Jura-Gewässerkorrektur. Im Vergleich zur Aare sind die Verhältnisse bei den kleineren Fliessgewässern deutlich unterschiedlich: Zwischen dem Abfluss bei Hochwasser und Niedrigwasser wurde in den vergangenen Jahren zum Beispiel in der Dünnern ein Faktor 170, in der Lüssel gar ein Faktor 8'500 gemessen.



**Chemischer Zustand der Fliessgewässer und Kleinseen:** Einzig drei der 23 im Kanton Solothurn überwachten Fliessgewässer sind chemisch unbelastet oder nur schwach belastet. Die übrigen Gewässer erfüllen die Zielvorgaben der Eidg. Gewässerschutzgesetzgebung noch nicht. Der Ausbau verschiedener Abwasserreinigungsanlagen ist im Gang, zum Teil bereits abgeschlossen oder zumindest geplant,

so dass die gesetzlichen Vorgaben bei einigen Flüssen und Bächen (Aare, Emme, Russbach, Dünnern, Verenabach) bereits in naher Zukunft erfüllt sein werden. Eine Entlastung werden auch die fortschreitende Ökologisierung der Landwirtschaft und Einzelmassnahmen wie die kantonsweite Sanierung der Hofdüngeanlagen bis 2007 bringen. Insgesamt rechnet das Amt für Umwelt damit, dass in den nächsten Jahren rund die Hälfte der noch zu stark belasteten Flüsse und Bäche die gesetzlichen Anforderungen erfüllen wird.



**Lebensraum Fliessgewässer:** Mit einer flächendeckenden Kartierung in den Jahren 2000/2001 wurde beurteilt, wie naturnah der Zustand der Solothurner Fliessgewässer ist. Die Erhebungen zeigen, dass nur noch rund ein Viertel der über 1'100 km Bach- und Flussläufe als natürlich oder zumindest naturnah einzustufen sind. Über die

Hälfte der Fliessgewässer weist zudem einen ungenügenden Uferbereich auf und 163 km sind gar nicht mehr sichtbar, weil sie eingedolt sind. Im Rahmen verschiedener Projekte werden heute jährlich zwei bis drei Kilometer Fliessgewässer wieder in einen naturnahen Zustand zurückgeführt.



**Biologie der Fliessgewässer:** Vorkommen und Artenvielfalt der Bewohner der Gewässersohle (Aufwuchsalgen und Wasserwirbellose) widerspiegeln den Zustand eines Gewässers sowohl in Bezug auf die Wasserqualität wie auch in Bezug auf die Qualität der Gewässerstruktur. Im Kanton Solothurn wurden bisher keine systematischen

biologischen Untersuchungen durchgeführt. In Zukunft ist dies vorerst für die Aare in Zusammenarbeit mit den Kantonen Bern und Aargau vorgesehen.



**Grundwasservorkommen:** Der Kanton Solothurn ist reich an Grundwasser. Die vorwiegend vom Niederschlag und der Infiltration von Fliessgewässern gespeisten Schottergrundwasserleiter in den Talebenen, aber auch die Karstgrundwasserleiter im Jura und die Kluft-/Porengrundwasserleiter im Sandstein des Bucheggberges werden

intensiv für die Wasserversorgung genutzt. Entsprechend wichtig ist die kontinuierliche Überwachung der Grundwasservorkommen. Die verfügbaren Grundwassermengen sind generell gross und haben sich, langfristig betrachtet, kaum verändert. Einzig im Wasseramt und Dünnerngäu war in den letzten 20 Jahren eine sinkende Tendenz der Grundwasserstände zu beobachten. Diese Entwicklung ist jedoch zu relativieren, da sich die Grundwasserstände nach niederschlagsreichen Jahren rasch erholen können, wie sich Ende der 90er-Jahre zeigte.



**Grundwasserqualität:** Die 1998 eingeführte Überwachung der Grundwasserqualität im Kanton Solothurn soll ermöglichen, langfristige qualitative Veränderungen im Grundwasser frühzeitig zu erkennen. Das Grundwasser weist allgemein eine gute bis sehr gute Qualität auf. Es werden jedoch vereinzelt Stoffe festgestellt, die natürlicherweise nicht vorhanden sein sollten. Dazu zählen Pestizide aus der Landwirtschaft, aber auch organische Spurenverunreinigungen wie Lösungsmittel aus dem Gewerbe und der Industrie oder von Standorten, die mit Abfällen belastet sind. Von den natürlich vorhandenen Stoffen kommt Nitrat bei einigen Messstellen mit einer zu hohen Konzentration vor.



**Wasserversorgung:** Alles Trinkwasser im Kanton Solothurn wird aus dem Grundwasser bezogen. Es stammt zu drei Vierteln aus Pumpwerken und zu einem Viertel aus Quellen. Insgesamt werden rund 40 Millionen Kubikmeter Wasser pro Jahr, das sind rund 430 Liter pro Einwohner und Tag, verbraucht.

Um die Trinkwasser- und Brauchwasserversorgung weiterhin langfristig sicherzustellen, müssen die Grundwasservorkommen und Fassungen umfassend geschützt werden. So haben die Wasserversorgungen unter anderem im Rahmen der Generellen Wasserversorgungsprojekte (GWP) sicherzustellen, dass künftig nur noch Grundwasserfassungen mit rechtskonformen Schutzzonen für die Trinkwassergewinnung verwendet werden.



**Wasserkraft:** Das Energiepotential der grossen Fließgewässer wird zum Erzeugen von Elektrizität beinahe vollständig ausgeschöpft. Dementsprechend bestehen an diesen Gewässern nur noch wenige freifliessende oder im Abflussregime nicht beeinflusste Strecken. Für das Kraftwerk Ruppoldingen wurde mit dem Neubau ein ökologischer Ausgleich geschaffen, der den ursprünglichen Verlust von Naturwerten an dieser Aarestrecke zum Teil kompensiert. Weitere Verbesserungen sind im Zusammenhang mit der Erneuerung der Maschinenanlagen im Kraftwerk Gösigen und beim Stauwehr des Kraftwerks Aarau geplant. Zudem sollen Massnahmen getroffen werden, um den Geschiebetrieb in der Aare zu reaktivieren und die Wasserführung in den Restwasserstrecken zu verbessern.



**Abwasserbeseitigung:** Die zwölf grössten zentralen Abwasserreinigungsanlagen des Kantons – sie liegen alle südlich des Juras – reinigen rund 95 % des gesamten im Kanton Solothurn anfallenden Abwassers. Der Anschlussgrad der Solothurner Bevölkerung ist mit 97 % leicht über dem schweizerischen Durchschnitt.

Die Reinigungsleistung der Abwasserreinigungsanlagen entspricht nicht mehr überall den Anforderungen der neuen Gewässerschutzgesetzgebung. Einige kleinere Kläranlagen sind dringend sanierungsbedürftig. Die Siedlungsentwässerung soll durch die Generellen Entwässerungspläne (GEP) der Gemeinden laufend optimiert werden. Ende 2001 hatten jedoch erst wenige von ihnen einen vollständigen GEP erstellt.





**Angelfischerei:** Fische sind aussagekräftige Zeigerorganismen für Veränderungen in der Umwelt. Wie in anderen Fließgewässern der Schweiz sind auch im Kanton Solothurn die Fischbestände in den letzten Jahrzehnten drastisch zurückgegangen. Die Fischfauna reagiert auf nachteilige Veränderungen des natürlichen

Abflussregimes, der natürlichen Gewässerstruktur und der chemischen Wasserqualität. Die aktuelle Situation erfordert dringend eine Verbesserung der Lebensbedingungen für die einheimische Gewässerfauna, mit andern Worten eine Verbesserung der Gewässerstruktur und der Wasserqualität.

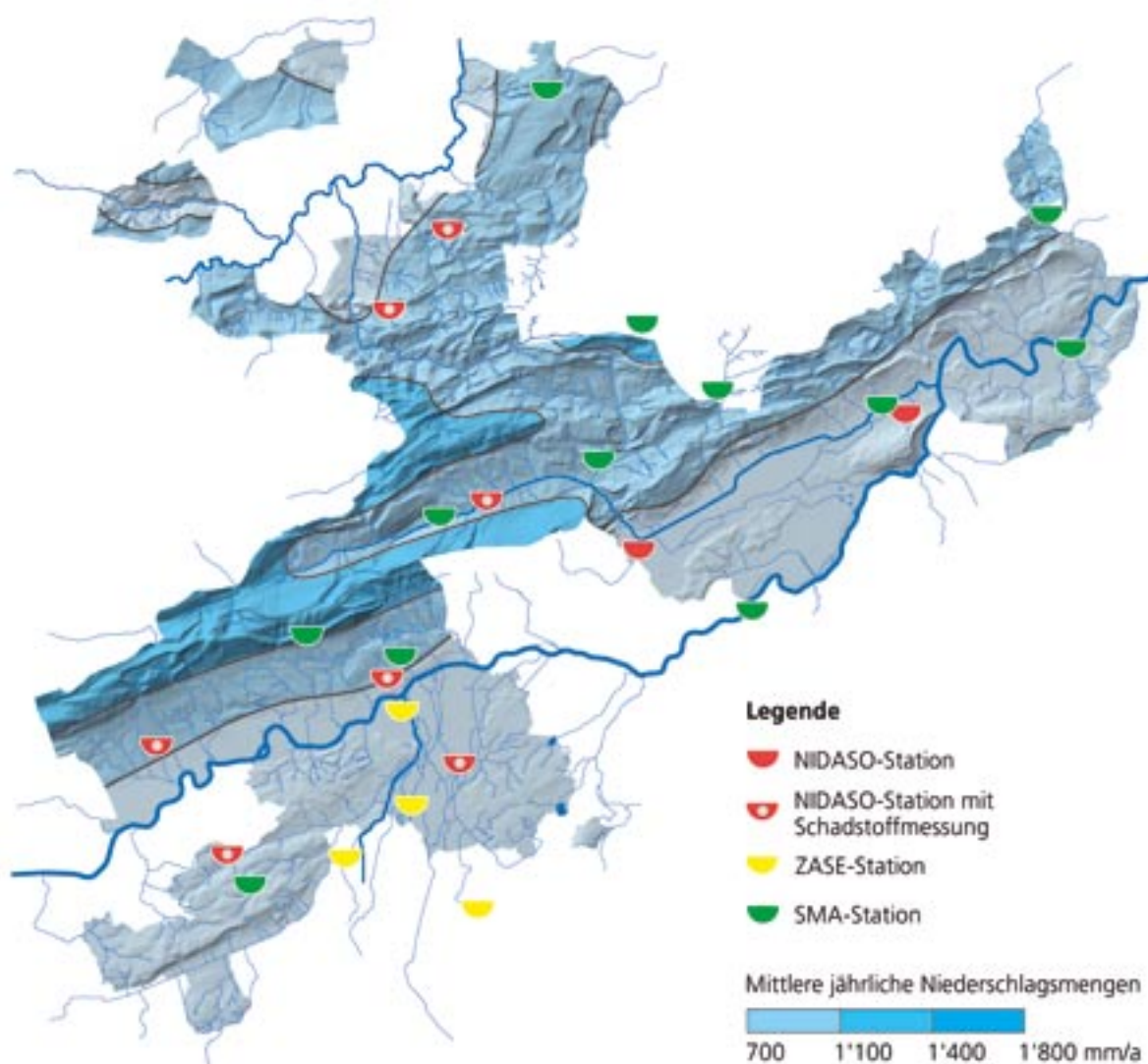


**Erholung und Freizeit:** Entlang der Aare gibt es kein «Niemandland» mehr. Die kantonalen und regionalen Richtpläne sowie die Zonenpläne der Gemeinden weisen alles Land entlang dieses Flusses Nutzungs- oder Schutz-zonen zu. Trotzdem kommt es heute immer noch zu Konflikten zwischen Landwirtschaft, Erholung und Naturschutz.

Dort, wo intensive Freizeit- und Erholungsnutzung stattfindet, muss die Bevölkerung die geschützten Naturobjekte erkennen. Mit Informationstafeln wird das nötige Verständnis für Massnahmen zur Erhaltung von Natur und Landschaft geschaffen und wenn nötig durchgesetzt. Die Konflikte zwischen Erholung und Naturschutz werden damit entschärft.

# 1 NIEDERSCHLAGSMENGEN

Im Kanton Solothurn fallen im langjährigen Durchschnitt etwa 1'240 mm Niederschläge pro Jahr. Das sind insgesamt rund 980 Mia. Liter Regen und Schnee oder ein 225'000 km langer Zug, bestehend aus ca. 15 Mio. Kesselwagen. Ein einziger regenreicher Tag bringt es dabei auf 40 Mia. Liter oder auf einen 9'000 km langen Zug.



**Niederschlagsmessungen im Kanton Solothurn.** Der Niederschlag ist räumlich und zeitlich unterschiedlich verteilt. Deshalb sind regionale Messungen der Niederschläge notwendig. Die Niederschlagsmenge wird an insgesamt 25 Messstationen im Kanton und daran angrenzend registriert. An 7 Messstellen wird zusätzlich auch die Qualität des Niederschlages gemessen (siehe Kapitel 2).

## Für die wasserwirtschaftliche Planung und Siedlungsentwässerung sind Niederschlagsmessungen notwendig

Die räumliche und zeitliche Variation von Starkniederschlägen ist gross. Für die wasserwirtschaftliche Planung, zum Beispiel für die Berechnung von Hochwasserabflüssen und für die Siedlungsentwässerung, sind zuverlässige Niederschlagsdaten mit hoher zeitlicher und räumlicher Auflösung darum wichtig.

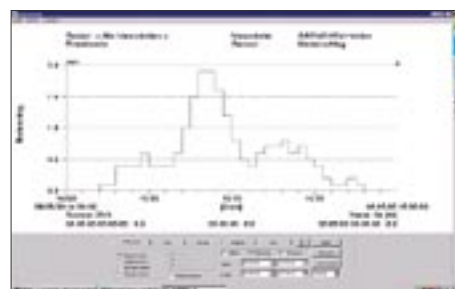
Es ist Aufgabe des Kantons, solche Niederschlagsdaten für die oben erwähnten Sachbereiche bereitzustellen. Zu diesem Zweck betreibt das Amt für Umwelt das NIDASO-Messnetz mit 9 Niederschlagsmessstationen, die flächendeckend über das Kantonsgebiet verteilt sind (NIDASO - Niederschlagsdaten Kanton Solothurn).

Zusätzlich misst der Abwasserzweckverband der Region Solothurn-Emme (ZASE) in seinem Einzugsgebiet an 4 Stationen die Niederschlagsmenge, nämlich in Gerlafingen, Koppigen, Kräiligen und Zuchwil.

Die NIDASO- und ZASE-Stationen messen die Niederschlagsmenge im Einminutentakt. Der zeitliche Ablauf von einzelnen Niederschlagsereignissen kann damit aufgezeichnet werden. Weil Extremniederschläge statistisch gesehen seltene Ereignisse sind, müssen für aussagekräftige Daten langjährige Messreihen von 50 oder mehr Jahren vorliegen. Systematische Messreihen stehen im Kanton Solothurn aber erst seit 1998/99 zu Verfügung.

Bei 7 der insgesamt 9 kantonalen Messstellen werden auch qualitative Parameter (Schwermetalle, adsorbierbare organische Halogene - AOX und Gesamtstickstoff) ermittelt (siehe Kapitel 2).

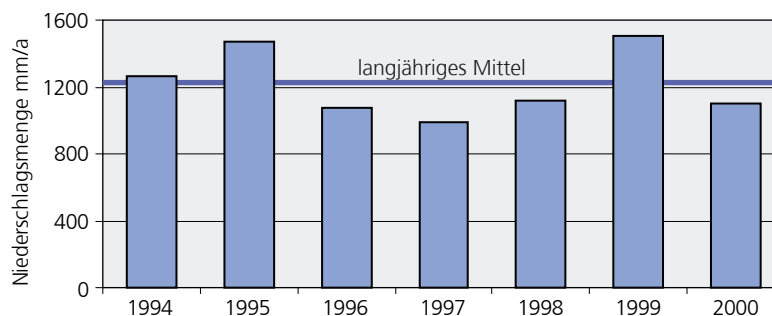
Die Daten werden regelmässig ausgewertet und alljährlich in den «Umweltdaten» (früher im Hydrographischen Jahrbuch) des Kantons Solothurn publiziert.



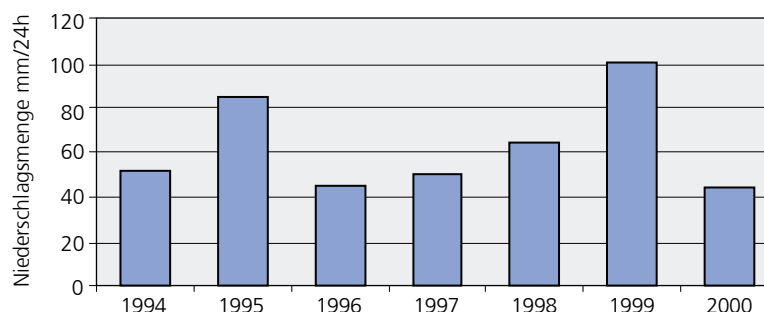
Die SMA-MeteoSchweiz misst mit sogenannten Totalisatoren an 12 über das Kantonsgebiet verteilten oder unmittelbar daran angrenzenden Messstellen die Tagessummen des Niederschlages. Diese Daten dienen klimatologischen Untersuchungen und eignen sich nicht für die Auswertung von Extremniederschlägen, da die zeitliche Auflösung zu gering ist.

## Die Jahre 1995 und 1999 waren überdurchschnittlich nass

Die mittlere jährliche Niederschlagsmenge liegt mit 1'400 bis 1'800 mm auf den Jurahöhen wesentlich höher als am Jurasüdfuss, wo zwischen 700 und 1'100 mm Niederschlag im Jahr fallen. Die tatsächlichen Niederschlagsmengen variieren jedoch sowohl zeitlich als auch örtlich sehr stark.



**Mittlere jährliche Niederschlagsmenge 1994 - 2000 im Kanton Solothurn.** 1 mm Niederschlag pro Jahr entspricht 1 Liter pro Quadratmeter jährlich. Unterschiede zwischen den jährlichen Niederschlagsmengen von 20% sind nicht aussergewöhnlich.

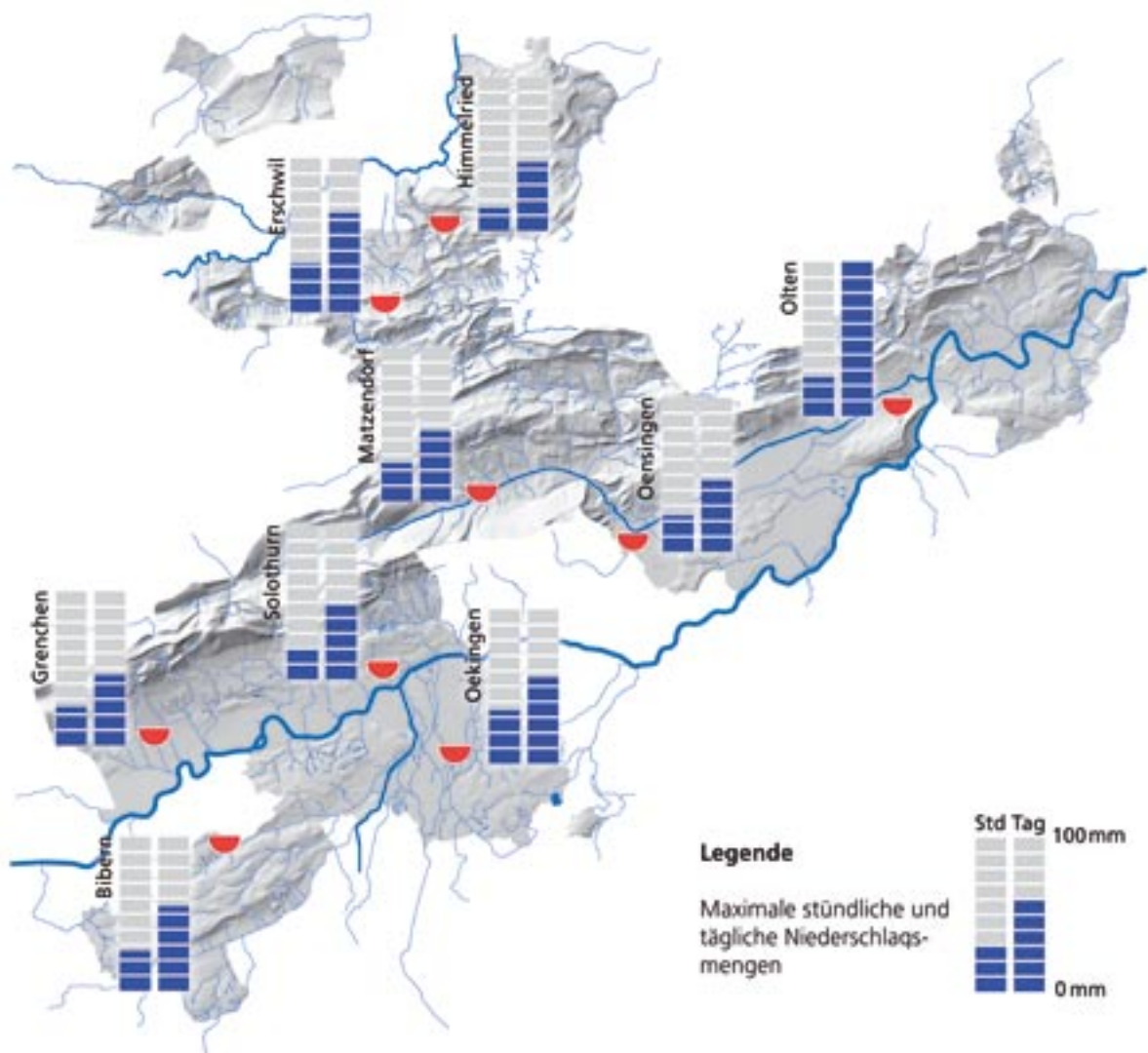


**Maximale Tagesniederschläge 1994 - 2000 im Kanton Solothurn.** Noch ausgeprägter als der Jahresdurchschnitt sind die jährlichen Unterschiede der maximalen täglichen Niederschlagsmengen. Das macht die Planung der Siedlungsentwässerung und des Hochwasserschutzes schwierig.

Gemessen am langjährigen Mittel waren die Jahre 1995 und 1999 überdurchschnittlich nass. In diesen Jahren traten im Frühling auch extreme Hochwasser auf. Hingegen war 1997 ein eher trockenes Jahr, in dem nur etwa 80% der durchschnittlichen Niederschlagsmenge fiel. Niederschlagsdefizite verzeichneten auch die Jahre 1996, 1998 und 2000.

## Der Grossteil der Niederschlagsmenge fällt an wenigen Tagen im Jahr

Im Durchschnitt fällt während der rund 30 regenreichsten Tage des Jahres mehr als die Hälfte der jährlichen Niederschlagsmenge. Starkregenereignisse verursachen grosse Abflussmengen in den Abwasserleitungen und Fließgewässern. Die Folge davon sind Hochwasser und Überschwemmungen, die grosse Schäden anrichten können, wie zum Beispiel diejenigen von 1994 und 1999.



**Maximale Niederschlagsereignisse 1998 - 2000.** Extreme Niederschläge sind oft lokal begrenzt. Der höchste tägliche Niederschlag im Jahr 1999 wurde am 12. Mai mit 102 mm in Olten gemessen. Am meisten Niederschlag während einer Stunde fiel mit 32 mm am 13. Juli 1999 in Oekingen.

## **Hat die Zunahme der Starkniederschläge mit der globalen Klimaveränderung zu tun?**

In Erinnerung bleiben starke Niederschläge vor allem dann, wenn sie zu Überflutungen (schadenbringende Hochwasser) oder anderen extremen Naturereignissen (Murgänge, Lawinen etc.) führen.

Vor gut 100 Jahren ging die sogenannte «Kleine Eiszeit» zu Ende. Seitdem befindet sich die Schweiz in einer Erwärmungsphase. Die Erwärmung erfolgte nicht gleichmässig, sondern in Unterbrüchen. Zugenommen haben vor allem die Minimumtemperaturen, im Mittel um rund 2 °C in der Zeit von 1901 bis 1993. Der grösste Anstieg erfolgte in den Wintermonaten.

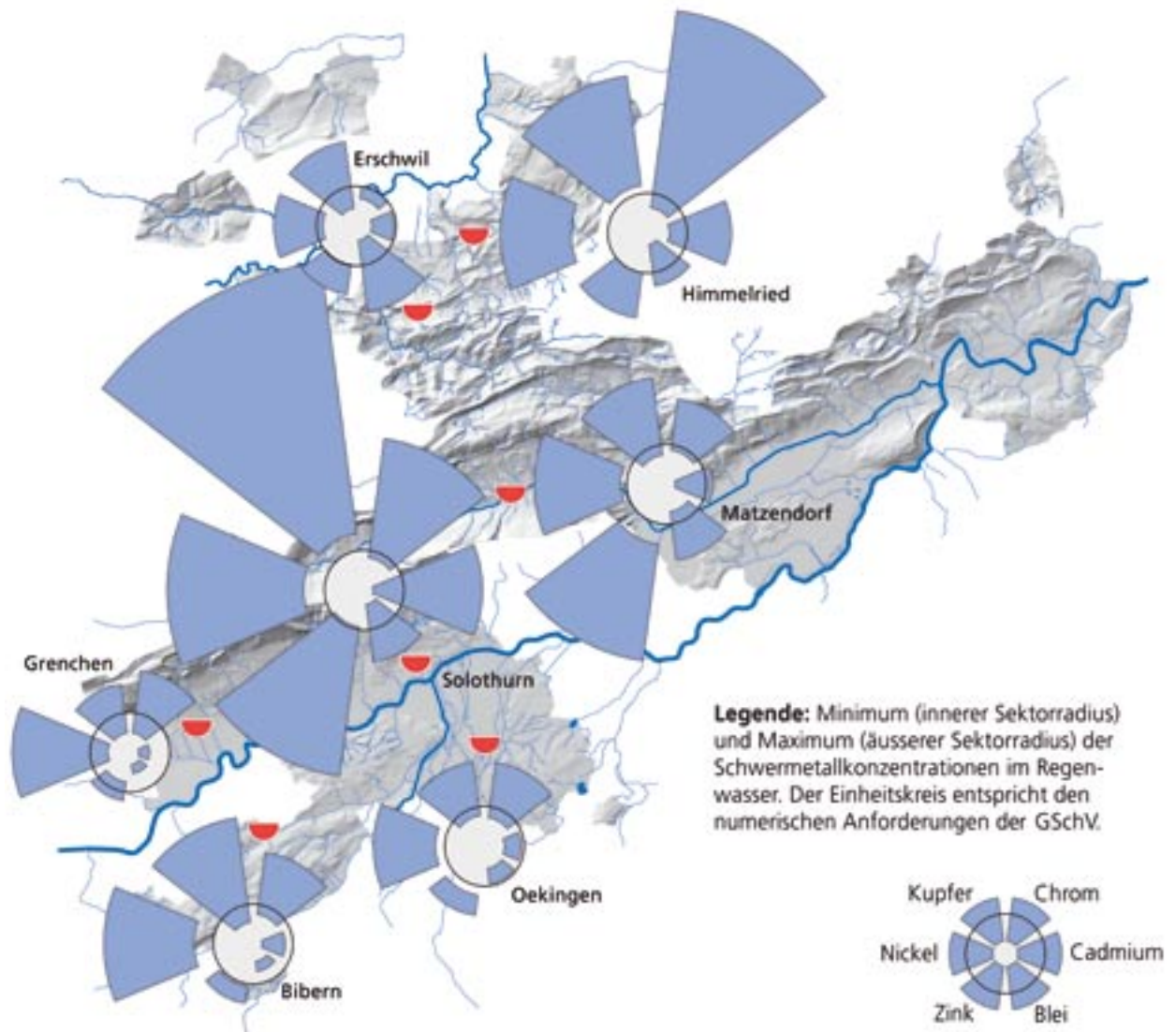
Im vergangenen Jahrhundert haben auch die Niederschlagsmengen in der Nordwestschweiz vor allem im Winter signifikant zugenommen (ca. 20 bis 30 % in hundert Jahren). Die winterlichen Wetterlagen, die Niederschlag bringen, sind hingegen nicht häufiger geworden. Vielmehr ist eine grundsätzliche Änderung der Niederschlagsaktivität eingetreten. Die einzelnen Niederschlagsereignisse im Winterhalbjahr scheinen zunehmend ergiebiger geworden zu sein.

Die höhere Ergiebigkeit von Niederschlagsereignissen lässt sich durch eine verstärkte Westwindzirkulation über dem nördlichen Atlantik und die höhere Verdunstung durch die zunehmende Erwärmung des Meerwassers erklären. Dadurch verstärkt sich der Feuchtigkeitstransport gegen die Alpen. Zudem kann wärmere Luft auch mehr Feuchtigkeit aufnehmen, die dann bei der Hebung der Luftmassen an den Alpen als Niederschlag anfällt. Die Zunahme der Starkniederschläge ist darum mit hoher Wahrscheinlichkeit, wenn nicht auf eine globale, so mindestens auf eine kontinentale Klimaveränderung zurückzuführen.

Die Zunahme der Starkniederschläge könnte auch im Kanton Solothurn zur Folge haben, dass vermehrt Überschwemmungen auftreten und sogar die Aare wieder über die Ufer tritt. Dies trotz der Juragewässerkorrektion. Mit den von den Gemeinden zu erarbeitenden Gefahrenhinweiskarten und einer speziellen Hochwasserstudie «Aare», die der Kanton in Zusammenarbeit mit dem Bund erarbeiten will, sollen die möglichen Schadenpotentiale solcher Überschwemmungen ermittelt werden. Diese Studien bilden auch die Grundlagen für die Planung gegebenenfalls notwendiger Massnahmen.

## 2 NIEDERSCHLAGSQUALITÄT

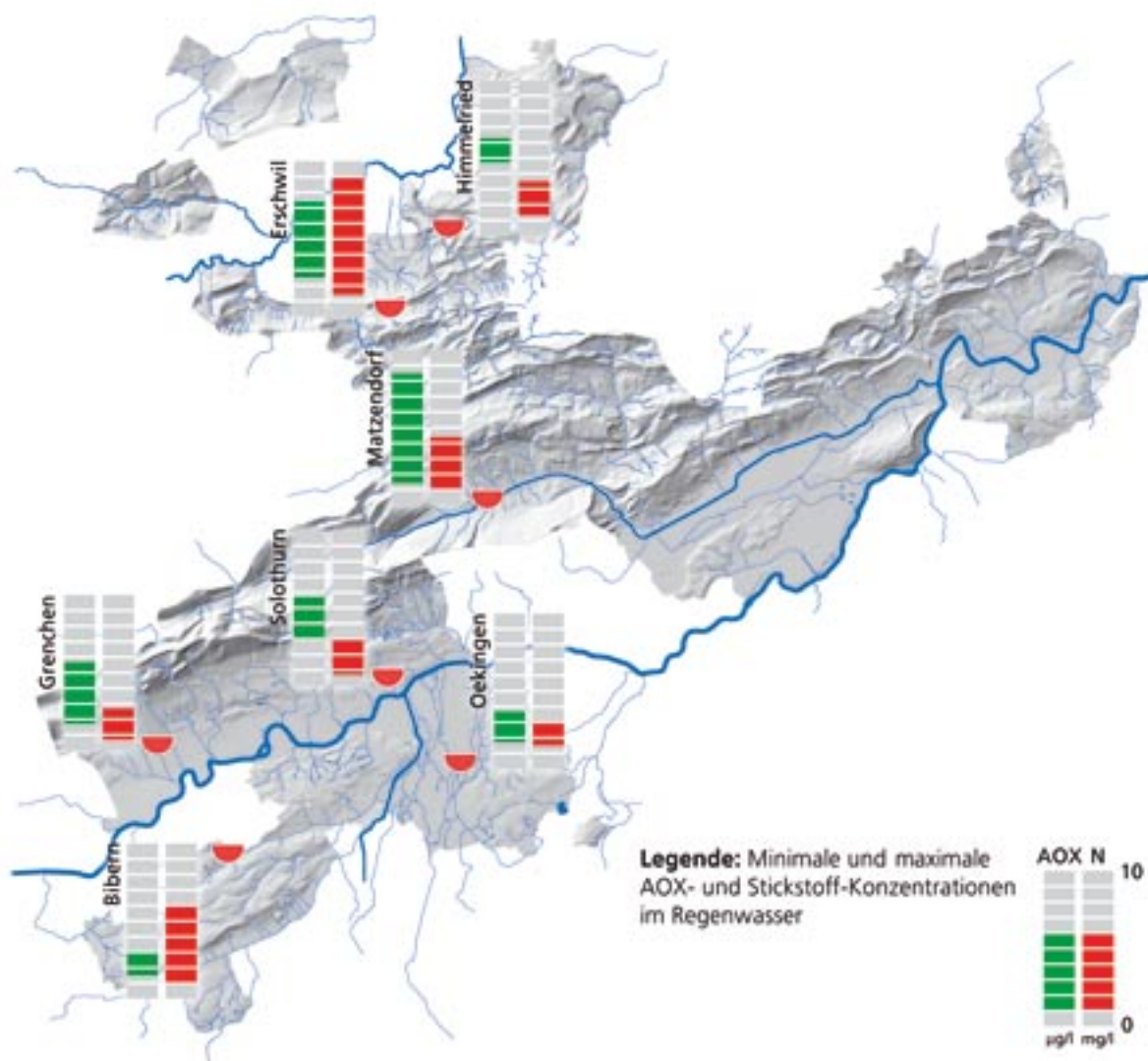
Regen und Schnee sind durch Schadstoffe und Nährstoffe, zum Beispiel durch Schwermetalle und Stickstoff aus der Luft belastet. Diese Stoffe gelangen mit dem Niederschlagswasser in den Boden und in die Gewässer. Das hat unter anderem Konsequenzen bei der Planung von Versickerungsanlagen im Siedlungsgebiet und bewirkt eine problematische Überdüngung der Wälder und Naturwiesen.



**Die Belastung des Niederschlages mit Schwermetallen 1998 - 2000.** Die Belastung des Regens mit Schwermetallen und anderen Schadstoffen ist beträchtlich. Selbst die gemessenen minimalen Konzentrationen liegen für verschiedene Schwermetalle höher als die Zielvorgabe für Fliessgewässer der Eidg. Gewässerschutzverordnung. (Wie die Sektordiagramme zu lesen sind, ist im Glossar am Ende des Berichtes erklärt).

## Wie sauber ist Regenwasser?

Seit 1998 wird an 7 der 9 kantonalen Niederschlagsmessstationen neben der Menge auch die Qualität des Niederschlages gemessen. Der an den Messstellen aufgefangene Regen wird auf seinen Gehalt an Schwermetallen, Stickstoffverbindungen und halogenierten organischen Verbindungen (AOX) untersucht. Die ausgewerteten Daten werden alljährlich in den «Umweltdaten» des Kantons Solothurn publiziert.



**Belastung des Niederschlages mit Stickstoffverbindungen und AOX 1998 - 2000.** Die im Niederschlag enthaltenen Schadstoffe, zum Beispiel organische Chlorverbindungen (AOX = adsorbierbare organische Halogene), tragen zur Belastung des Bodens und der Gewässer, die Stickstoffverbindungen zur Überdüngung von Wäldern und Naturwiesen bei.



## Die Schadstoffe und Nährstoffe im Niederschlag belasten den Boden

Der fallende Regen wäscht Schadstoffe und Nährstoffe aus der Luft aus und ist deshalb mit Schwermetallen, Stickstoffverbindungen etc. belastet. Diese gelangen mit den Niederschlägen auf die Erdoberfläche und in den Boden (nasse Deposition) oder lagern sich in niederschlagslosen Zeiten auf Pflanzen oder der Erdoberfläche ab (trockene Deposition).

Schadstoff		wenig belastete Gebiete	stärker belastete Gebiete	GSchV
<b>Cadmium</b>				
Konzentration im Niederschlag	µg/l	ca. 0.06	ca. 0.6	0.2
Ablagerung auf den Boden pro Jahr	g/ha	ca. 0.80	ca. 8	-
<b>Chrom</b>				
Konzentration im Niederschlag	µg/l	ca. 10	ca. 20	5
Ablagerung auf den Boden pro Jahr	g/ha	ca. 125	ca. 250	-
<b>Kupfer</b>				
Konzentration im Niederschlag	µg/l	ca. 10	ca. 120	5
Ablagerung auf den Boden pro Jahr	g/ha	ca. 125	ca. 1'500	-
<b>Nickel</b>				
Konzentration im Niederschlag	µg/l	ca. 40	ca. 120	10
Ablagerung auf den Boden pro Jahr	g/ha	ca. 500	ca. 1'500	-
<b>Zink</b>				
Konzentration im Niederschlag	µg/l	ca. 40	ca. 140	20
Ablagerung auf den Boden pro Jahr	g/ha	ca. 500	ca. 1'750	-
<b>Blei</b>				
Konzentration im Niederschlag	µg/l	ca. 4	ca. 20	10
Ablagerung auf den Boden pro Jahr	g/ha	ca. 50	ca. 250	-
<b>AOX</b>				
Konzentration im Niederschlag	µg/l	ca. 2.5	ca. 5	
Ablagerung auf den Boden pro Jahr	g/ha	ca. 30	ca. 60	
<b>Stickstoff</b>				
Konzentration im Niederschlag	mg/l	ca. 1	ca. 3	5.8
Ablagerung auf den Boden pro Jahr	kg/ha	ca. 12	ca. 40	-
1 µg = 1/1'000 mg = 1/1'000'000 Gramm GSchV: Eidg. Gewässerschutzverordnung AOX: adsorbierbare organische Halogene				

**Schadstoff- und Nährstoffbelastung (Stickstoff) in wenig und stärker belasteten Gebieten.** Mittlere Schad- und Nährstoffkonzentrationen im Niederschlag und der daraus resultierende Eintrag dieser Stoffe in den Boden. Vergleich der Konzentrationen im Niederschlag mit den Zielvorgaben für Fließgewässer der Eidg. Gewässerschutzverordnung (GSchV).

Die Belastung des Niederschlages mit Schwermetallen, aber auch mit anderen Schadstoffen, und mit Stickstoff ist beträchtlich. Beim Schwermetallgehalt im Niederschlag kann zwischen wenig belasteten Messstandorten (Bibern, Grenchen, Oekingen, Erschwil) und stärker belasteten Standorten (Matzendorf, Himmelried und Solothurn) unterschieden werden.

Im Gegensatz zu den Bestimmungen der Luftreinhalteverordnung über die Inhaltsstoffe des Staubniederschlages gibt es für die Schadstoffbelastung des Niederschlages keine Zielvorgaben. Ein Vergleich der gemessenen Werte mit denjenigen für Fliessgewässer der Gewässerschutzverordnung macht deutlich, dass stärker belastetes Niederschlagswasser die Zielvorgaben bei den Schwermetallen Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Zink und Blei zum Teil um ein Vielfaches überschreitet. Diese Anforderungen werden auch beim Chrom, Kupfer, Nickel und Zink bei wenig belasteten Niederschlägen nicht eingehalten.

Wieso Niederschlagswasser bezüglich Schwermetallen deutlich stärker belastet ist als die Fliessgewässer und wieso standortabhängige Unterschiede vorliegen, ist im Einzelnen noch nicht bekannt. Die im Kanton Solothurn gemessenen Werte entsprechen jedoch generell den Schwermetallkonzentrationen, wie sie im Niederschlag im Mittelland angetroffen werden.

Die Schadstoffbelastung des Niederschlages hat zur Folge, dass Regenwasser, das versickert oder in ein Fliessgewässer eingeleitet wird, vorgängig behandelt werden muss. Die Behandlungsanlagen (z.B. Filterschichten etc.) werden dabei mit den Schadstoffen angereichert und gelten bei einer späteren Entsorgung als Sonderabfall. Aber auch die natürlichen Böden werden durch den Niederschlag langfristig in einem unzumutbaren Mass mit Schwermetallen und anderen Schadstoffen angereichert. So führen beispielsweise die gegenwärtigen Kupfereinträge in den Boden dazu, dass die Richtwerte der Eidg. Verordnung über Belastungen des Bodens zum Teil innert 20 bis 40 Jahren überschritten sein werden (siehe Kapitel 11).

Im Niederschlag findet man zudem etwa 1 bis 3 mg Stickstoff pro Liter. Das bedeutet bei einer jährlichen Niederschlagsmenge von 1'240 mm einen Stickstoffeintrag in die Böden von 12 bis 40 kg/ha pro Jahr. Dies ist ein nicht zu vernachlässigender Anteil der vorgesehenen Stickstoffdüngung auf Landwirtschaftsflächen. Es ist aber mit Sicherheit zuviel für Naturwiesen und Wälder.

Eine Verbesserung der Qualität des Niederschlagswassers kann nur durch Massnahmen in der Luftreinhaltung erreicht werden. Je sauberer die Luft ist, desto besser ist die Qualität des Niederschlagswassers.

## **In den Wäldern kommen zusehends stickstoffliebende Pflanzen auf**

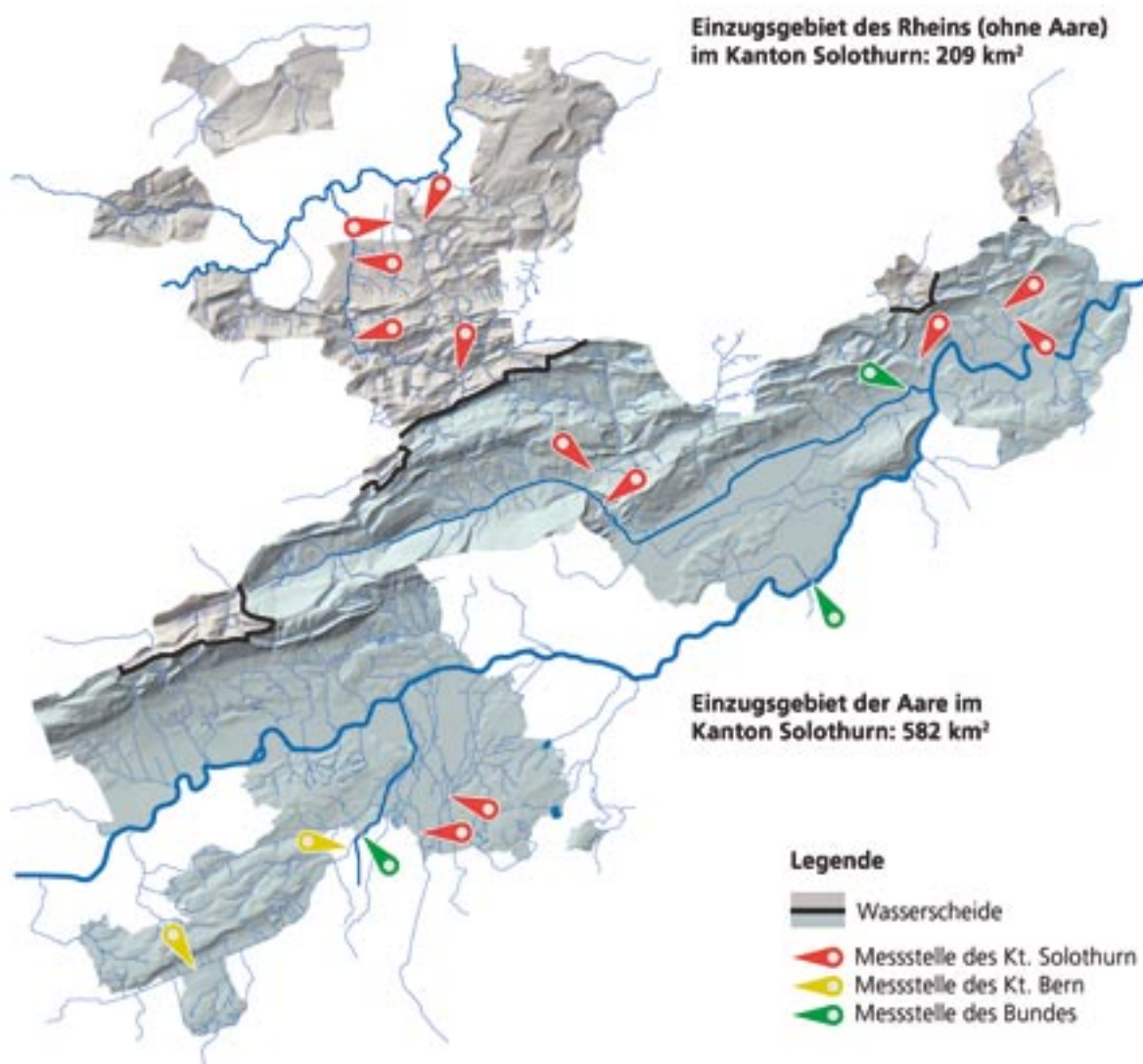
In den letzten Jahren und Jahrzehnten konnte bei Standortkartierungen in den Wäldern im Schweizer Mittelland und in den Voralpen eine beachtliche Veränderung der Zusammensetzung der Krautschicht beobachtet werden: Insbesondere fällt die Zunahme von stickstoffzeigenden Pflanzen auf sauren, eher nährstoffarmen Böden auf. Dies sind z. B. Brennessel, Springkräuter (einheimische und eingeführte Arten), Hohlzahn, aber auch das üppige Wuchern von Brombeerfluren. Neben dem bekannten lokalen Vorkommen auf Lagerplätzen und in grösseren Waldschlägen machen sich diese Arten nun stellenweise flächenhaft breit. Auffallend ist die Lage solcher «ins Kraut schiessender» Bestände in unmittelbarer Nachbarschaft zu intensiv genutztem, d.h. stark gedüngtem Landwirtschaftsland und im Leebereich von grösseren Viehmastbetrieben. Die Vermutung auf kleinräumig verfrachtetes Ammoniak aus Tierhaltungen liegt nahe.

Erhöhte Stickstoffeinträge in den Wald, die zu zwei Dritteln aus der Landwirtschaft und zu einem Drittel aus dem Verkehr stammen, führen zu Nährstoffungleichgewichten in den Böden. Folgen sind die Auswaschung überschüssigen Stickstoffs ins Grundwasser, aber auch eine stärkere Förderung des Wachstums oberirdischer Baumteile. Andererseits schädigt der Stickstoff die für Bäume und Sträucher unentbehrlichen Wurzelpilze (Mykorrhizen).

Das beobachtete zu geringe Wurzelwachstum scheint damit im Zusammenhang zu stehen. Dies macht die Bäume empfindlicher gegenüber Trockenstress in längeren niederschlagsfreien Perioden und vermindert die Standfestigkeit der Bäume.

### 3 EINZUGSGEBIETE UND ABFLÜSSE

Das Einzugsgebiet der Aare umfasst drei Viertel der ganzen Kantonsfläche. Fast 90 Prozent der ganzen Wassermenge, die durch den Kanton fliesst, wird von der Aare aufgenommen. Sie weist ein vergleichsweise ausgeglichenes Abflussregime auf. Ihr Hochwasserabfluss ist wegen der Regulierung beim Wehr Port unterhalb des Bielersees lediglich rund 10-mal grösser als der Niedrigwasserabfluss. Die Abflussverhältnisse anderer Gewässer sind im Vergleich zur Aare sehr verschieden: Zwischen dem Abfluss bei Hochwasser und Niedrigwasser wurde in den vergangenen Jahren zum Beispiel in der Dünnern ein Faktor 170 und in der Lüssel gar ein Faktor 8'500 gemessen.

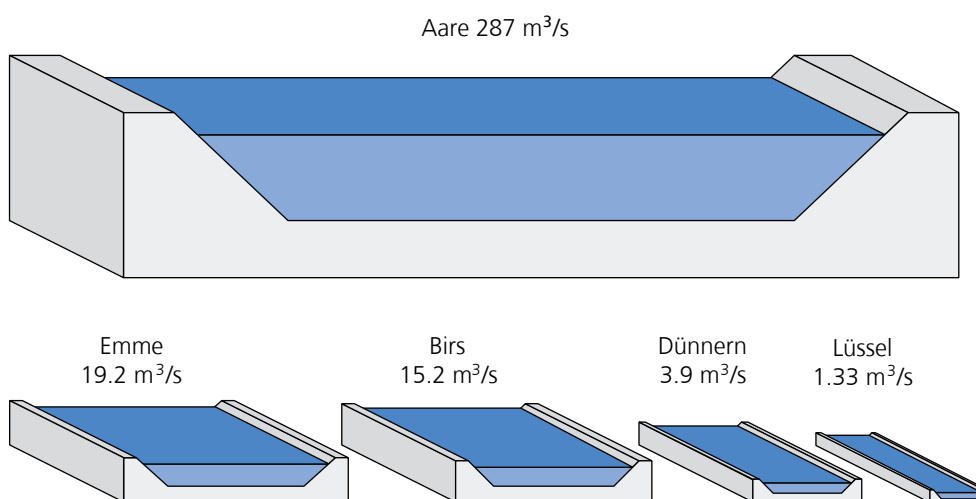


**Einzugsgebiete und Abflussmessstellen.** Der Kanton Solothurn besteht aus zwei grossen Einzugsgebieten, das der Aare und jenes der Birs. Die Wassermenge in den wichtigsten Fließgewässern wird an insgesamt 17 Messstellen gemessen.

## Die Aare ist das wichtigste Fließgewässer im Kanton

Im Kanton Solothurn gibt es insgesamt 1'100 Kilometer öffentliche Gewässer. Südlich der Jurakette fließen sie der Aare und nördlich davon der Birs, der Ergolz und der Sissle zu. Das gesamte Einzugsgebiet der Aare oberhalb von Aarau (Schönenwerd) beträgt 10'965 km<sup>2</sup>. Davon liegen nur 5% oder 582 km<sup>2</sup> im Kanton Solothurn. Im Vergleich mit den anderen grösseren Fließgewässern bedeckt das Einzugsgebiet der Aare rund drei Viertel des Kantonsgebietes, 22% machen die Birs, 2% die Ergolz und 1% die Sissle aus.

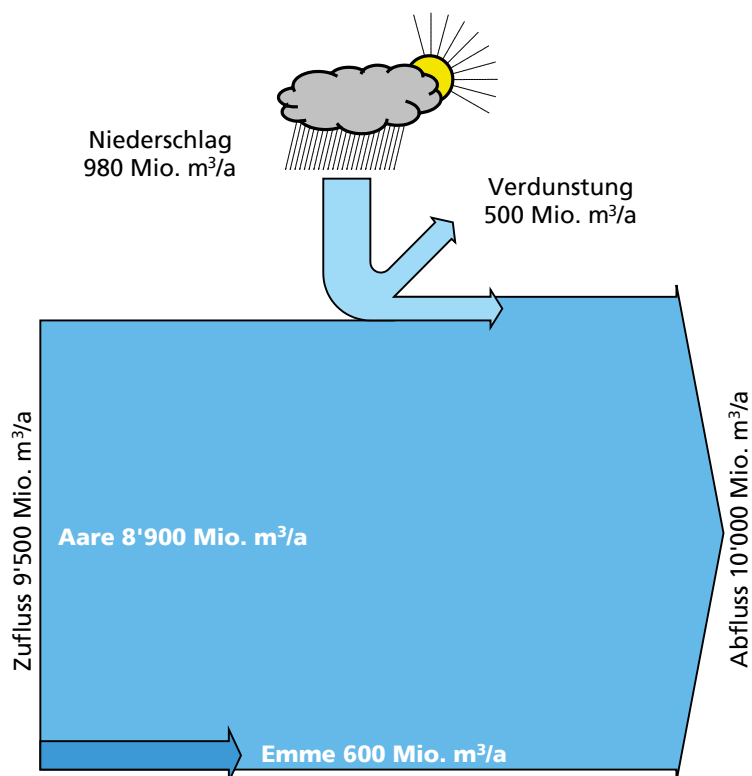
Auch was die Abflüsse betrifft, dominiert die Aare mit einem jährlichen Durchschnitt von 287 m<sup>3</sup>/s bei Murgenthal. Die abfließende Wassermenge der anderen Hauptfließgewässer ist im Vergleich dazu bescheiden: 19.2 m<sup>3</sup>/s die Emme bei Wiler (Limpachmündung), 3.9 m<sup>3</sup>/s die Dünnern bei Olten und 15.2 m<sup>3</sup>/s die Birs bei Münschenstein. Die Lüssel ist mit 1.33 m<sup>3</sup>/s durchschnittlichem Abfluss ein Kleingewässer.



**Größenverhältnisse der wichtigsten Fließgewässer im Kanton Solothurn.** Die Größe der Darstellung der einzelnen Fließgewässer entspricht ihrem mittleren Abfluss.

Die Wasserbilanz des Kantons Solothurn zeigt, dass jährlich ca. 9'500 Mio. Kubikmeter Wasser durch das Kantonsgebiet fließen. Diese Wassermenge entspricht einem Würfel mit einer Seitenlänge von rund 2'100 Metern.

Die Niederschlagsmenge beträgt 980 Mio. Kubikmeter pro Jahr. Das sind rund 10% der Gesamtwassermenge. Gut die Hälfte dieses Niederschlagswassers verdunstet wieder, der Rest fließt als Oberflächenabfluss in die Flüsse oder versickert ins Grundwasser.



**Wasserbilanz des Kantons Solothurn.** Mengenmässig dominiert die Aare, gefolgt vom Niederschlag und der Emme. Der Kanton ist bezüglich dem Wasserfluss «fremdbestimmt». Nur rund 5% des an der Kantongrenze zum Aargau in der Aare abfliessenden Wassers stammt aus dem Kanton Solothurn selbst.

### Kontinuierliche Messungen der Pegel und der Abflüsse finden an den wichtigsten Gewässern des Kantons statt

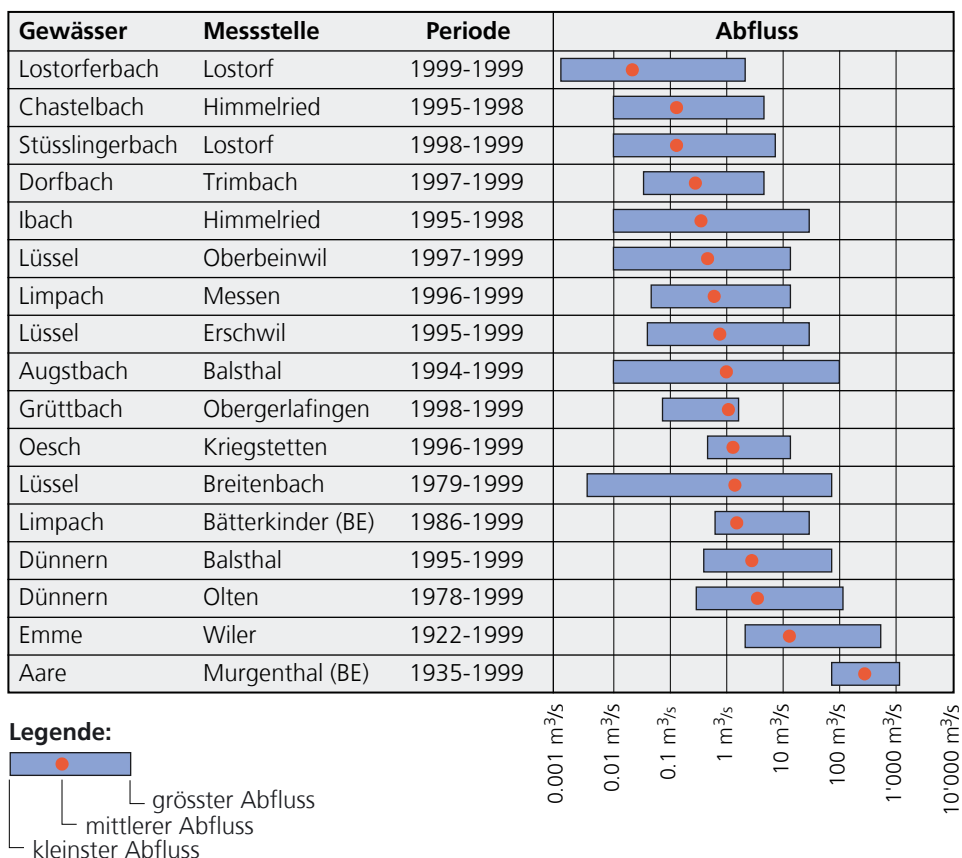
Das hydrologische Messnetz umfasst total 17 Abflussmessstationen. Davon sind 12 kantonale Messstellen, 2 Stationen werden vom Kanton Bern und 3 vom Bundesamt für Wasser und Geologie betrieben. Die an diesen Stellen gemessenen Pegel- und Abflusswerte werden jährlich in den «Umweltdaten» (früher im Hydrographischen Jahrbuch) des Kantons Solothurn publiziert. Die Daten der Messstellen des Bundes an den Gewässern Aare, Emme und Dünern werden im Hydrographischen Jahrbuch der Schweiz veröffentlicht.

Im Jahr 2001 standen für die kantonalen Messstellen 3- bis 8-jährige Abflussmessreihen zur Verfügung, mit Ausnahme der Lüssel, an der bereits seit 23 Jahren gemessen wird. Der Kanton Bern misst am Limpach seit 16 Jahren und der Bund an der Aare (Murgenthal) seit 67, an der Emme (Wiler) seit 80 und an der Dünern (Olten) seit 24 Jahren.



## Kleine und grosse Gewässer besitzen ein unterschiedliches Abflussregime

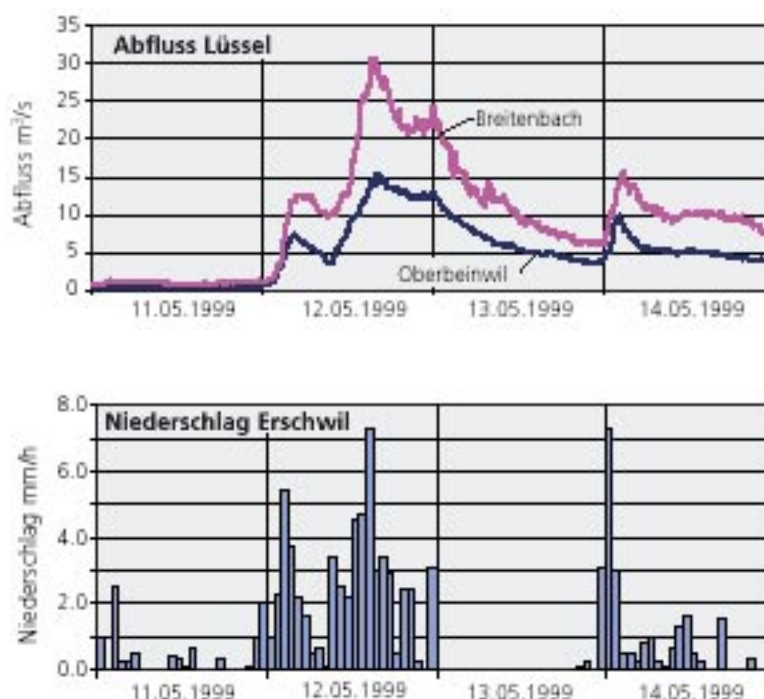
Das Grössenspektrum der Gewässer im Kanton reicht von kleinen Bächen mit einem Abfluss von wenigen Litern pro Sekunde bis hin zur Aare mit durchschnittlich rund 290'000 Litern pro Sekunde. Die Unterschiede zwischen dem kleinsten und dem grössten gemessenen Abfluss bei einem Fließgewässer sind in der Regel gross. Bei kleineren Gewässern, zum Beispiel beim Augstbach oder Ibach, ist ein Faktor von 10'000 nicht ungewöhnlich. Bei der Aare als grösstem Gewässer des Kantons ist der Unterschied dagegen deutlich kleiner, dies insbesondere auch, weil seit der Jura-Gewässerkorrektur der Bielersee, der Neuenburgersee und der Murtensee als Rückhalteraum zur Verfügung stehen. Der grösste Abfluss der Aare ist deshalb lediglich rund zehnmal grösser als ihr kleinster.



**Abflussverhältnisse in den wichtigsten Gewässern des Kantons Solothurn.** Die Unterschiede im Abflussverhalten der verschiedenen Fließgewässer ergeben sich durch die unterschiedliche Grösse, Niederschlagsituation, Wasserspeichermöglichkeit und Topografie in ihrem Einzugsgebiet und sind zudem davon abhängig, ob das Fließgewässer in irgendeiner Form reguliert wird wie beispielsweise die Aare und der Grüttbach.

## Fließgewässer reagieren oft schnell und zum Teil massiv auf Niederschläge

Entlang der Lüssel gibt es mehrere Abflussmessstationen und bei Erschwil eine Niederschlagsmessstelle. Auch wenn die extremen Niederschlagsmengen am 12. Mai 1999 besonders in der Nordostschweiz zu Überschwemmungen mit erheblichen Schäden geführt haben, blieb der maximale Abfluss an der Lüssel in Erschwil mit  $22.7 \text{ m}^3/\text{s}$  noch wesentlich unter dem höchsten je gemessenen Abfluss von  $35.1 \text{ m}^3/\text{s}$  im Juli 1996. Da 1996 die Niederschlagsmessstelle noch nicht in Betrieb war, werden die Niederschlags- und die Abflussganglinien des Ereignisses vom Mai 1999 dargestellt.



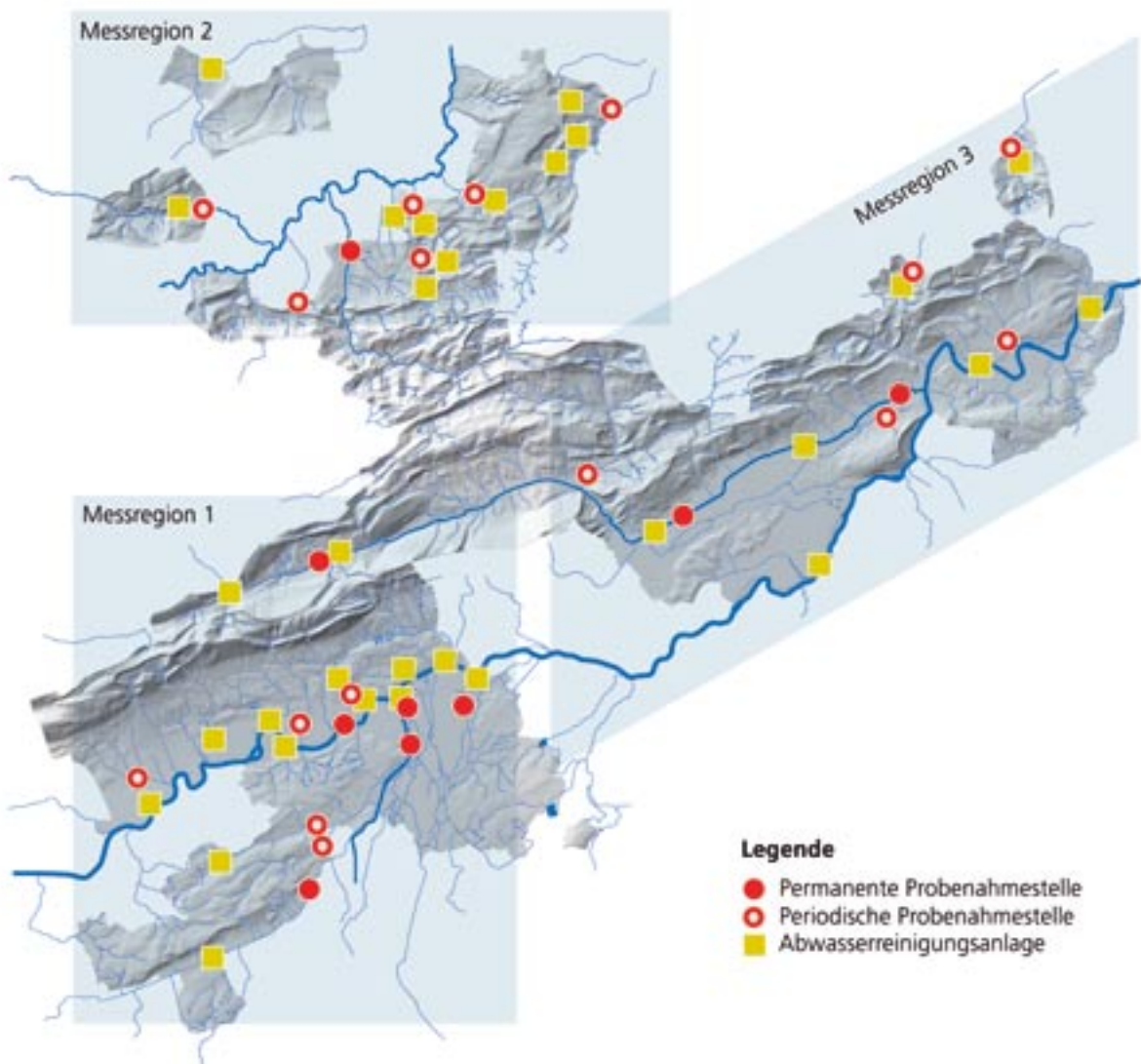
**Abfluss- und Niederschlagsverhältnisse an der Lüssel um den 12. Mai 1999.** Die Ganglinie des Abflusses der dargestellten Messstellen (obere Grafik) zeigen, wie der Bach unmittelbar nach Einsetzen der Starkniederschläge (untere Grafik) «anspringt» und auch bei deren Nachlassen nach ein paar Stunden mit einem Rückgang der Wassermenge reagiert. Die beiden Abflussmessstellen in Oberbeinwil und Breitenbach dokumentieren deutlich die Zunahme der Abflussmenge flussabwärts.

Das Beispiel vom Mai 1999 zeigt, dass die Lüssel unmittelbar auf den Niederschlag reagiert. Bereits seit Anfang Mai war es regnerisch. Vom 11. bis 14. Mai fielen dann aussergewöhnlich hohe Niederschläge. Der bereits gesättigte Boden und die gefüllten Rückhalteräume konnten die zusätzliche Regenmenge nicht speichern, so dass die Lüssel den grössten Teil des anfallenden Wassers aufnehmen musste. Ihre Abflussmenge nahm innert kurzer Zeit stark zu.



## 4 CHEMISCHER ZUSTAND DER FLIESSGEWÄSSER UND KLEINSEEN

*Einzig 3 der 23 im Kanton Solothurn überwachten Fließgewässer sind chemisch unbelastet oder lediglich schwach belastet. Die übrigen Gewässer erfüllen die Zielvorgaben der Eidg. Gewässerschutzgesetzgebung nicht. Hauptgründe für diese ernüchternde Bilanz sind der Eintrag von Nährstoffen und Herbiziden aus der Landwirtschaft, die ungenügende Reinigung der Abwasser in den Abwasserreinigungsanlagen oder die im Verhältnis zur Wasserführung der Bäche zu grosse Abwassermenge. Der Burgäschisee und der Inkwilersee sind beide stark überdüngt.*

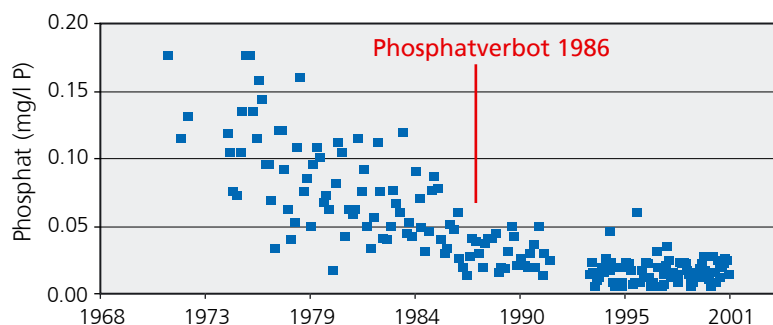


**Messstellennetz für die Wasserqualität im Kanton Solothurn.** Seit 1994 werden die Hauptgewässer an 9 Messstellen und die Nebengewässer in 3 Regionen abwechslungsweise für jeweils 2 Jahre an total 16 Messstellen monatlich beprobt.

## Vom Schutz der Gewässer gegen Verunreinigungen zum modernen Gewässerschutz

Der Bund hat bereits 1888 durch ein *Fischereigesetz* untersagt, «*in Fischereigewässern*» – aber eben nur in solchen – «*Fabrikabgänge und andere Stoffe solcher Beschaffenheit und Menge einzubringen, um zu vermeiden, dass Fisch- und Krebsbestand gefährdet werden*».

Das erste Bundesgesetz zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigungen (Gewässerschutzgesetz) trat 1957 in Kraft. Rückblickend kann festgehalten werden, dass das *erste Gewässerschutzgesetz* in vielen Teilen wegleitend war, viel ermöglicht hätte, aber wenig bewirkte. Darum wurde 1971 ein revidiertes Bundesgesetz zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigungen notwendig. Hauptanliegen dieses *zweiten Gewässerschutzgesetzes* war die Behandlung aller häuslichen und gewerblich/industriellen Abwässer in Abwasserreinigungsanlagen (ARA). Dieses Ziel wurde Anfang der 90er-Jahre weitgehend erreicht. Gleichzeitig hat man erkannt, dass neben «End-of-Pipe-Lösungen» vor allem Massnahmen «an der Quelle» wichtig sind. Dies hat die Wirkung des Phosphatverbotes 1986 bewiesen. Trotzdem konnte das zweite Gewässerschutzgesetz den Anforderungen der heutigen Zeit nicht mehr genügen.



**Rückgang der Phosphatbelastung in der Aare zwischen 1968 und 2001.** Durch das Phosphatverbot von 1986 und die Phosphatelimination in den Abwasserreinigungsanlagen (ARA) ist die Phosphatbelastung in der Aare weiter zurückgegangen. Das gilt auch für andere grosse Fließgewässer in der Schweiz.

Seit dem ersten Fischereigesetz von 1888 hat sich die schweizerische Bevölkerung mehr als verdoppelt und die überbaute Fläche versiebenfacht. Die Gewässer sind nicht nur durch Abwasser zunehmend unter Druck geraten, sondern auch durch Wasserentnahmen, Stauhaltungen, Eindolungen, Verbauungen und Begradigungen.

Das neue Gewässerschutzgesetz (GSchG) vom 24. Januar 1991 hat darum den umfassenden Schutz der Gewässer zum Ziel. Es geht nicht mehr nur darum, Verunreinigungen von den unter- und oberirdischen Gewässern fernzuhalten, sondern diese in ihren Funktionen als Ganzes zu schützen. Dieser Schutz umfasst auch die mit den Gewässern verbundenen Nutzungen durch den Menschen. Die Gewässerschutzverordnung (GSchV) legt neben anderen

auch ökologische Ziele und Anforderungen an die Wasserqualität von oberirdischen Gewässern fest. Für die massgebenden Parameter (Messgrössen) werden Konzentrationen festgelegt, die nicht überschritten werden sollten, die sogenannten numerischen Anforderungen, im Folgenden der Einfachheit halber Zielvorgaben genannt.

Parameter	Anforderung der GSchV
Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB <sub>5</sub> )	2 bis 4 mg/l O <sub>2</sub> 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 <sub>4</sub> und NH <sub>3</sub> )	Bei Temperaturen - über 10 °C: 0.2 mg/l N - unter 10 °C: 0.4 mg/l N
Nitrat (NO <sub>3</sub> )	Für Fliessgewässer, die der Trinkwassernutzung dienen: 5.6 mg/l N (entspricht 25 mg/l Nitrat)
Blei (Pb)	0.01 mg/l Pb (gesamt) <sup>1</sup> 0.001 mg/l Pb (gelöst)
Cadmium (Cd)	0.2 µg/l Cd (gesamt) <sup>1</sup> 0.05 µg/l Cd (gelöst)
Chrom (Cr)	0.005 mg/l Cr (gesamt) <sup>1</sup> 0.002 mg/l Cr (gelöst)
Kupfer (Cu)	0.005 mg/l Cu (gesamt) <sup>1</sup> 0.002 mg/l Cu (gelöst)
Nickel (Ni)	0.01 mg/l Ni (gesamt) <sup>1</sup> 0.005 mg/l Ni (gelöst)
Quecksilber (Hg)	0.01 µg/l Hg (gesamt) <sup>1</sup> 0.001 µg/l Hg (gelöst)
Zink (Zn)	0.02 mg/l Zn (gesamt) <sup>1</sup> 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 <sub>2</sub> betragen. Besondere natürliche Verhältnisse bleiben vorbehalten
<sup>1</sup> 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.	

**Zielvorgaben für 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 Mooregebieten oder seltene Hochwasserspitzen und Niederwasserereignisse bleiben vorbehalten.

Erläuternd zu den gesetzlichen Vorgaben publiziert das Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) Vollzugshilfen für die Praxis. Für die chemische Untersuchung und Beurteilung der Ergebnisse ist zur Zeit eine Richtlinie in Bearbeitung (Modul Chemie: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer in der Schweiz, Chemisch-physikalische Erhebungen, Stufen F & S, BUWAL 2002). Darin werden ergänzende Parameter zur Gewässerschutzverordnung eingeführt und für diese ebenfalls Zielvorgaben festgelegt.

Parameter	Ergänzende Zielvorgaben des BUWAL
Ortho-Phosphat ( $PO_4$ )	0.04 mg/l
Gesamt-Phosphor ( $P_{tot}$ )	0.05 mg/l (filtriert), 0.07 mg/l (unfiltriert)
Nitrit ( $NO_2$ )	0.05 mg/l
Totaler organischer Kohlenstoff (TOC)	3.0 bis 5.0 mg/l Bei natürlicherweise wenig belasteten Gewässern gilt der kleinere Wert

**Ergänzende Zielvorgaben an die Wasserqualität für Fliessgewässer.** Die Zielvorgaben gemäss der Richtlinie des BUWAL (Modul Chemie) konkretisieren jene Anforderungen, die in der GSchV 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.

Die Zielvorgaben für die Wasserqualität eines Gewässers gelten im vorliegenden Bericht dann als eingehalten, wenn die 80-Perzentile der Messungen die numerischen Zielvorgaben nicht überschreiten und gleichzeitig die Maxima der Messungen unter dem 2-fachen Wert der numerischen Zielvorgaben liegt.

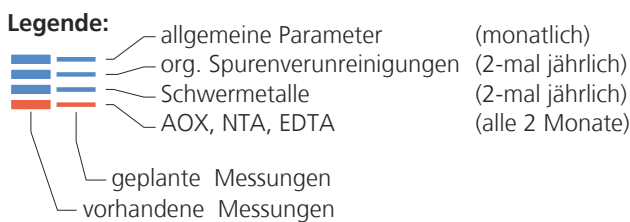
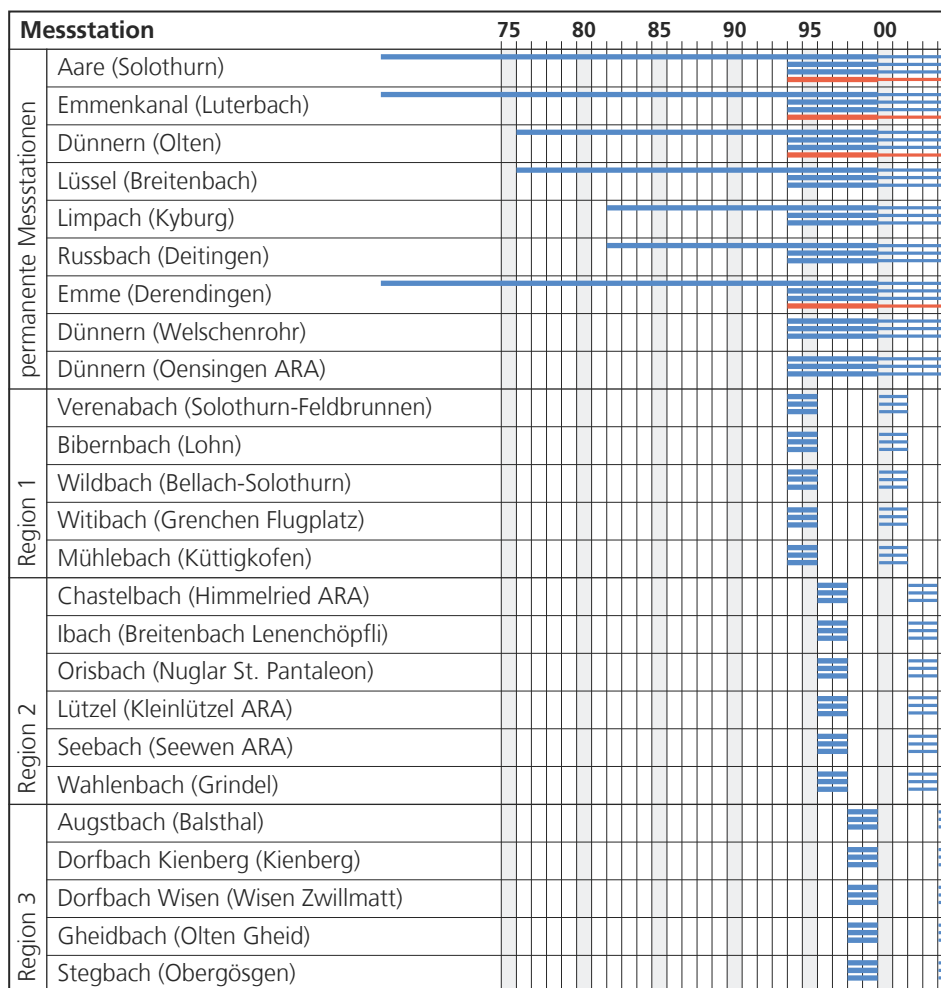
Der chemische Zustand der Fliessgewässer und Kleinseen dokumentiert die Güte des Wassers als Lebensraum für Pflanzen und Tiere. Da Oberflächenwasser ins Grundwasser infiltriert und dieses anreichert oder direkt als Rohwasser für die Trinkwasseraufbereitung dient, gibt die Wasserqualität auch Hinweise auf eine mögliche Gefährdung unseres Trinkwassers.

Stellt die Behörde fest, dass ein Gewässer die Anforderungen an die Wasserqualität nicht erfüllt oder dass die besondere Nutzung des Gewässers nicht gewährleistet ist, so

- ermittelt und bewertet sie die Art und das Ausmass der Verunreinigung
- ermittelt sie die Ursachen der Verunreinigung
- beurteilt sie die Wirksamkeit der möglichen Massnahmen
- sorgt sie dafür, dass gestützt auf die entsprechenden Vorschriften die erforderlichen Massnahmen getroffen werden.

### Seit 1994 besteht ein erweitertes Messnetz zur Überwachung des chemischen Zustandes der Fließgewässer im Kanton Solothurn

Es ist Aufgabe der Gewässerschutzfachstelle, die wichtigsten Gewässer im Kanton laufend zu überwachen. Das heisst zu überprüfen, ob die gesetzlichen Anforderungen erfüllt sind. Es gilt, die Entwicklung der Wasserqualität der Fließgewässer aufzuzeigen und bei Bedarf die erforderlichen Massnahmen anzuordnen.



**Messkonzept für die Wasserqualität.** Seit 1994 werden 23 Fließgewässer des Kantons regelmässig an 25 Messstellen beprobt. Seit Anfang 2000 ist der erste Umgang in den drei Regionen abgeschlossen und die Auswertungen liegen für einen ersten kantonsweiten Überblick über den chemischen Zustand der Solothurner Gewässer vor.

In den grösseren Gewässern wird die Wasserqualität bereits seit den 70er-Jahren regelmässig bestimmt.

Mit dem 1994 eingeführten Messstellennetz kann der chemische Zustand der 15 Fliessgewässer überwacht werden, in die gereinigtes Abwasser von Abwasserreinigungsanlagen eingeleitet wird. Zudem werden zu Vergleichszwecken regional verteilt 8 weitere Fliessgewässer regelmässig untersucht, in deren Einzugsgebiet sich keine ARA befindet. Ein Teil dieser Bäche fliesst in vorwiegend landwirtschaftlichen, der andere Teil in mehrheitlich bewaldeten oder durch Grünland genutzten Einzugsgebieten. Mit dieser Messstellenanordnung kann generell der Einfluss der Flächennutzung auf die Wasserqualität bestimmt werden.

Bei Bedarf werden an bestimmten Gewässern oder Gewässerabschnitten Spezialuntersuchungen vorgenommen. Beispielsweise im Zusammenhang mit einer Umweltverträglichkeitsprüfung bei der Sanierung oder dem Ausbau eines Wasserkraftwerkes, um die Einleitbedingungen für eine Abwasserreinigungsanlage festzulegen, die ausgebaut werden soll oder um abzuklären, woher festgestellte Beeinträchtigungen der Wasserqualität stammen. Während der vorliegenden Berichtsperiode 1994 bis 2000 sind solche Spezialuntersuchungen an der Dünnern, am Verenabach, an der Aare und am Inkwilensee durchgeführt worden. Die Ergebnisse dieser Abklärungen sind in separaten Berichten publiziert worden. Auf diese Spezialuntersuchungen wird deshalb hier nicht weiter eingegangen.

## **Der aktuelle chemische Zustand der Solothurner Fliessgewässer**

Im Folgenden werden diejenigen Parameter betrachtet, die den chemischen Zustand der Solothurner Gewässer charakterisieren. Die Liste wird unterteilt in

- allgemeine Parameter Wassertemperatur, Sauerstoffgehalt, Abwasser-Summenparameter und Nährstoffe
- Schwermetalle und
- organische Spurenverunreinigungen.

### **Allgemeine Parameter**

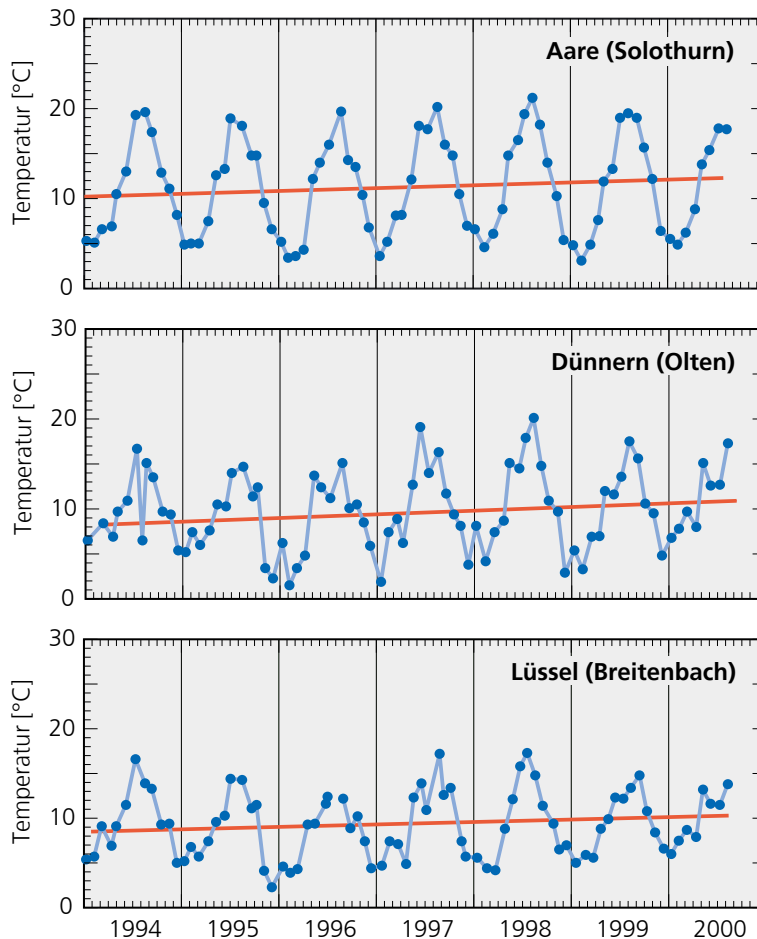
Die hier erläuterten allgemeinen Parameter umfassen die Wassertemperatur, den Sauerstoffgehalt, die Stickstoffverbindungen Ammonium, Nitrit und Nitrat, Phosphat sowie die Summenparameter für organische Belastungen BSB<sub>5</sub> und DOC.

## Wassertemperatur und Sauerstoffgehalt

### Wassertemperatur

Die Temperatur eines Gewässers ist jahreszeitabhängig. Sie beeinflusst die Stoffwechsellvorgänge der im Wasser lebenden Organismen und Pflanzen. Die Löslichkeit von Sauerstoff im Wasser ist temperaturabhängig. Sie nimmt mit steigender Wassertemperatur ab.

Auffallend in allen Gewässern ist eine generelle Zunahme der Wassertemperatur zwischen 1994 und 2000 um etwa 2 °C. Diese Erwärmung dürfte grösstenteils auf die erhöhten Lufttemperaturen in den letzten Jahren zurückzuführen sein (vgl. Kapitel 1).



**Die Fließgewässer wurden in den letzten 6 Jahren tendenziell wärmer.** So hat zum Beispiel die Wassertemperatur der Dünneren um rund 2 °C zugenommen (obere Grafik). Bei etwa gleichbleibendem Sauerstoffgehalt (mittlere Grafik) nimmt daher die Sauerstoffsättigung zu (untere Grafik) – weil die Löslichkeit des Sauerstoffs mit zunehmender Temperatur abnimmt.

**Sauerstoffgehalt und Sauerstoffsättigung**

Im Wasser gelöster Sauerstoff ist lebensnotwendig für alle Organismen, die für ihren Stoffwechsel Sauerstoff benötigen (aerobe Organismen). Zur Aufrechterhaltung ihres Stoffwechsels veratmen sie den im Wasser gelösten Sauerstoff. Bei starker organischer Belastung eines Gewässers kann der Sauerstoff als Folge aerober Abbauleistungen von Mikroorganismen und chemischer Oxidation völlig aufgezehrt werden. Mit zunehmender Wassertemperatur nimmt die Aufnahmefähigkeit des Wassers für Sauerstoff ab.

In Fließgewässern sollte der Sauerstoffgehalt nicht längere Zeit unter 6 mg/l sinken. Für stehende Gewässer gibt die Gewässerschutzverordnung eine Zielvorgabe von mindestens 4 mg/l vor.

In allen Gewässern ausser dem Limpach liegt die Sauerstoffsättigung um die zu erwartenden 100 %. Dieser Bach weist mit einem Jahresmittel von knapp 80 % die geringste Sauerstoffsättigung auf. Der Sauerstoffgehalt entspricht jedoch immer noch den gesetzlichen Anforderungen. Grund für diese tieferen Werte im Limpach ist eine erhöhte Sauerstoffzehrung, die wegen eines Überangebots an oxidierbaren Stoffen entsteht. Diese Stoffe sind teilweise natürlichen Ursprungs (Böden mit hohen organischen Anteilen), stammen teilweise aber auch von Abwassereinleitungen.

**Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB<sub>5</sub>), gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), Ammonium, Nitrit, Nitrat, Gesamtphosphor und Phosphat****Biochemischer Sauerstoffbedarf BSB<sub>5</sub>**

Der BSB<sub>5</sub> ist ein Indikator für die Belastung eines Gewässers mit biologisch leicht abbaubaren organischen Substanzen. Der biochemische Sauerstoffbedarf BSB<sub>5</sub> ist diejenige Menge Sauerstoff, welche Bakterien unter Standardbedingungen während 5 Tagen zum Abbau der im Wasser vorhandenen organischen Stoffe verbrauchen.

Mit fortschreitender Abwasserreinigung sind die Konzentrationen solcher Verunreinigungen in Flüssen und Seen erheblich zurückgegangen.

Die Zielvorgaben der GSchV liegen für den BSB<sub>5</sub> zwischen 2 bis 4 mg/l O<sub>2</sub>. Der tiefere Wert gilt für Gewässer, die natürlicherweise unbelastet sind. Für die solothurnischen Fließgewässer wurde generell eine Zielvorgabe von 3 mg/l O<sub>2</sub> festgelegt.

**Gelöster organischer Kohlenstoff DOC**

Der DOC (Dissolved Organic Carbon) erfasst als Summenparameter die Belastung eines Gewässers mit sowohl leicht als auch weniger gut abbaubaren gelösten organischen Stoffen. Die organischen Stoffe in einem Gewässer sind zum Teil natürlicher Herkunft (Bodenabschwemmungen, Stoffwechsel- und Abbauprodukte von Lebewesen) oder sie stammen von gereinigten Abwässern aus Abwasserreinigungsanlagen.

Die Zielvorgaben der Gewässerschutzverordnung liegen für DOC zwischen 1 bis 4 mg/l C. Der untere Wert gilt für Gewässer, die natürlicherweise unbelastet sind. Für die solothurnischen Fließgewässer wurde generell eine Zielvorgabe von 2 mg/l C festgelegt.



**Ammonium NH<sub>4</sub>**

Kommunale Abwässer und landwirtschaftliche Dünger, namentlich Gülle und Kunstdünger, enthalten Ammonium-Stickstoff. Bei hohen pH-Werten und erhöhten Temperaturen in Gewässern kann sich das Ammonium zum fischtoxischen Ammoniak umwandeln.

Die Zielvorgaben der Gewässerschutzverordnung für Ammonium sind temperaturabhängig: 0.2 mg/l N bei unter 10 °C und 0.4 mg/l N bei über 10 °C Wassertemperatur.

**Nitrit NO<sub>2</sub>**

Nitrit kommt in natürlichen oder naturnahen Gewässern nur in Spuren vor. Höhere Nitrit-Konzentrationen können zum Beispiel unterhalb der Einleitungen von Abwasserreinigungsanlagen gemessen werden, wenn Ammonium noch nicht vollständig über Nitrit zu Nitrat umgewandelt wurde.

Nach heutigen Kenntnissen über die Toxizität von Nitrit für Edelfische wie die Bachforelle wurden in Abhängigkeit der Chlorid-Konzentrationen Zielvorgaben zwischen 0.02 und 0.10 mg/l N festgelegt.

**Nitrat NO<sub>3</sub>**

Nitrat ist bei guten Sauerstoffverhältnissen in Fliessgewässern die mengenmässig am meisten vorhandene Stickstoffverbindung. Hohe Nitrat-Konzentrationen in Gewässern gelten als Indikator für die Einleitung von gereinigten Abwässern sowie für Abschwemmungen und Auswaschung von überdüngten Böden.

Für Fliessgewässer, die der Trinkwassernutzung dienen, liegt die numerische Zielvorgabe der Gewässerschutzverordnung bei 5.6 mg/l N.

**Gesamtphosphor P<sub>tot</sub>**

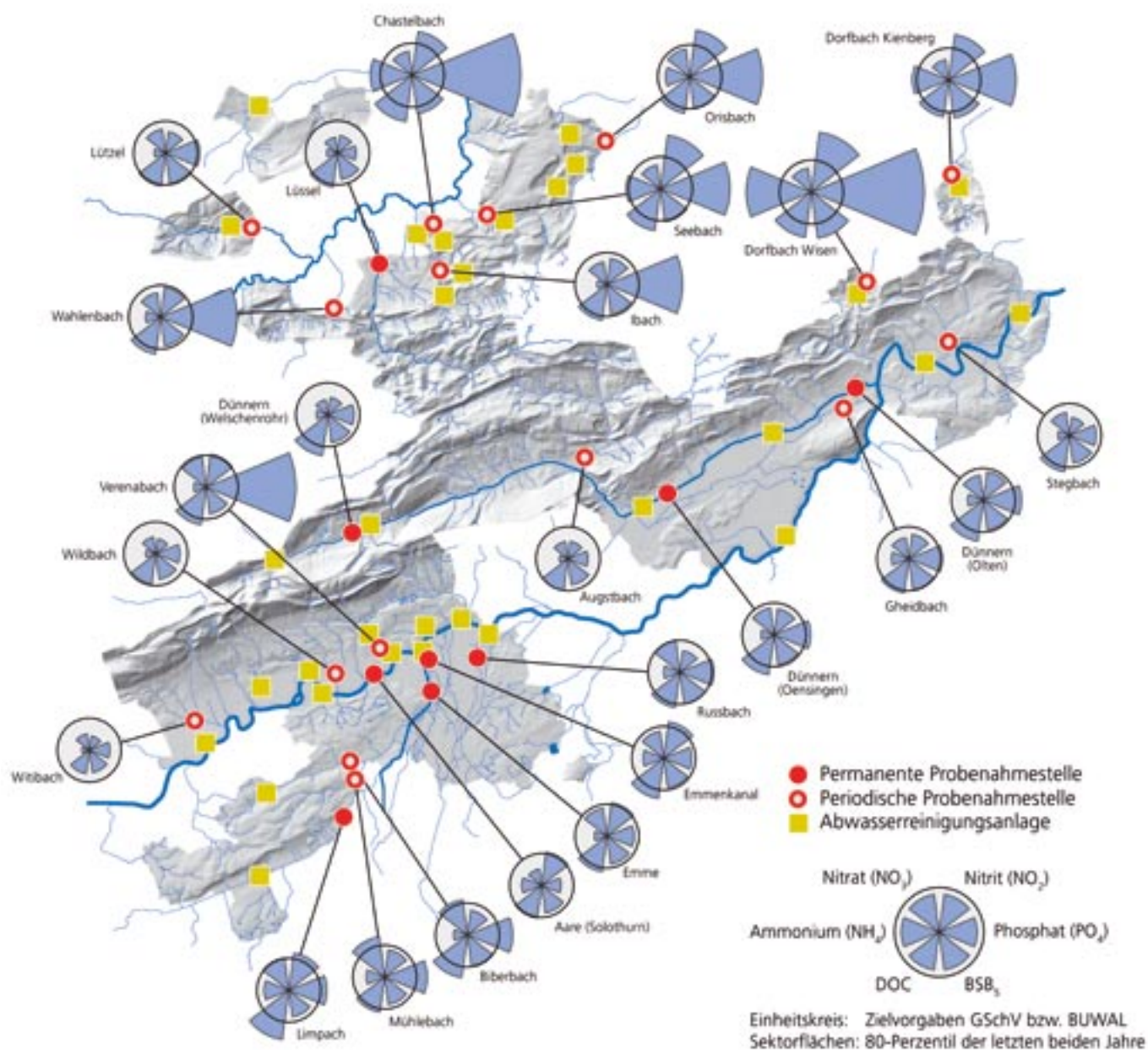
Phosphor ist essentieller Nährstoff für Wasserorganismen. Phosphor gelangt diffus aus der Landwirtschaft und punktuell über Regenüberläufe in die Gewässer. Da er natürlicherweise nur in geringen Mengen in Gewässersysteme gelangt, ist die Zufuhr aus anthropogenen Quellen bestimmend für das Ausmass des aquatischen Pflanzenwachstums.

Die Zielvorgabe des BUWAL (Modul Chemie) für Phosphor beträgt 0.05 mg/l filtriert und 0.07 mg/l unfiltriert.

**Phosphat PO<sub>4</sub>**

Phosphat (Ortho-Phosphat) ist der biologisch leicht verfügbare Anteil des Gesamtphosphors. Es ist derjenige Nährstoff, welcher normalerweise das Algen- und Wasserpflanzenwachstum in Gewässern bestimmt. Eine Überdüngung durch Phosphor führt in stehenden Gewässern zu einem unerwünschten Wachstum von Planktonalgen und zu Massentfaltungen von Wasserpflanzen. Phosphor wird durch kommunale und industrielle Abwässer, durch Abschwemmungen aus intensiv gedüngten landwirtschaftlichen Flächen und durch die Erosion der Böden in die Gewässer eingetragen. Er ist ein Indikator für die zivilisatorische Belastung von Seen und Flüssen.

Die Zielvorgabe des BUWAL (Modul Chemie) für Phosphat beträgt 0.04 mg/l P.



**Belastung der Fließgewässer mit  $\text{BSB}_5$ , DOC, Ammonium, Nitrit, Nitrat und Phosphat.**  
 Auswertung der jüngsten beiden verfügbaren Messjahre. Die gesetzlich festgelegten Zielvorgaben werden in den Fließgewässern des Kantons Solothurn vielerorts überschritten. (Wie die Sektordiagramme zu lesen sind, ist im Glossar am Ende des Berichtes erklärt).

### **Die meisten Fliessgewässer des Kantons erfüllen die Zielvorgaben der Eidg. Gewässerschutzgesetzgebung in wichtigen Bereichen nicht**

Die Belastung der Solothurner Gewässer mit organisch abbaubaren Stoffen – charakterisiert durch die Summenparameter  $BSB_5$  und DOC – und den Nährstoffen Stickstoff (Ammonium, Nitrit und Nitrat) und Phosphor (Ortho-Phosphat) kann in der betrachteten Zeitperiode 1994 - 2000 folgendermassen beschrieben werden:

Einzig der Wildbach, der vom Jura her über Bellach in Solothurn in die Aare fliesst, kann von den untersuchten 23 Fliessgewässern als unbelastet bezeichnet werden. Zwei weitere Bäche, der Witibach und der Augstbach, sind schwach belastet, erfüllen aber die bestehenden Zielvorgaben bezüglich der Wasserqualität noch. Alle anderen Fliessgewässer sind deutlich oder sogar stark belastet. Die gefundenen Konzentrationen eines oder mehrerer der oben erwähnten Stoffe liegen über den Zielvorgaben. In diese Kategorie gehören die zwei Flüsse des Kantons – die Aare und die Emme –, der Emmenkanal, alle grösseren Bäche wie die Dünnern, der Limpach, der Russbach, die Lüssel und die Lützel sowie zahlreiche kleinere Bäche.

Es fällt auf, dass nach wie vor viele Fliessgewässer zu stark mit gelösten, sauerstoffzehrenden organischen Stoffen belastet sind. Bei der im Kanton Solothurn angestrebten Zielvorgabe von 2 mg/l C für DOC liegen bei 21 Messstellen Überschreitungen vor. Nur bei 3 Messstellen (Lüssel, Dünnern in Welschenrohr, Stegbach) überschreitet als einziger Parameter der DOC den Zielwert von 2 mg/l C. Bei allen übrigen Messstellen ist nicht nur der DOC für die übermässige Belastung des Gewässers durch Schadstoffe verantwortlich.

Beim Phosphat weisen 16 Messstellen zu hohe Werte auf. Bei den Stickstoff-Parametern liegen die meisten Überschreitungen beim Nitrit, gefolgt vom Ammonium. Die Nitrat-Zielvorgabe wird dagegen lediglich bei 2 Messstellen nicht eingehalten.

Dass bei der Grosszahl der Messstellen die Anforderungen an die chemische Wasserqualität nicht erfüllt sind, hängt natürlich auch damit zusammen, dass diese in der Regel dort installiert sind, wo die grössten Belastungen erwartet werden, nämlich unterhalb der Einleitungen von Abwasserreinigungsanlagen. So betrachtet ist das gezeichnete Bild der Wasserqualität der 1'100 km Solothurner Fliessgewässer zu pessimistisch und die Selbstreinigungskapazität der Gewässer ist nicht ersichtlich. Andererseits muss darauf hingewiesen werden, dass mit dem vorhandenen Messstellennetz die bedeutendsten Fliessgewässer im Kanton überwacht werden. Es handelt sich um Flüsse und Bäche, die eine wichtige ökologische Funktion haben und unser Landschaftsbild prägen.

Werden nun bei einer differenzierteren Beurteilung der chemischen Qualität der Fließgewässer die charakteristischen Eigenheiten ihrer Einzugsgebiete mit berücksichtigt, und zwar ob

- eine oder mehrere *Abwasserreinigungsanlagen im Einzugsgebiet* vorliegen
- das Einzugsgebiet *landwirtschaftlich stark genutzt* wird (Ackerbaukulturen) oder
- das Einzugsgebiet mehrheitlich *bewaldet ist oder überwiegend Grünland* aufweist

so ergibt sich das folgende Bild:

### **Abwasserreinigungsanlagen im Einzugsgebiet**

Sämtliche 15 Fließgewässer, in deren Einzugsgebiet Abwasserreinigungsanlagen liegen, müssen als deutlich oder stark belastet eingestuft werden. Stark belastet sind insbesondere kleine Bäche wie der Chastelbach in Himmelried, der Ibach in Breitenbach, der Orisbach in Nuglar St- Pantaleon, der Seebach in Seewen und die Dorfbäche von Kienberg und Wisen. Gründe für die ungenügende Wasserqualität dieser Bäche sind einerseits die Abwasserreinigungsanlagen selbst, die nicht mehr dem Stand der Technik entsprechen, andererseits sind die Mischungsverhältnisse zwischen den eingeleiteten (gereinigten) Abwassermengen und den natürlichen Wasserführungen in diesen Bächen ungenügend. In Trockenzeiten kann das Mischungsverhältnis ohne weiteres 1:1 betragen; das heisst, die eingeleitete Abwassermenge ist so gross wie der natürliche Abfluss des Baches.

Aber auch die Flüsse Aare und Emme mit bedeutend grösserer Wasserführung sind deutlich belastet. Offensichtlich vermögen auch diese Flüsse die teilweise grossen Abwasserreinigungsanlagen in ihrem Einzugsgebiet nicht gänzlich zu verkraften.

### **Landwirtschaftlich stark genutztes Einzugsgebiet (Ackerbau)**

Unter diese Kategorie fallen fünf Bäche, je einer im Bezirk Thal, im Bucheggberg, in Grindel, im Gäu und im Aaretal zwischen Olten und Aarau. Auch hier muss festgehalten werden, dass alle diese Gewässer die Zielvorgaben nicht erfüllen. Drei Bäche sind deutlich, zwei Bäche stark durch Nährstoff- und Schadstoffeinträge aus der Landwirtschaft belastet.

### **Bewaldetes oder mit Grünland genutztes Einzugsgebiet**

Die drei Bäche, die in solchen Einzugsgebieten liegen, erfüllen alle Zielvorgaben. Unter ihnen der Wildbach als der einzige unbelastete Bach im Überwachungsprogramm.

**Zusammenfassend kann festgehalten werden:**

Fliessgewässer mit *Abwasserreinigungsanlagen in ihrem Einzugsgebiet* erfüllen bei den allgemeinen Parametern die Zielvorgaben (immer) noch nicht. Bei den Flüssen und grösseren Bächen werden diese zwar nur knapp verfehlt, aber eben immer noch überschritten. Probleme bereiten je nach Gewässer die organischen Belastungen (DOC), die Stickstoffparameter Nitrit und Ammonium, aber auch Phosphat. Bei den kleinen Bächen liegen mehrheitlich grosse Überschreitungen der Zielvorgaben vor. Die Problemstoffe sind hier vor allem das Phosphat, aber auch das Nitrit und das Ammonium.

Fliessgewässer in *landwirtschaftlich intensiv genutzten Einzugsgebieten*, wie sie meistens im Mittelland, aber teilweise auch nördlich des Juras vorkommen, erfüllen die Zielvorgaben ebenfalls nicht. Diese Gewässer weisen generell zu hohe Phosphat- und Stickstoffbelastungen auf.

Einzig Fliessgewässer ohne Abwasserreinigungsanlagen und ohne intensive landwirtschaftliche Nutzung in ihrem Einzugsgebiet erfüllen die verlangten Zielvorgaben.

**Schwermetalle****Blei (Pb), Cadmium (Cd), Chrom (Cr), Kupfer (Cu), Nickel (Ni), Zink (Zn)**

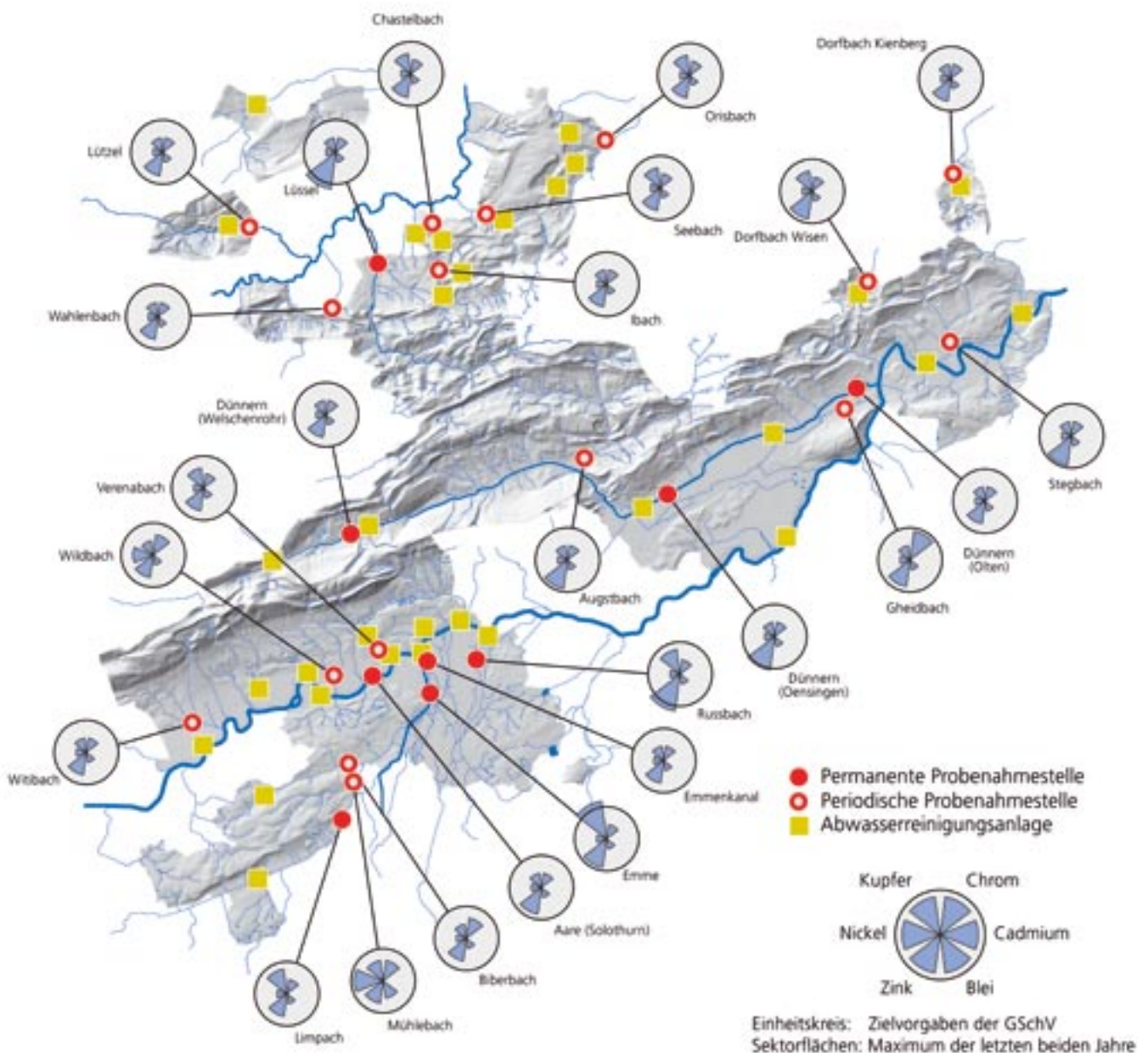
Schwermetalle kommen in den Gesteinen vor. Als natürliche Spurenelemente sind viele von ihnen für das Leben essentiell (Eisen, Kupfer, Zink, Chrom etc.). Ein Fehlen führt zu Mangelercheinungen. Schwermetalle, die durch den Menschen mit dem Abwasser aus Siedlungen und aus der Industrie und dem Gewerbe in die Gewässer gelangen, wirken ab bestimmten Konzentrationen toxisch, vor allem wenn es sich um organische Schwermetallverbindungen handelt.

Die Gewässerschutzverordnung legt für verschiedene Schwermetalle unterschiedliche Zielvorgaben fest.

Die Konzentrationen verschiedener im Gewässer gelöster Schwermetalle werden an den Messstellen zweimal jährlich untersucht.

Mit den relativ wenigen vorliegenden Daten kann noch keine abschliessende Beurteilung der Schwermetallbelastung der solothurnischen Fliessgewässer vorgenommen werden. Es darf jedoch festgehalten werden, dass die Zielvorgaben meist problemlos erfüllt sind. Einzig Zink und Kupfer und vereinzelt auch Chrom konnten in einzelnen Gewässern in messbaren Konzentrationen nachgewiesen werden. Obschon nur wenige Messwerte vorliegen, wurden doch an vier Fliessgewässern Überschreitungen der Zielvorgaben festgestellt: Bei der Emme lagen zeitweise zu hohe Kupfergehalte, bei der Lüssel, dem Russbach und der Dünnern zu hohe Zinkgehalte vor. Zink und auch Kupfer

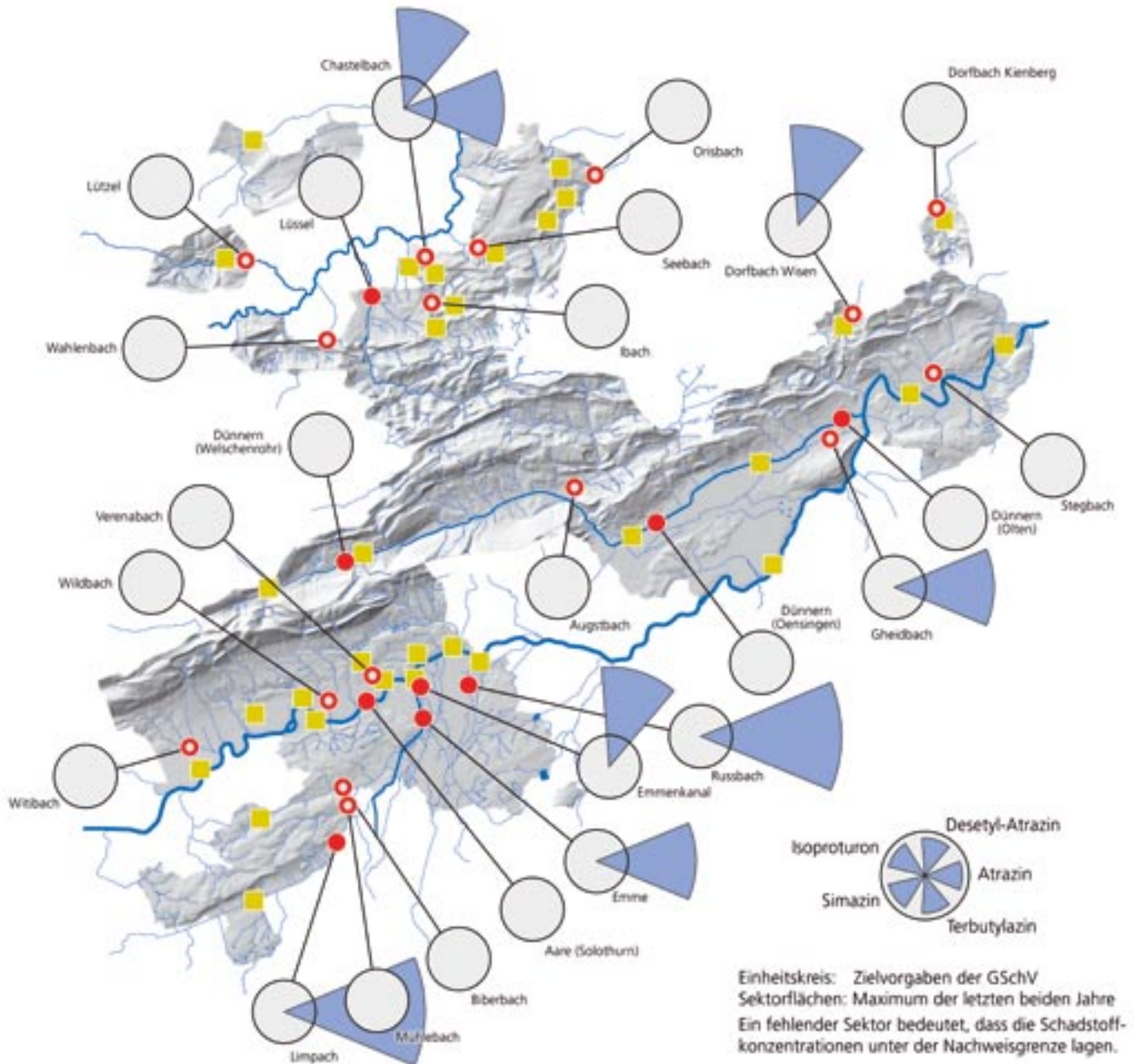
sind weit verbreitete Metalle, die zunehmend im Hausbau eingesetzt werden (Fassaden, Dächer). Es muss damit gerechnet werden, dass die Belastung der Fließgewässer mit diesen beiden Metallen in nächster Zukunft noch zunehmen wird.



**Schwermetalle in Fließgewässern.** Auswertung der jüngsten beiden verfügbaren Messjahre. Mit Ausnahme von Kupfer und Zink werden die Zielvorgaben überall eingehalten. Nur an 4 Messstellen (Emme, Russbach, Dünern, Lössel) sind Schwermetalle im Gewässer über den Zielwerten vorgekommen.

## Organische Spurenverunreinigungen

Die Herbizide Atrazin, Simazin, Terbutylazin, Isoproturon sowie das Abbauprodukt Desetyl-Atrazin sind organische Spurenstoffe, die an den Messstellen zweimal jährlich untersucht werden.



**Organische Spurenverunreinigungen (Herbizide) in Fließgewässern.** Auswertung der jüngsten beiden verfügbaren Messjahre. Mit Ausnahme von Atrazin und seinem Abbauprodukt Desetyl-Atrazin wurde erfreulicherweise während den letzten sechs Jahren an keiner Messstelle Herbizide nachgewiesen.

**Atrazin, Desetyl-Atrazin, Simazin, Terbutylazin, Isoproturon**

Atrazin, Simazin, Terbutylazin und Isoproturon sind Herbizide, die in der Landwirtschaft für unterschiedliche Anwendungen eingesetzt werden. Bei Niederschlägen können sie in die Gewässer eingetragen werden. Sie sind für Wasserorganismen giftig.

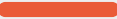
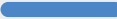
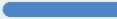



















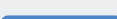

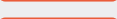

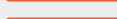




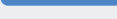
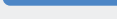

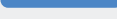
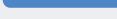












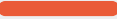


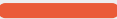
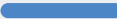
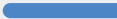
















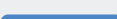


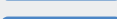



Für organische Pestizide schreibt die Gewässerschutzverordnung als Zielvorgabe 0.1 µg/l je Einzelstoff vor.

Die nachgewiesenen Konzentrationen von Atrazin und Desetyl-Atrazin im Chastelbach, im Dorfbach Wisen, im Gheidbach, im Russbach, in der Emme und im Emmenkanal waren jeweils Einzelereignisse, bei denen allerdings die Zielvorgabe für Pestizide deutlich überschritten wurde. Im Limpach andererseits werden die Zielvorgaben regelmässig überschritten. All diese Überschreitungen traten jeweils in der ersten Jahreshälfte auf.

Atrazin wird nach wie vor im Maisanbau gegen Samenunkräuter bis jeweils Mitte Jahr eingesetzt. Sein Einsatz wird seit längerer Zeit zunehmend eingeschränkt. So darf dieses Herbizid im Karstgebiet und auch zur Bekämpfung des Pflanzenbewuchses auf Bahntrassen nicht mehr eingesetzt werden. Der noch zugelassene Einsatz in der Landwirtschaft stellt für zahlreiche Fließgewässer im Mittelland nach wie vor ein Problem dar. Letztlich wird nur ein gänzlicher Verzicht auf das Pflanzenbehandlungsmittel Atrazin die noch vorhandenen Gewässerschutzprobleme lösen können.



## Die Wasserqualität der Solothurner Fliessgewässer muss noch verbessert werden

Gewässer	Allgemeine Parameter	Schwermetalle	Org. Spurenverunreinigungen
Aare			
Emme			
Emmenkanal			
Dünnern (Welschenrohr)			
Dünnern (Oensingen)			
Dünnern (Olten)			
Lüssel			
Limpach			
Russbach			
Verenabach			
Bibernbach			
Wildbach			
Witibach			
Mühlebach			
Chastelbach			
Ibach			
Orisbach			
Lützel			
Seebach			
Wahlenbach			
Augstbach			
Dorfbach Kienberg			
Dorfbach Wisen			
Gheidbach			
Stegbach			
 Zielvorgaben nicht eingehalten  Zielvorgaben eingehalten			

**Gesamtbeurteilung der Fliessgewässer.** Lediglich die Bäche Wildbach, Witibach und Augstbach erfüllen sämtliche Zielvorgaben und können als unbelastet oder zumindest schwach belastet eingestuft werden. Bei allen übrigen Fliessgewässern liegen Überschreitungen der Zielvorgaben vor, wenn auch unterschiedlich stark. Mehrheitlich werden diese bei den allgemeinen Parametern (Abwasser-Summenparameter  $BSB_5$  und DOC, Nährstoffe Stickstoff und Phosphor) nicht eingehalten. Beim Russbach in Deitingen und bei der Emme werden in allen drei Bereichen die Zielvorgaben verfehlt.

Das Ergebnis der Gesamtbeurteilung der überwachten Fliessgewässer nach ihrem Gehalt an Abwasserinhaltsstoffen und Mikroverunreinigungen wie Schwermetallen und organischen Pestiziden zeigt, dass weiterhin Handlungsbedarf besteht.

Es überrascht nicht, dass vor allem die in einem intensiv landwirtschaftlich genutzten Einzugsgebiet liegenden Bäche Limpach oder Russbach zu hohe Pestizidgehalte aufweisen.

## Die Ursachen für die Problemgewässer sind bekannt

Der Zustand der Solothurner Fliessgewässer kann *noch nicht als befriedigend* gelten. Die Ursachen für die immer noch vorherrschende chemische Belastung sind grundsätzlich bekannt: Abwasserreinigungsanlagen, die das Abwasser nicht genügend reinigen, ungünstige Mischverhältnisse zwischen dem gereinigten Abwasser und der Wasserführung in den Bächen sowie die intensive landwirtschaftliche Nutzung in den Einzugsgebieten der Bäche.

## Die Situation wird sich in den kommenden Jahren verbessern

In den vergangenen Jahren sind bereits eine Reihe von Massnahmen eingeleitet worden, die zu einer künftigen Verbesserung des Zustandes der Fliessgewässer führen werden:

- Im Einzugsgebiet der Aare, der Emme und damit auch im Einzugsgebiet des Emmenkanals und des Russbachs, der Dünnern, des Limpachs und des Verenabachs ist der Ausbau verschiedener Abwasserreinigungsanlagen geplant oder bereits im Bau. Die verbesserte Reinigungsleistung dieser ARAs wird dazu führen, dass die gesetzlichen Zielvorgaben bei diesen sieben Fliessgewässern in naher Zukunft erfüllt sein sollten. Eine Ausnahme bildet immer noch der Limpach, der zusätzlich durch die landwirtschaftliche Bodennutzung belastet wird.
- Auch in der Siedlungsentwässerung sind künftig generelle Verbesserungen zu erwarten, die sich lokal auf die Wasserqualität der Fliessgewässer auswirken werden. So wird vielerorts nicht nur die Regenwasserbehandlung verbessert, sondern auch die Abwasserableitung zu den Abwasserreinigungsanlagen optimiert werden.
- Durch die fortschreitende ökologische Ausrichtung der Landwirtschaft kann damit gerechnet werden, dass sich der Zustand der Dünnern in Welschenrohr, des Limpachs, des Mühlebachs, des Wahlenbachs, des Gheidbachs und des Stegbachs zumindest leicht verbessern wird. Ob allerdings an allen diesen Gewässern die Zielvorgaben erreicht werden können, bleibt offen.
- Es sind zusätzliche Massnahmen in der Landwirtschaft nötig. Dazu gehört die Sanierung der Hofdüngeranlagen, die bis 2007 im ganzen Kanton abgeschlossen sein soll. Unter anderem muss den oben genannten Gewässern auch mehr Raum zugestanden werden (vgl. Kapitel 5), um entsprechende Pufferzonen zwischen landwirtschaftlich genutzten Flächen und dem Gewässer zu schaffen.

Insgesamt kann somit damit gerechnet werden, dass von den 20 Fliessgewässern, welche heute die Zielvorgaben nicht erreichen, 6 bis maximal 11 Gewässer oder in etwa die Hälfte diese in den nächsten Jahren erfüllen dürften.

Bei den restlichen Gewässern zeichnen sich bis heute keine befriedigenden Lösungen ab. Darunter fallen mit wenigen Ausnahmen die kleinen Bäche mit Abwasserreinigungsanlagen in ihrem Einzugsgebiet. Erst mit einem massiven Ausbau dieser Anlagen (Ausrüstung mit Nitrifikation, Phosphatfällung und weitere Behandlungen wie Filtration oder Schönungsteiche) könnten bei diesen Gewässern die Zielvorgaben erfüllt werden. Da es sich jedoch ausschliesslich um kleine Anlagen handelt, sind die entsprechenden Ausbaukosten unverhältnismässig teuer. Alternativen bieten sich leider kaum an, da die Aufhebung dieser Abwasserreinigungsanlagen und das Weiterleiten der Abwässer zu besser geeigneten Anlagen nicht in allen Fällen realisierbar ist. Diese ARAs liegen zu abgeschieden, als dass der Bau einer Anschlussleitung zu einer anderen Anlage eine echte Alternative wäre.

## Ökotoxikologische Untersuchungen

Ökotoxikologische Untersuchungen haben zum Ziel, rasche und kostengünstige Hinweise auf die Gefährdung der Wasserorganismen durch toxische Stoffe zu geben. Wasserproben (Stichproben) werden einer Verdünnungsreihe unterworfen und es wird anhand von zwei bis drei einfachen Testverfahren die Konzentration des kritischen Stoffes bestimmt, bei welcher keine toxischen Effekte mehr nachgewiesen werden können (No Observed Effect Concentration, NOEC). Je mehr bis zur Erreichung der NOEC verdünnt werden muss, desto grösser ist die Toxizität dieses Stoffes. Solche Tests könnten an Bedeutung gewinnen, weil zunehmend vermutet wird, dass verschiedene organische Spurenverunreinigungen alleine oder in Kombination mit anderen Stoffen bereits in kleinsten Konzentrationen für die aquatischen Lebewesen chronisch toxisch wirken. Eine chemische Analyse der in Frage kommenden Einzelstoffe wäre nahezu unmöglich. Deshalb werden solche indirekte summarische Testmethoden angewendet.

Ökotoxikologische Untersuchungen sind im Kanton Solothurn bis heute nicht durchgeführt worden. Die entsprechenden Methoden befinden sich zum Teil noch in Entwicklung und solche Untersuchungen können noch nicht routinemässig durchgeführt werden. Sollte es sich jedoch zeigen, dass mit solchen Tests zusätzliche wichtige Informationen gewonnen werden können, soll geprüft werden, ob und in welchem Umfang eine entsprechende Überwachung der Gewässer diesbezüglich sinnvoll ist.

## Die zwei einzigen Seen des Kantons sind stark überdüngt

### Die Leidensgeschichte des Burgäschisees

Die Fläche des hydrologischen Einzugsgebietes des Burgäschisees beträgt 319 Hektaren, die Seefläche 20.7 Hektaren, die maximale Seetiefe 30 m und das Seevolumen 2.8 Mio. m<sup>3</sup>. Der Kleinsee liegt zur Hälfte, das Einzugsgebiet zu ca. einem Drittel auf Berner Kantonsgebiet. Der See wird vom Amt für Gewässerschutz und Abfallwirtschaft des Kantons Bern in Zusammenarbeit mit dem Kanton Solothurn überwacht.

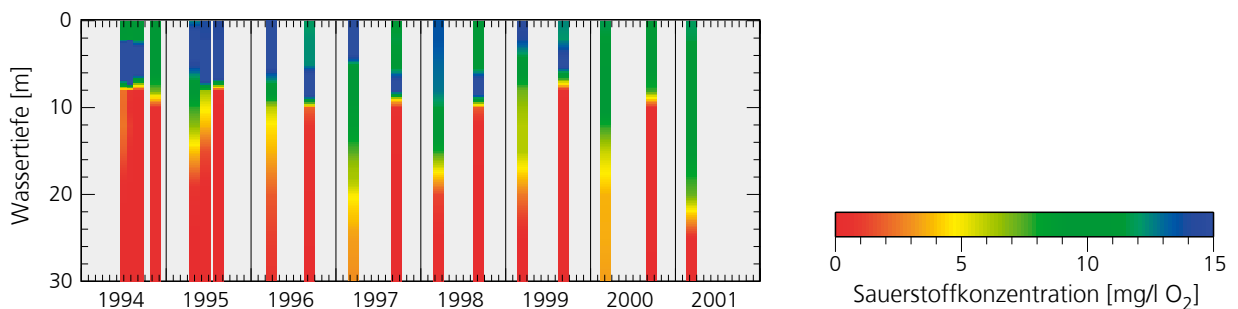


*Der Burgäschisee ist wie der Inkwilersee ein Moränensee*

Dank grosser Wassertiefe und einem relativ kleinen Einzugsgebiet wies der Burgäschisee ursprünglich nur eine mittlere biologische Produktivität auf und war bezüglich Nährstoffreichtum als mesotroph einzustufen. Mit der grossen Seeabsenkung 1943, verbunden mit der Eindolung und Kanalisierung des Seebachs (Seeausfluss), die das Ziel hatte, Landwirtschaftsland zu gewinnen, wurde ein grosses Moorgebiet und eine intakte Verlandungszone zerstört. Die Wasserspiegelabsenkung bewirkte zudem, dass sich auch der Grundwasserspiegel absenkte. Damit gelangte Sauerstoff in den Moorboden und es setzte eine Mineralisation ein, die grosse Mengen an Nährstoffen freisetzte. Diese Nährstoffe gelangten zusammen mit dem Dünger aus der Landwirtschaft via Drainagen in den See. Die Überdüngung führte schliesslich zu einem Umkippen des Gewässers: Auftreten von Algenblüten, im Sommer ist kein Sauerstoff mehr unterhalb 2 m Wassertiefe vorhanden, ein penetranter Geruch entsteht etc. Der Burgäschisee wurde zu einem *hoch eutrophen Gewässer*. Es bestand dringender Handlungsbedarf für eine Sanierung.

1977 wurde versucht, dem Kleinsee mit einer Tiefenwasserableitung das «Nährstoffdepot» zu entziehen (Projekt der Eidg. Anstalt für Abwasserreinigung, Wasserversorgung und Gewässerschutz – EAWAG). Allerdings im Wissen, dass dieser Schritt ohne gleichzeitige Massnahmen zur Reduktion der Nährstoffzufuhr aus dem Einzugsgebiet nur eine Symptombekämpfung darstellt. In einem Natur- und Landschaftsschutzkonzept wurden schliesslich eine Ausdehnung des Schutzgebietes um den See, eine Anhebung des Seewasserspiegels um 1 m sowie eine Reihe von Massnahmen vorgeschlagen mit dem Ziel, Nährstoffe aus dem Landwirtschaftsgebiet vom See fernzuhalten. Das Konzept scheiterte aber an der grundsätzlichen Opposition vieler Landbesitzer und der Landwirtschaftskreise.

Der Burgäschisee muss heute nach wie vor als hoch eutrophes Gewässer eingestuft werden.



**Tiefenprofile der Sauerstoffkonzentration im Burgäschisee.** Auch heute noch wird der Burgäschisee durch hohe Nährstoffgehalte, vollständigen Sauerstoffschwund und reduzierende Bedingungen im Tiefenwasser sowie massive Sauerstoffübersättigung im Oberflächenwasser (bis 500%) charakterisiert.

### Auch der Inkwilersee gilt heute als hoch eutroph

Im Gegensatz zum Burgäschisee ist der wesentlich kleinere Inkwilersee ein äusserst flaches Gewässer. Der See befindet sich heute in der letzten Phase seiner Entwicklung vom offenen Gewässer zum Flachmoor.

Die Fläche des hydrologischen Einzugsgebietes des Inkwilersees beträgt ca. 340 Hektaren, die Seefläche 10.2 Hektaren, die maximale Seetiefe 5 m und das Seevolumen 0.2 Mio. m<sup>3</sup>. Der Kleinsee liegt zur Hälfte, das Einzugsgebiet zu ca. einem Viertel auf Berner Kantonsgebiet. Auch dieser See wird vom Amt für Gewässerschutz und Abfallwirtschaft des Kantons Bern in Zusammenarbeit mit dem Kanton Solothurn überwacht.

Der Seespiegel des Inkwilersees wurde bereits im 19. Jahrhundert zweimal (1818/19 und 1891/92) durch eine Eintiefung des Abflusskanals («Seebach») abgesenkt. Das heutige Seeniveau besteht seit 1965 als Folge der dritten Seeabsenkung im Rahmen einer umfassenden Melioration. Heute durchzieht ein dichtes Netz von Drainageleitungen das gesamte Einzugsgebiet. Die Massnahmen zur Bodenverbesserung führten über die Jahre zu einer Zerstörung des ehemaligen Mooregebietes und der Verlandungsflächen sowie zu einer Verarmung von Flora und Fauna.

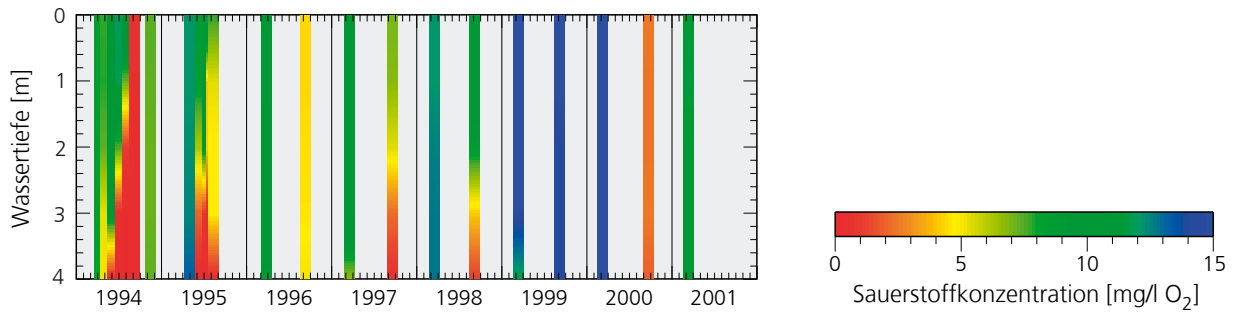


*Der Inkwilersee gilt wie der Burgäschisee als sehr nährstoffreich (hoch eutroph)*

Wie beim Burgäschisee kam es als Folge der Seeabsenkung zu einer intensiven Mobilisierung von Nährstoffen (siehe oben), die mit dem Drainagewasser in den See gelangten. Zusammen mit der Einleitung von häuslichem Abwasser führte dies zu einem sprunghaften Anstieg der Produktivität (Eutrophierung). Heute werden immer noch zwischen 120 und 190 kg Phosphor pro Jahr in den See eingetragen.

Der Inkwilersee gilt als hoch eutroph: In den 90er-Jahren kam es in der warmen Jahreszeit wiederholt zu grossen Fischsterben.

Der Abbau der grossen Algenbiomasse, die sich unter diesen günstigen Nährstoffbedingungen bilden kann, zehrt den vorhandenen Sauerstoff auf. Dies geht so weit, dass Sauerstoff nur noch in den obersten 1 bis 2 Metern vorhanden ist. In tieferen Wasserschichten entstehen beim Abbau von organischem Material unter sauerstofffreien Bedingungen zudem giftige Substanzen. Wird das Oberflächenwasser im Sommer oder Herbst durch starke Winde mit Tiefenwasser vermischt, können sich für kurze Zeit sauerstofffreie Situationen einstellen. Dauert es längere Zeit, bis ein solches Sauerstoffdefizit wieder abgebaut ist, kommt es zu Fischsterben. Ein erstes grosses Fischsterben im Inkwilersee trat im Hochsommer 1968 auf, weitere folgten in den Jahren 1991, 1992 und 1993.



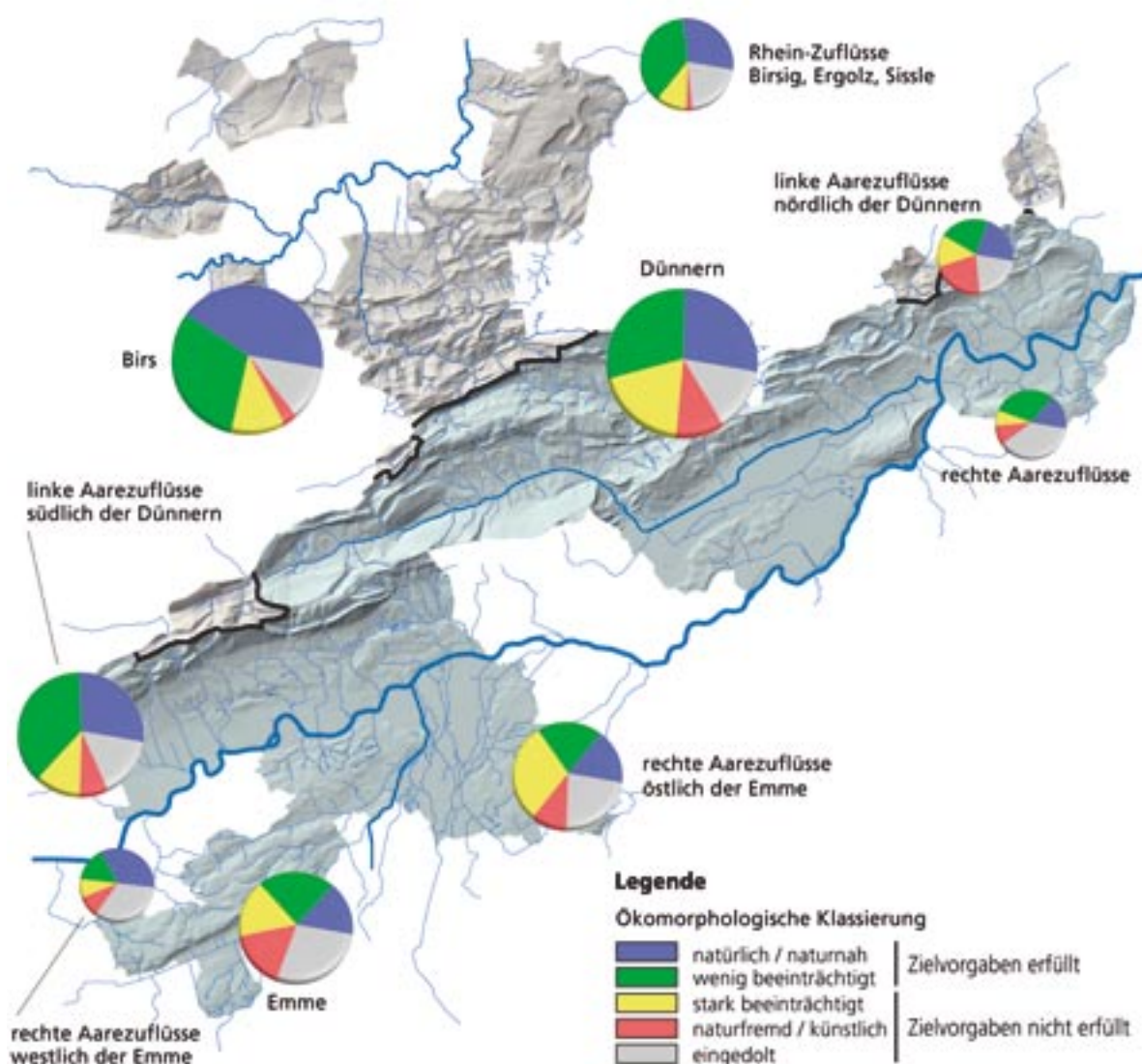
**Tiefenprofile der Sauerstoffkonzentration im Inkwilensee.** Die starke biologische Produktion bewirkt, dass in den tieferen Wasserschichten über das ganze Jahr praktisch kein Sauerstoff mehr vorhanden ist.

Die verschiedenen Bestrebungen zur Sanierung des Inkwilersees waren bis heute nicht erfolgreich. Weder die Belüftung des Tiefenwassers (Projekt der EAWAG, 1970) noch die Einleitung von sauerstoffreichem Trinkwasser (Marr 1988) und auch nicht der Einsatz einer Belüftungsanlage an der tiefsten Seestelle, die lokal ein Refugium mit genügend Sauerstoff für die Fische schaffen sollte. 1994 und 1996 traten zwar weitere kritische Sauerstoffkonzentrationen im Seewasser auf, glücklicherweise ohne Fischsterben.

Soll der Inkwilensee als Landschaftselement, als Erholungsraum für die Bevölkerung, aber auch in seiner ökologischen Funktion erhalten werden, müssen griffige Sanierungsmassnahmen umgesetzt werden. Eine Arbeitsgruppe befasst sich zur Zeit intensiv mit der Frage, wie der See nachhaltig saniert werden könnte. Ein Sanierungskonzept ist frühestens Ende 2002 zu erwarten.

## 5 LEBENSRAUM FLIESSGEWÄSSER

Mit einer flächendeckenden Kartierung in den Jahren 2000/2001 wurde beurteilt, wie naturnah der Zustand der Solothurner Fließgewässer ist. Die Erhebungen haben gezeigt, dass nur noch etwas über ein Viertel der insgesamt 1'100 km Bach- und Flussläufe als natürlich oder zumindest als naturnah einzustufen sind. 163 km Fließgewässer sind zudem eingedolt und über die Hälfte weist einen ungenügenden Uferbereich auf. Hier besteht ein hoher Handlungsbedarf. Den Gewässern muss dringend mehr Raum zugestanden werden.



### Ökomorphologische Klassifizierung der Einzugsgebiete ohne Aare und Aarekanäle.

Die Klassifizierung der morphologischen Beeinträchtigung der Fließgewässer im Kanton Solothurn (ökonomorphologische Klassifizierung) ergab grosse Unterschiede zwischen den einzelnen Einzugsgebieten: Während das Einzugsgebiet der Birs bezüglich der beurteilten Parameter im Verhältnis zum kantonalen Durchschnitt gut eingestuft wird, bestehen bei den anderen Einzugsgebieten zum Teil grosse ökomorphologische Defizite.



## Die rechtlichen Grundlagen für den umfassenden Schutz der Fließgewässer liegen vor

**Seit 1998 besteht die rechtliche Grundlage, Gewässer und ihre Ufer umfassender zu schützen. Die Gewässerschutzverordnung des Bundes stellt nicht nur Anforderungen an die Wasserqualität, sondern gibt auch ökologische Ziele vor: Fließgewässer sollen eine naturnahe Struktur oder Morphologie aufweisen. Dies schliesst ein, dass sie genügend Platz haben, damit einerseits ihre ökologischen Funktionen und andererseits der Schutz vor Hochwasser gewährleistet sind. In der 1999 geänderten Wasserbauverordnung des Bundes wird den Kantonen die Aufgabe übertragen,**

### **Ökomorphologie**

*Der Begriff «Ökomorphologie» umfasst die Gesamtheit der strukturellen Gegebenheiten im und am Fließgewässer: Die eigentliche Gewässermorphologie (Breiten- und Tiefenvariabilität des Bachgerinnes), wasserbauliche Massnahmen (Verbauungen des Ufers und der Sohle, Wehre u.a.) sowie die Gegebenheiten im angrenzenden Umland (Bebauungen, Landnutzung, Vegetation).*

## Der Lebensraum der Solothurner Fließgewässer wurde unter die Lupe genommen

Im Jahr 2000 hat das damalige Amt für Wasserwirtschaft (heute Amt für Umwelt) eine flächendeckende Beurteilung der Solothurner Fließgewässer veranlasst. Nach der Methode des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) wurde die Ökomorphologie der Gewässer abschnittsweise mit wenigen, aussagekräftigen Grössen erhoben (Breiten- und Tiefenvariabilität des Gerinnes, Verbauung der Sohle und des Böschungsfusses, Ausgestaltung des Uferbereiches) und so deren Naturnähe bestimmt. Zudem wurden die Störungen der Durchgängigkeit (Hindernisse für wandernde Wassertiere) aufgenommen und weitere Angaben wie Vorkommen von natürlichem Sohlenmaterial, Nutzung des Gewässerumfeldes etc. erhoben.

Jedem Gewässerabschnitt im Kanton wurde unter anderem eine der folgenden fünf ökomorphologischen Klassen zugewiesen:

- natürlich, naturnah
- wenig beeinträchtigt
- stark beeinträchtigt
- naturfremd, künstlich
- eingedolt.

**natürlich, naturnah**

Natürliche und naturnahe Gewässer zeichnen sich durch grosse Wechsel der Bachbreite, einem durchlässigen Übergangsbereich vom Wasser zum Land und einen breiten Uferstreifen mit gewässergerechter Vegetation aus.

**wenig beeinträchtigt**

Bei wenig beeinträchtigten Gewässern sind nur kleine Ausbuchtungen im Uferbereich vorhanden, der Böschungsfuss ist teilweise verbaut und der Uferbereich besteht nur aus einem schmalen Streifen.

**stark beeinträchtigt**

Begradigte und weitgehend verbaute Bäche und Flüsse mit streckenweise gehölzfreiem Ufer werden als stark beeinträchtigt eingestuft.

**naturfremd, künstlich**

Fließgewässer mit durchgehender Verbauung der Sohle oder Böschung mit stark eingeschränktem oder sogar ganz fehlendem Uferbereich werden als künstlich oder naturfremd bezeichnet.

**ingedolt**

Wenn das Gewässer unter den Boden verlegt, eingedolt wurde, ist der Lebensraum zerstört und der Handlungsbedarf am dringenden.

## Die kantonsweite Kartierung der Fließgewässer ergibt ein ernüchterndes Bild

Insgesamt wurden über 1'000 km Bach- und Flusslauf kartiert und beurteilt. Nur noch etwas über ein Viertel der Gewässer des Kantons können als natürlich oder zumindest als naturnah bezeichnet werden. Fast ein Fünftel aller Fließgewässer – das sind ca. 165 km – sind gar nicht mehr sichtbar. Sie wurden in der Vergangenheit im Zuge von Überbauungen im Siedlungsgebiet oder Güterzusammenlegungen im Landwirtschaftsgebiet eingedolt.



Eine weitere wichtige Erkenntnis ist, dass die Hälfte der Gewässerstrecke – das sind über 500 km – einen ungenügenden Uferbereich aufweist und über 60 km überhaupt keinen. Daraus lässt sich ein hoher Handlungsbedarf ableiten. Den Gewässern muss dringend mehr Raum zugestanden werden. Die ökomorphologische Klassierung wird wesentlich durch die Landnutzung bestimmt. Die grössten Defizite wurden bei Gewässerabschnitten im Siedlungsgebiet und in Ackerbaugeländen festgestellt.

## Massnahmen zur Verbesserung der Situation

Mit dem kantonalen Mehrjahresprogramm Natur und Landschaft (MJPNL) werden naturnah genutzte Uferbereiche geschaffen. An natürlich/naturnahen bzw. wenig beeinträchtigten Uferabschnitten schliesst der Kanton (das Amt für Raumplanung) mit den Bewirtschaftern Vereinbarungen ab. In diesen wird die naturnahe Bewirtschaftung – keine Düngung, angepasste Schnittzeitpunkte – geregelt. Die Bewirtschafter erhalten für die naturschützerische Leistung eine angemessene Abgeltung. Bis Ende 2001 konnten 107 Vereinbarungen für eine Fläche von 66 ha an 25 km Bachufern abgeschlossen werden.

**Renaturierung/Revitalisierung**

*Verbesserung des Gewässerzustandes: Summe all jener Massnahmen, durch welche Eingriffe des Menschen an Fließgewässern so weit wie möglich rückgängig gemacht werden, um die ökologische Funktionsfähigkeit des Gewässers einem naturnahen Zustand näher zu bringen.*

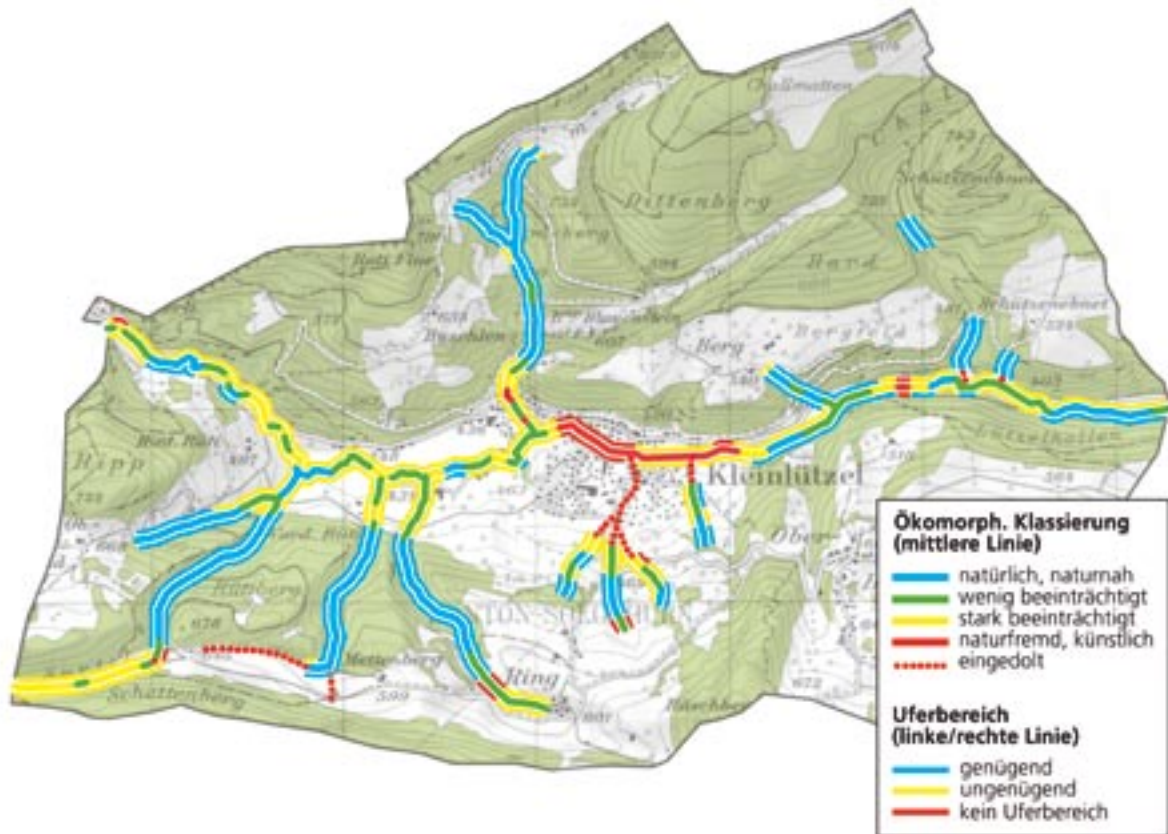
**Renaturierung:** *Ausdolung eines Gewässers mit naturnaher Gestaltung und ausreichendem Gewässerstreifen (Pufferzone).*

**Revitalisierung:** *Wiederherstellung eines Gewässers, den Abbruch des Hartverbaus mit naturnaher Gestaltung und einem Gewässerstreifen (Pufferzone).*



Im Rahmen von Ersatzmassnahmen bei UVP-pflichtigen Bauvorhaben wie beispielsweise der Bahn 2000, der Nationalstrasse N5 und diversen Transitgasleitungen sowie im Rahmen von Güterregulierungen und Hochwasserschutz-Projekten wurden in den letzten Jahren eine ganze Reihe beeinträchtigter Fließgewässerabschnitte revitalisiert oder renaturiert. Jährlich wurden so zwischen zwei und drei Kilometer Fließgewässer in einen naturnahen Zustand zurückgeführt. In den kommenden Jahren sollen noch vermehrt Revitalisierungsprojekte an verschiedenen Bachläufen realisiert werden. In Anbetracht der vorhandenen grossen Defizite ist jedoch festzuhalten, dass es weiterhin grosser Anstrengungen bedarf, um flächendeckend wiederum einen naturnahen Zustand der Fließgewässer im Kanton zu erreichen.

## Beispiel Lützel: Das ökologisch wertvolle Gewässer könnte mit einigen lokal begrenzten Massnahmen deutlich aufgewertet werden



**Ausschnitt aus der Karte der ökomorphologischen Bestandesaufnahme Lützel und Zuflüsse.** Die Lützel ist eines der wenigen Hauptgewässer mit grösserer Wasserführung, das im Hauptlauf auf grossen Strecken noch naturnah ist. Durch lokale Aufwertungsmassnahmen könnte der ökomorphologische Zustand der Lützel und ihrer Zuflüsse jedoch noch deutlich verbessert werden.

Durch die Beseitigung oder Sanierung von drei Aufstiegshindernissen könnte die Durchgängigkeit für Bachforellen im Hauptlauf der Lützel deutlich verbessert werden. Um auch jungen Bachforellen und Kleinfischen den Aufstieg zu ermöglichen, müssten allerdings 2 mittlere und 10 kleinere Schwellen beseitigt werden. Der längere naturfremde Gewässerabschnitt im Siedlungsgebiet von Kleinlützel, mit durchgehendem Sohlenverbau, könnte mit dem zur Verfügung stehenden Uferraum revitalisiert werden. Ebenso der rund 300 m lange Abschnitt im Industriegebiet unterhalb des Dorfes.

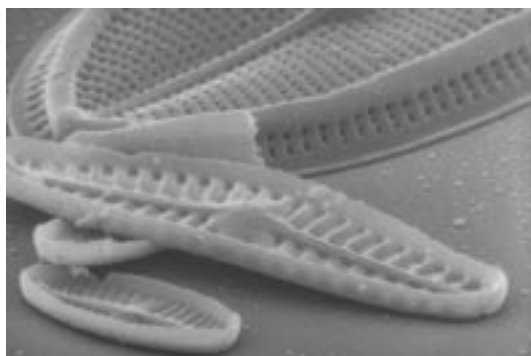
Durch die Ausdolung des Ringbächli und seiner beiden Zuflüsse im Siedlungsgebiet wäre die natürliche Produktivität dieser Gewässer wieder herzustellen. Diese Seitengewässer der Lützel könnten dann wieder als Laichgebiet für den Feuersalamander und den Grasfrosch dienen. Zudem wäre die Hochwassersicherheit mit der Bachöffnung wieder gewährleistet.

## 6 BIOLOGIE DER FLIESSGEWÄSSER

*Vorkommen und Artenvielfalt der pflanzlichen und tierischen Organismen der Gewässersohle widerspiegeln den Zustand eines Gewässers sowohl in Bezug auf die Wasserqualität wie auch die Qualität der Gewässerstruktur. Kieselalgen geben zum Beispiel Hinweise auf die stoffliche Belastung der Fließgewässer über eine gewisse Zeitspanne. Im Kanton Solothurn sind in der Berichtsperiode keine systematischen biologischen Untersuchungen durchgeführt worden.*

### **Biologische Untersuchungen geben Auskunft über die Gewässergüte**

Die Untersuchung biologischer Indikatoren wie höhere Wasserpflanzen, Aufwuchsalgen (im Bild unten Kieselalgen), wirbellose Tiere der Gewässersohle (Makrozoobenthos) und Fische dient der Beurteilung der Gewässergüte; nicht nur der Wasserqualität sondern auch der Struktur des Gewässers (siehe Kapitel 5). Biologische Untersuchungen können die Erhebungen des chemischen Zustandes eines Fließgewässers sinnvoll ergänzen.



### **In der Berichtsperiode wurden im Kanton Solothurn keine biologischen Untersuchungen durchgeführt**

Im Kanton Solothurn wurden in der Berichtsperiode keine systematischen biologische Untersuchungen vorgenommen. Ein Konzept für entsprechende Abklärungen an der Aare in Zusammenarbeit mit den Kantonen Bern und Aargau wurde vorbereitet und wird 2001/2002 ein erstes Mal umgesetzt.

An der Aare und an der Dünern liegen Spezialuntersuchungen vor. Diese wurden im Zusammenhang mit Umweltverträglichkeitsprüfungen für die Sanierung oder den Ausbau von Wasserkraftwerken und für die Festlegung der Einleitbedingungen für eine auszubauende Kläranlage vorgenommen.

Das biologische Gütebild wurde jeweils mit Hilfe der Makrozoobenthos-Besiedlung ermittelt. Aufgrund dieser Untersuchungen kann festgehalten werden, dass das Artenspektrum in der Dünnern belastungsbedingt auf gewissen Bachstrecken sehr klein ist. Die Aare weist dagegen eine höhere biologische Güte auf, was sich in einem wesentlich reicheren Artenspektrum zeigt. Die detaillierten Resultate werden in entsprechenden Berichten dokumentiert.

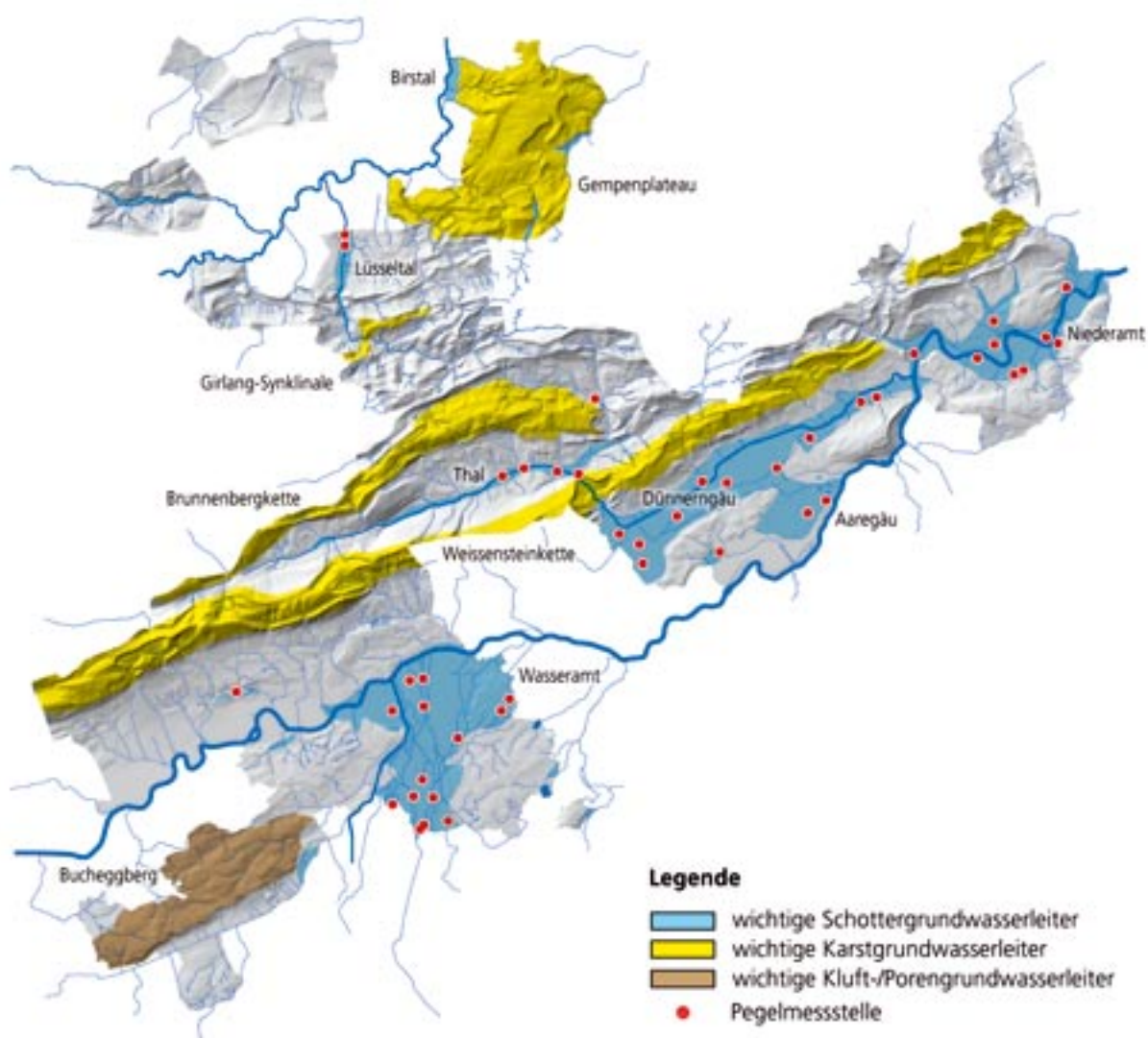
### **Auch in der nächsten Berichtsperiode ist keine flächendeckende Überwachung mit biologischen Indikatoren geplant**

Die Erfolgskontrolle und der Handlungsbedarf bei der Abwassersanierung orientieren sich heute hauptsächlich an der Gewässerbeurteilung mittels chemischer Kenngrössen. Die biologische Beurteilung kann hier eine sinnvolle Ergänzung darstellen, die chemischen Untersuchungen jedoch nicht ersetzen. Die Aufnahme des biologischen Gütebildes ist andererseits für die Beurteilung der Qualität der Gewässer als Lebensraum für Tiere und Pflanzen von Bedeutung, also zur Überprüfung der ökologischen Ziele, welche die Gewässerschutzverordnung vorgibt.

Eine systematische und dauernde Überwachung mittels biologischer Indikatoren ist sehr aufwändig und erfordert entsprechende Spezialisten in den Fachstellen der Verwaltung. Das Amt für Umwelt möchte denn auch in Zukunft keine biologischen Untersuchungen zur Dauerüberwachung der Fliessgewässer durchführen, mit Ausnahme an der Aare. Wichtig sind allerdings periodische flächendeckende Aufnahmen bestimmter biologischer Indikatoren, die von Zeit zu Zeit eine Einschätzung der Qualität der Gewässer als Lebensraum erlauben. Dies im Sinne einer Erfolgskontrolle.

## 7 GRUNDWASSERVORKOMMEN

Der Kanton Solothurn ist reich an Grundwasser. Die verfügbaren Grundwassermengen sind generell gross und haben sich langfristig betrachtet kaum verändert. Einzig im Wasseramt und im Dünnergäu ist in der Zeitperiode 1980 bis 2000 eine sinkende Tendenz der Grundwasserstände zu beobachten.



**Grundwasservorkommen und -messstellen.** Die vorwiegend vom Niederschlag und von der Infiltration der Fliessgewässer gespeisten Grundwasserleiter in den Talebenen, aber auch die Karst-Grundwasserleiter im Jura und die Kluft/Porengrundwasserleiter im Sandstein des Bucheggberges werden intensiv für die Wasserversorgung genutzt.



## Im Kanton Solothurn gibt es drei verschiedene Arten von Grundwasserleitern

Die bedeutendsten Grundwasservorkommen des Kantons befinden sich in den schottergefüllten Talebenen der Aare, der Emme, der Dünnern und der Birs. Das Grundwasser zirkuliert dort in den Poren zwischen Kies- und Sandkörnern. Die Fliessgeschwindigkeiten sind in der Regel klein, d.h. einige Meter pro Tag. Die Aufenthaltsdauer ist dementsprechend lang und die Reinigungswirkung im Untergrund gross. Diese Grundwasservorkommen liefern rund zwei Drittel des kantonalen Trink- und Brauchwassers, allen voran das Wasseramt, das allein einen Drittel abdeckt.

In den Karst-Grundwasserleitern des Juras zirkuliert das Wasser in zahlreichen verschlungenen Klüften und Höhlen. Die Fliessgeschwindigkeit ist dort in der Regel gross, bis zu mehreren hundert Metern pro Tag. Die Reinigungswirkung der Karstgrundwasserleiter ist dementsprechend gering. Trotzdem haben diese Grundwasservorkommen örtlich und zum Teil auch regional eine grosse Bedeutung. Sie liefern heute knapp einen Drittel des benötigten Trink- und Brauchwassers.

Eine Besonderheit stellen die Grundwasserleiter im Bucheggberg dar, vor allem entlang der Nordflanke des Limpachtales. Hier zirkuliert das Wasser in den Poren und Klüften des Sandsteins. Das sehr langsam und oft nur in kleinen Mengen zirkulierende Wasser wird in Stollenfassungen gesammelt und ist für die Wasserversorgung dieses Bezirks äusserst wichtig.

## Das Amt für Umwelt wertet Grundwasserstände von rund 50 Messstellen aus

Die Grundwasserstände werden im gesamten Kantonsgebiet an rund 50 Stellen aufgezeichnet und ausgewertet. Zusätzlich liefern die kommunalen Wasserversorgungen Daten über die Wassergewinnung und den Wasserverbrauch.

Zusammen mit den Niederschlagsmessungen geben diese Informationen Auskunft über den mengenmässigen Zustand der Grundwasservorkommen. Diese Messungen sind im übertragenen Sinne die Wasserstandsanzeiger im natürlichen Reservoir der Grundwasservorkommen, dienen aber auch zur Kontrolle der Grundwasserförderung und des Verbrauchs.

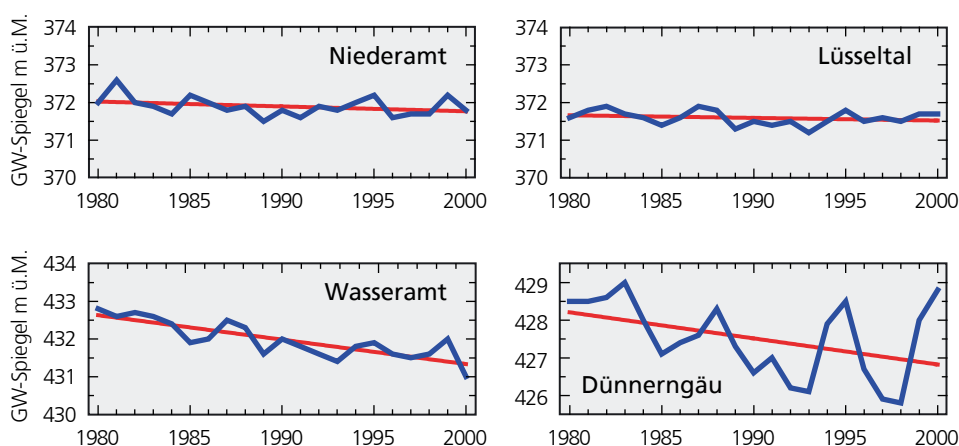
Die «Übersichtskarte Grundwasserschutz, Hydrometrie, Hydrochemie» des Kantons Solothurn enthält neben den Grundwasserschutzzonen und Grundwasserschutzarealen auch alle Messstationen des Grundwassers, der Oberflächengewässer und des Niederschlages. Die Ergebnisse der wichtigsten Grundwasser-Mengenmessungen werden in den «Umweltdaten» (früher im Hydrographischen Jahrbuch) publiziert.



## Die Grundwasservorkommen müssen nachhaltig bewirtschaftet werden

Die grossen Grundwasserleiter im Niederamt, Lüsseltal, Wasseramt und Dünnerngäu weisen unterschiedliche langfristige Schwankungen auf. Während sich die Grundwasserstände im Niederamt und Lüsseltal langfristig kaum verändert haben, sind im Wasseramt und im Dünnerngäu ausgeprägte Schwankungen mit einer sinkenden Tendenz der Grundwasserstände in der Zeitperiode 1980 bis 2000 zu beobachten.

Am ausgeprägtesten ist diese Entwicklung im Dünnerngäu. Es zeigt sich dort aber auch, dass sich Grundwasserstände rasch wieder erholen können. Nach den Tiefständen in der zweiten Hälfte der 90er-Jahre waren 1999 und 2000 bereits wieder erstaunlich hohe Grundwasserspiegel zu verzeichnen und relativieren die Entwicklung in den letzten 20 Jahren. Dies umso mehr, als die Grundwasserstände 1971 und 1972 sogar noch tiefer waren als das dargestellte Minimum für das Jahr 1998.



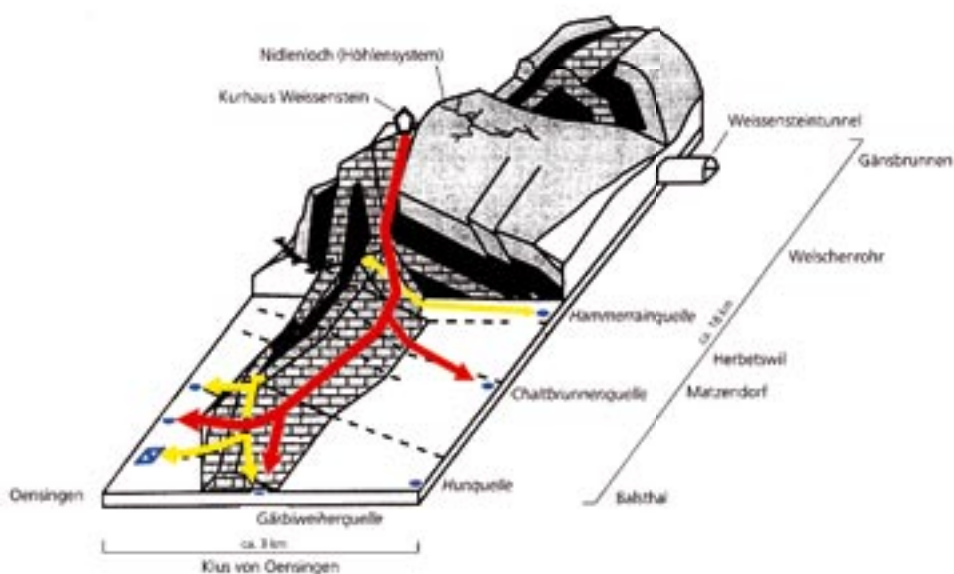
**Entwicklung der Grundwasserstände im Niederamt, Lüsseltal, Wasseramt und Dünnerngäu.** Tendenziell sind fallende Grundwasserstände, das heisst ein Rückgang der verfügbaren Grundwassermenge festzustellen.

Die sinkende Tendenz der Grundwasserspiegel dürfte auf die steigende Bodenversiegelung durch Überbauungen im Siedlungsgebiet und vermutlich auch auf die fortschreitende Bodenverdichtung im Landwirtschaftsgebiet zurückzuführen sein. Diese Grundwasservorkommen werden zwar stark genutzt, doch war die Entnahme für Trink- und Brauchwasser in den letzten Jahren eher rückläufig.

Entsprechende Massnahmen wie die Versickerung von Niederschlagswasser im Siedlungsgebiet, das Aufbrechen von befestigten Flächen sowie eine sorgfältigere Bewirtschaftung des Kulturlandes können diesen Trend umkehren und die Grundwasserneubildung wieder verstärken.

## Regionale Studien sind nötig für die Kenntnisse über die unterirdischen Fliesswege

In den letzten Jahren wurden schwerpunktmässig die Grundwasservorkommen des Gäu (Talae) und der Juragebiete Weissenstein und Gempen (Karstgebiete) untersucht. Die regionalen Studien der Juragebiete zeigten bisher unbekannte Zusammenhänge zwischen den Gebieten der Grundwasserneubildung und des Grundwasseraustritts, d.h. dem Quellgebiet auf. Sie geben Auskunft über die Verweildauer des Grundwassers im Untergrund und erlauben die Bestimmung der Wasservorräte.

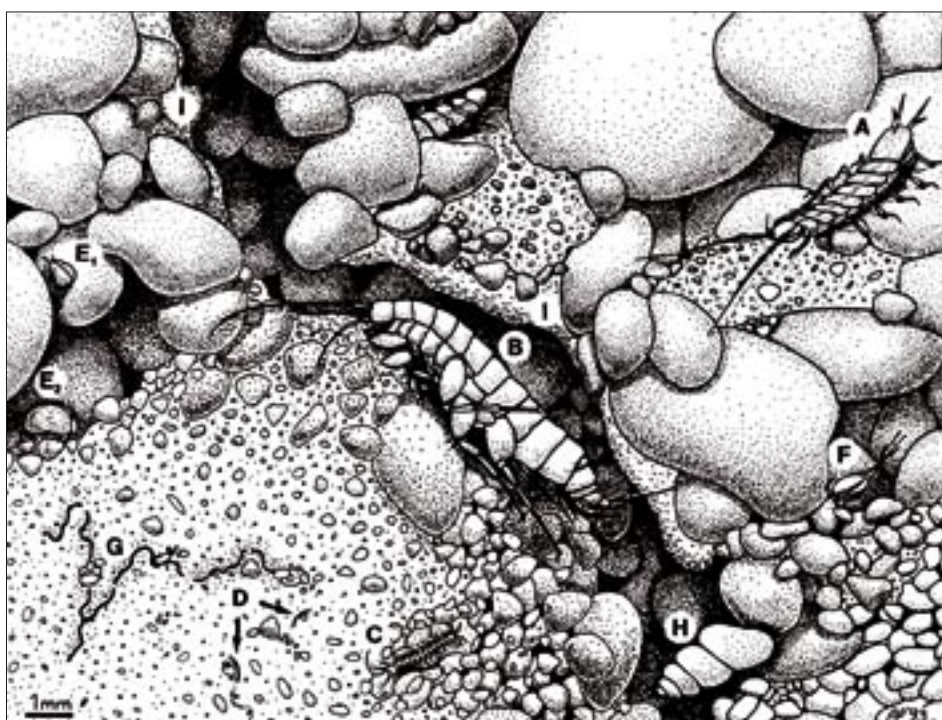


**Fließwege des Karstgrundwassers in der Weissenstein-Antiklinale zwischen der Klus von Balsthal und dem Weissensteintunnel.** Färbversuche haben unerwartet lange Fließwege des unterirdischen Wassers aufgezeigt; zum Beispiel über 16 km vom Kurhaus Weissenstein bis zur Klus von Oensingen.

Das wohl grösste Karstwasservorkommen des Kantons befindet sich in der Weissensteinkette zwischen Grenchenberg und Klus. Das Vorkommen wird zur Zeit von der Stadt Grenchen und verschiedenen Leberberger und Thaler Gemeinden genutzt. Die Untersuchungen des Kantons, in enger Zusammenarbeit mit den Gemeinden und Wassernutzern, zeigten auf, dass der Fluss des Grundwassers eher von Strukturen der geologischen Gebirgsbildung und der Entwicklung der Geländeform als von der heute erkennbaren Topografie abhängt. Vom Kurhaus Weissenstein bis zur Klus von Oensingen wurde mit 16 km die längste Verbindung des Schweizer Juras nachgewiesen.

## Grundwasser als Lebensraum

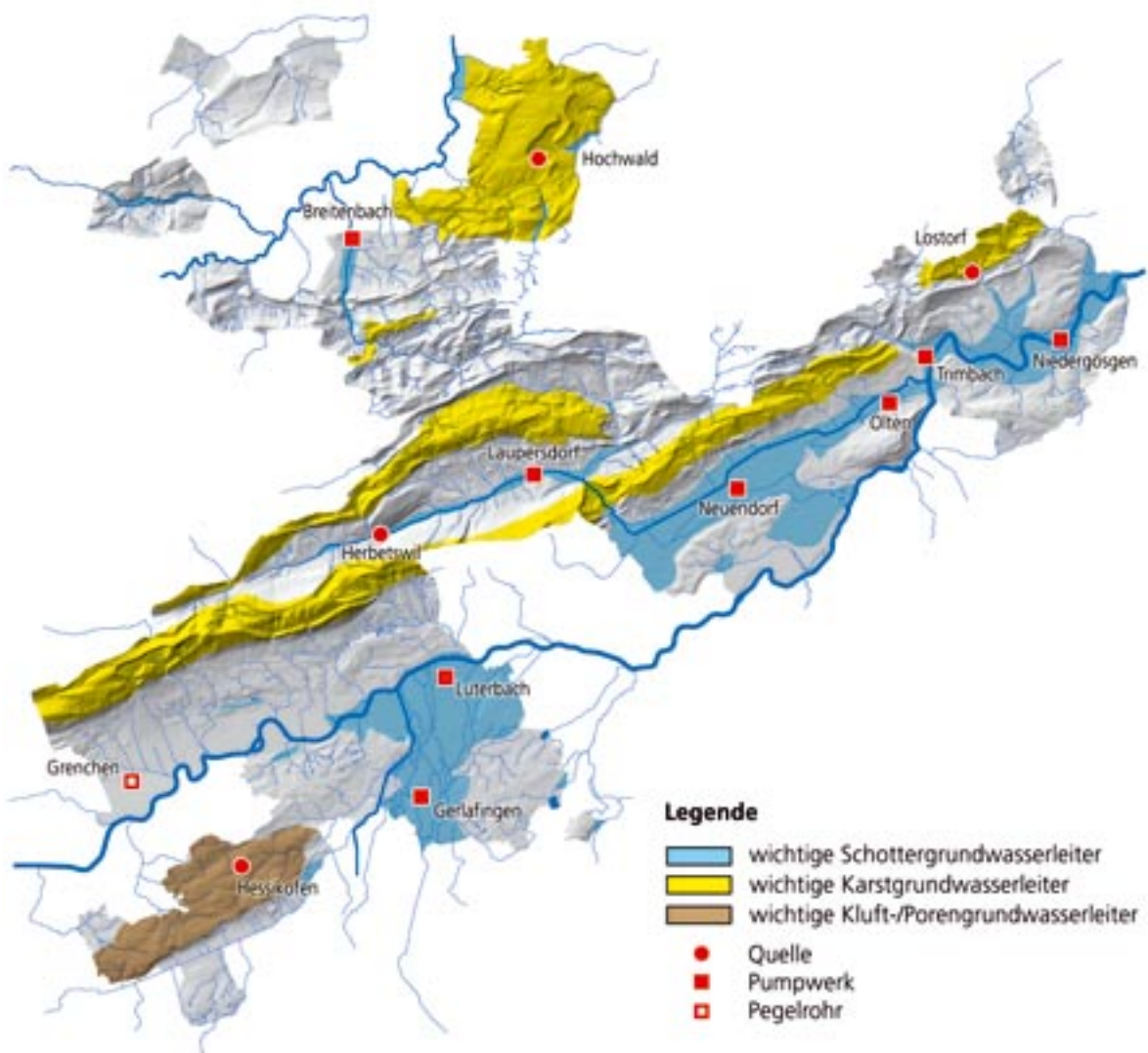
Es mag erstaunen, dass das Grundwasser auch der Lebensraum einer Vielzahl von Kleinlebewesen und Mikroorganismen ist. Es handelt sich dabei um eine vorwiegend ortsgebundene Lebensgemeinschaft von Mikroorganismen wie Bakterien, Pilze und Urtierchen. In den Hohlräumen der oberen Grundwasserzone finden sich auch mehrzellige Organismen wie Kleinkrebse, Würmer, Schnecken und Muscheln. Diese Grundwasserbiozönose ist wichtig für das Selbstreinigungsvermögen des Grundwassers und ein Indikator für seine Qualität.



**Das Grundwasser als Lebensraum.** Grundwasserassel (A), Grundwasserflohkrebs (B), Primitiver Grundwasserkrebs (C), Grundwasserruderfusskrebse (D, F), Grundwassermuschelkrebse (E), Grundwasserringelwürmer (G), Grundwasserschnecke (H) und Bakterienfilm (I) [nach Danielopol et al. 1994].

## 8 GRUNDWASSERQUALITÄT

Die 1998 eingeführte Überwachung der Grundwasserqualität im Kanton Solothurn soll ermöglichen, langfristige qualitative Veränderungen im Grundwasser frühzeitig zu erkennen. Das Grundwasser weist allgemein eine gute bis sehr gute Qualität auf. Es werden jedoch vereinzelt Stoffe festgestellt, die natürlicherweise nicht vorhanden sein sollten. Dazu zählen Pestizide aus der Landwirtschaft, aber auch organische Spurenverunreinigungen wie Lösungsmittel aus dem Gewerbe und der Industrie. Von den Inhaltsstoffen weist Nitrat bei einigen Messstellen einen zu hohen Gehalt auf.



**Überwachung der Grundwasserqualität.** Die Grundwasservorkommen im Kanton Solothurn werden an 13 Messstellen überwacht. Das Messnetz liefert seit 1998 die Grundlagen für die Beurteilung der langfristigen Veränderungen der Grundwasserqualität.

## Der Kanton überwacht seit drei Jahren die Qualität der Grundwasservorkommen

Der Kanton Solothurn besitzt eine zeitgemässe qualitative Grundwasserüberwachung. Sie umfasst 13 Messstellen. Damit werden alle wasserwirtschaftlich und versorgungstechnisch bedeutenden Grundwasservorkommen mit mindestens einer Probenahmestelle erfasst. Zusätzlich zu den traditionellen physikalischen und hydrochemischen Parametern wird das Grundwasser regelmässig auch auf Fremdstoffe wie Pestizide, Arzneimittelrückstände und chlorierte Kohlenwasserstoffe hin untersucht.



Messstelle	Fassung	Typ	Gw'vorkommen	Gw'leiter
Hochwald	Hochwaldquellen	Quelle	Gempenplateau	Karst
Breitenbach	Längacker	Pumpwerk	Lüsseltal	Schotter
Herbetswil	Hammerrainquelle	Quelle	Thal	Karst
Laupersdorf	Bifang	Pumpwerk	Thal	Schotter
Niedergösgen	Inseli	Pumpwerk	Niederamt	Schotter
Lostorf	Falkensteinquelle	Quelle	Leutschenbergkette	Karst
Trimbach	Dellen	Pumpwerk	Niederamt	Schotter
Olten	Gheid	Pumpwerk	Dünnergäu	Schotter
Neuendorf	Neuenfeld	Pumpwerk	Dünnergäu	Schotter
Gerlafingen	Lechenfeld	Pumpwerk	Wasseramt	Schotter
Luterbach	Dörnischlag	Pumpwerk	Wasseramt	Schotter
Hessikofen	Quelle Hessikofen	Quelle	Bucheggberg	Kluft/Poren
Grenchen	Grenchener Witi	Kleinbohrung	Grenchner Witi	Sand

### **Die 13 Messstellen des Kantons zur flächendeckenden Grundwasserüberwachung.**

*Die qualitative Überwachung des Grundwassers bei 8 Pumpwerken, 4 Quellen und einer Kleinbohrung deckt die wichtigsten Grundwasservorkommen ab.*

Das Grundwasser reagiert langsam aber nachhaltig auf alle stofflichen Veränderungen in der Umwelt. Die kontinuierliche Überwachung der Grundwasserqualität erlaubt es, solche langfristigen Veränderungen des chemischen Zustandes des Grundwassers aufzuzeigen und relevante Entwicklungen frühzeitig zu erkennen. Sie stützt sich ab auf die Forderungen der Umweltschutzgesetzgebung nach einem nachhaltigen Schutz der Wasserressourcen unter Anwendung des Vorsorgeprinzips.

Die dauernde Überwachung der Trinkwasserqualität ist Aufgabe der Wasserversorgungen. Sie stellen die Qualität des Trinkwassers, so wie es beim Verbraucher aus dem Wasserhahn läuft, sicher. Die lebensmittelrechtlich ausgerichtete Kontrolle des Trinkwassers und die umweltrechtlich orientierte Überwachung der Grundwasserqualität sind keine gegenseitige Konkurrenz, sondern gemeinsame sinnvolle Ergänzung.

Das Untersuchungsprogramm zur qualitativen Grundwasserüberwachung umfasst neben den vier allgemeinen Parametern «Chlorid», «Sulfat», «Nitrat» und «Ammonium» den gelösten organischen Kohlenstoff (DOC), Schwermetalle und eine ganze Reihe von organischen Verbindungen (Organika). Im Rahmen der drei bisher erfolgten Probenahmen wurden jeweils zwischen 130 und 190 Stoffe analysiert. Zusätzlich zu diesen chemischen Inhaltsstoffen wird das Grundwasser auch auf Bakterien und Viren untersucht (Norwalk-like Viren, Escherichia coli, Enterokokken und aerobe mesophile Keime).

Da die chemische Zusammensetzung des Grundwassers im Gegensatz zu den Oberflächengewässern kaum tägliche und in der Regel auch geringe saisonale Schwankungen aufweist, können mit einer Probenahme pro Jahr langfristig betrachtet genügend stichhaltige Aussagen über die Grundwasserqualität gemacht werden.



Bei Bedarf werden Spezialuntersuchungen im Grundwasser durchgeführt. Solche sind vor allem bei technischen Untersuchungen und Sanierungen von Standorten aktuell, die mit Abfällen belastet sind (alte Deponien, Unfallstandorte, Betriebsstandorte). Auf diese Untersuchungen wird an dieser Stelle nicht eingegangen. Sie werden jeweils in separaten Berichten dokumentiert und können beim Amt für Umwelt eingesehen werden.

### **Die Gewässerschutzverordnung stellt strenge Qualitätsanforderungen an das Grundwasser**

So wie für die oberirdischen Gewässer bestehen im Gewässerschutzgesetz und in der Gewässerschutzverordnung auch für das Grundwasser ökologische Ziele und gesetzliche Anforderungen (Zielvorgaben).

Neben jenen der Gewässerschutzverordnung (GSchV) gibt es im Schweizerischen Lebensmittelbuch (SLMB) und in der Fremd- und Inhaltsstoffverordnung (FIV) Zielwerte für Grundwasser, wenn es als Trinkwasser genutzt wird. Die GSchV schreibt vor, dass unter anderem die Grundwasserqualität so beschaffen sein soll, dass das Wasser nach Anwendung *einfacher* Aufbereitungsverfahren die Anforderungen der Lebensmittelgesetzgebung einhält.

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 ( $NO_3$ )	5.6 mg/l N (entspricht 25 mg/l Nitrat)
Sulfat ( $SO_4$ )	40 mg/l $SO_4$
Chlorid (Cl)	40 mg/l Cl
Aliphatische Kohlenwasserstoffe	0.001 mg/l je Einzelstoff
Monocyclische aromatische Kohlenwasserstoffe	0.001 mg/l je Einzelstoff
Polycyclische 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.

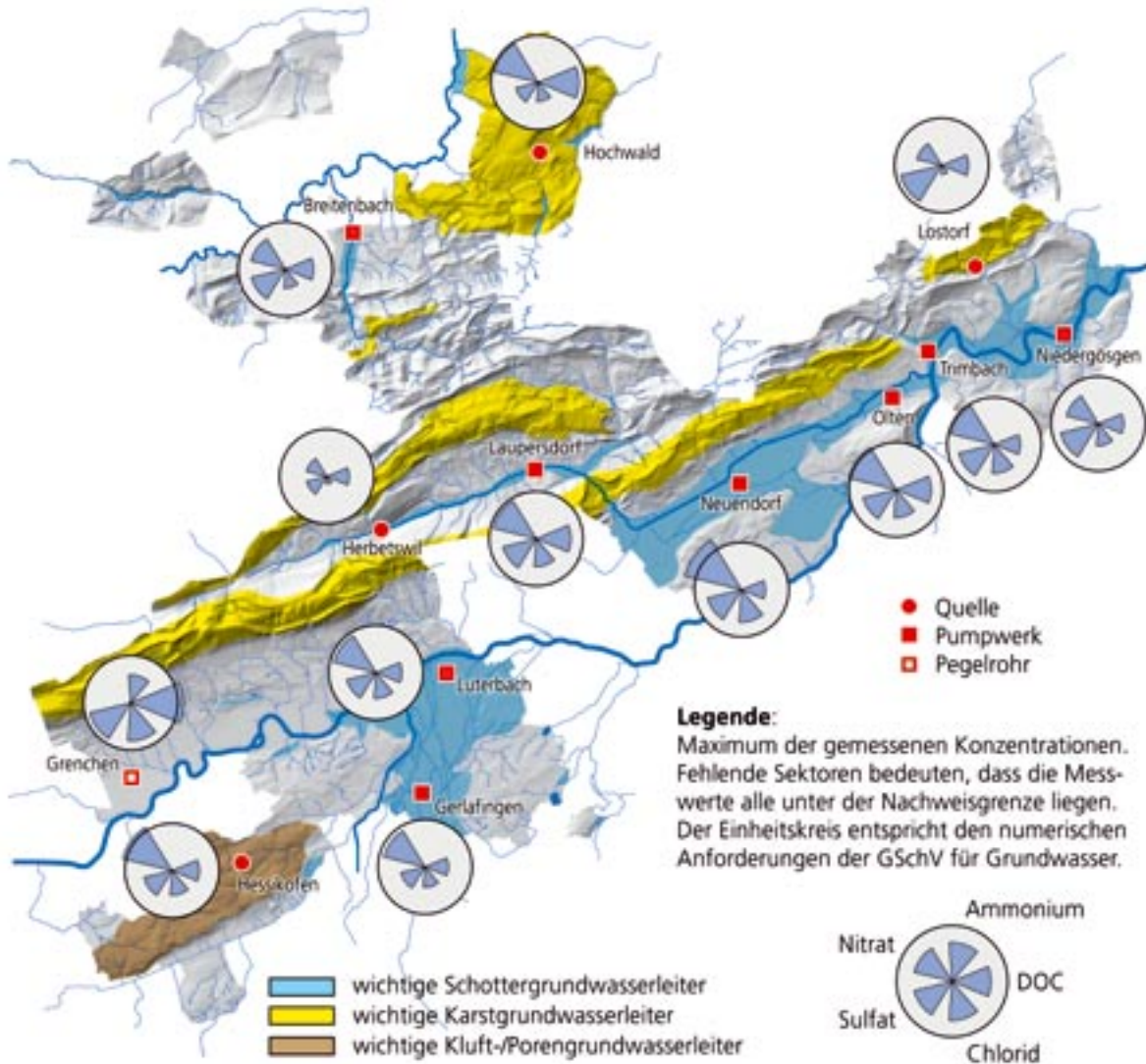
In den folgenden Kapiteln wird auf die Parameter (Messgrößen) eingegangen, die den chemischen und mikrobiologischen Zustand des Grundwassers charakterisieren und für die Zielvorgaben in der Gewässerschutzgesetzgebung festgelegt sind. Sie können in allgemeine Parameter (DOC, Ammonium, Nitrat, Sulfat, Chlorid) und Organika (Kohlenwasserstoffverbindungen, Pestizide etc.) unterteilt werden.

Zudem werden kurz die Ergebnisse aus den Untersuchungen der Norwalk-like Viren dargestellt, obschon für diese keine Zielvorgaben bestehen. Diese Viren, die bereits in geringer Zahl Durchfallerkrankungen beim Menschen auslösen können, werden zur Zeit in der Fachwelt intensiv diskutiert. Sie werden im Gegensatz zu Bakterien bei den üblichen Trinkwasseraufbereitungen nicht immer eliminiert und können über grössere Distanzen im Grundwasser transportiert werden.



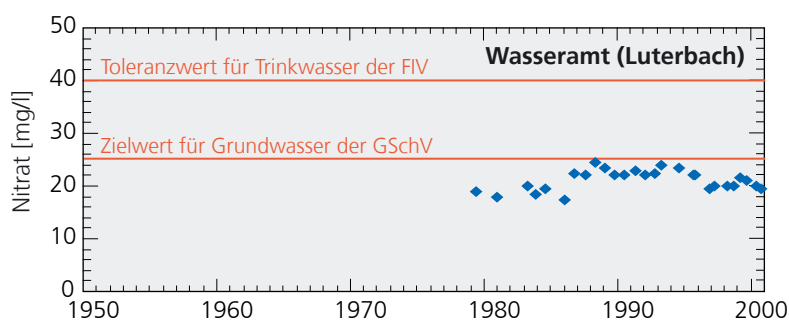
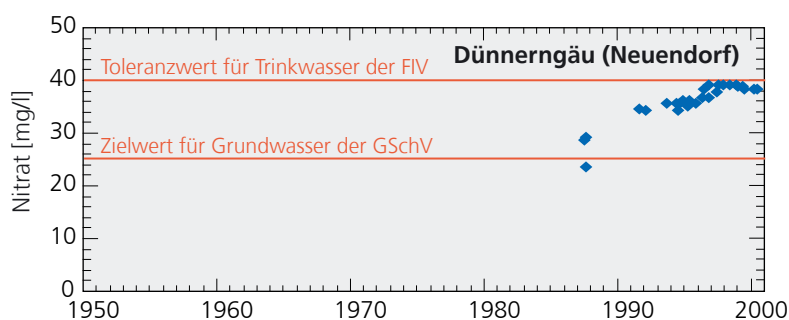
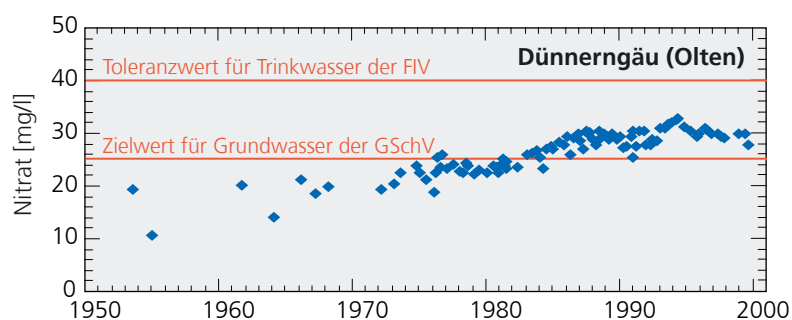
## Die Grundwasserqualität erfüllt mehrheitlich die Zielvorgaben

### Allgemeine Parameter



**Belastung des Grundwassers mit Chlorid, Sulfat, Nitrat, Ammonium und DOC. Maximalwerte der Jahre 1998 - 2000.** Die Qualität des Grundwassers erfüllt mehrheitlich die Zielvorgaben. Einzig bezüglich Nitrat treten Überschreitungen auf (Messstellen Hesskofen, Neuendorf und Oiten). Die erhöhten DOC-Werte bei der Messstelle Grenchen sind natürlichen Ursprungs. (Wie die Sektordiagramme zu lesen sind, ist im Glossar am Ende des Berichtes erklärt).

Chlorid, Sulfat, Nitrat und auch geringe organische Belastungen kommen im Grundwasser natürlicherweise vor, in der Regel jedoch in geringeren Konzentrationen als die in der vorliegende Berichtsperiode gemessenen. Ammonium ist im Grundwasser in der Regel nicht nachzuweisen, es sei denn, es ist mit organischen oxidierbaren Stoffen belastet. Für diesen Fall sieht das Gesetz eine Zielvorgabe für Ammonium von 0.4 mg/l N vor.



**Die Entwicklung der Nitratbelastung im Grundwasser.** Die Zielvorgabe für Grundwasser von 25 mg/l wird im Dünnergäu (Messstellen Olten und Neuendorf) deutlich überschritten. Bei Neuendorf wurde zeitweise beinahe der Toleranzwert für Trinkwasser von 40 mg/l erreicht. Auch die Nitratgehalte im Wasseramt (Messstelle Luterbach) sind bis in die 90er-Jahre kontinuierlich angestiegen (FIV = Inhaltsstoffverordnung, GSchV = Gewässerschutzverordnung).

Die Messwerte der drei Jahre zeigen das folgende Bild: Die Chloridgehalte (Mittelwert rund 10 mg/l Cl<sup>-</sup>) und Sulfatgehalte (Mittelwert 20 mg/l SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) sind generell gering und erfüllen überall die Zielvorgaben klar. Bei 12 der 13 Messstellen kann auch kein Ammonium nachgewiesen werden. Einzig bei der Messstelle in Grenchen weist das Grundwasser Ammoniumgehalte zwischen 0.1 und 0.2 mg/l N auf. Hier gilt jedoch die Zielvorgabe für anoxische Verhältnisse von 0.4 mg/l N. Der Oberboden der Grenchner Witi weist nämlich eine natürliche organische Belastung auf (Torfstrukturen sind gut sichtbar).

Die DOC-Gehalte sind grösstenteils unter 1 mg/l C und erfüllen damit ebenfalls die Zielvorgabe von 2 mg/l C deutlich. Einzig bei der Messstelle in Grenchen liegen die DOC-Gehalte im Bereich von 2 bis 3 mg/l C. Dies aus den oben dargelegten Gründen. An der Messstelle Laupersdorf wurde 1898 ein erhöhter DOC-Wert (3.1 mg/l C) gemessen. In den darauffolgenden Jahren war der DOC-Wert immer noch leicht erhöht (0.75 mg/l, 0.66 mg/l), jedoch deutlich unter der Zielvorgabe.

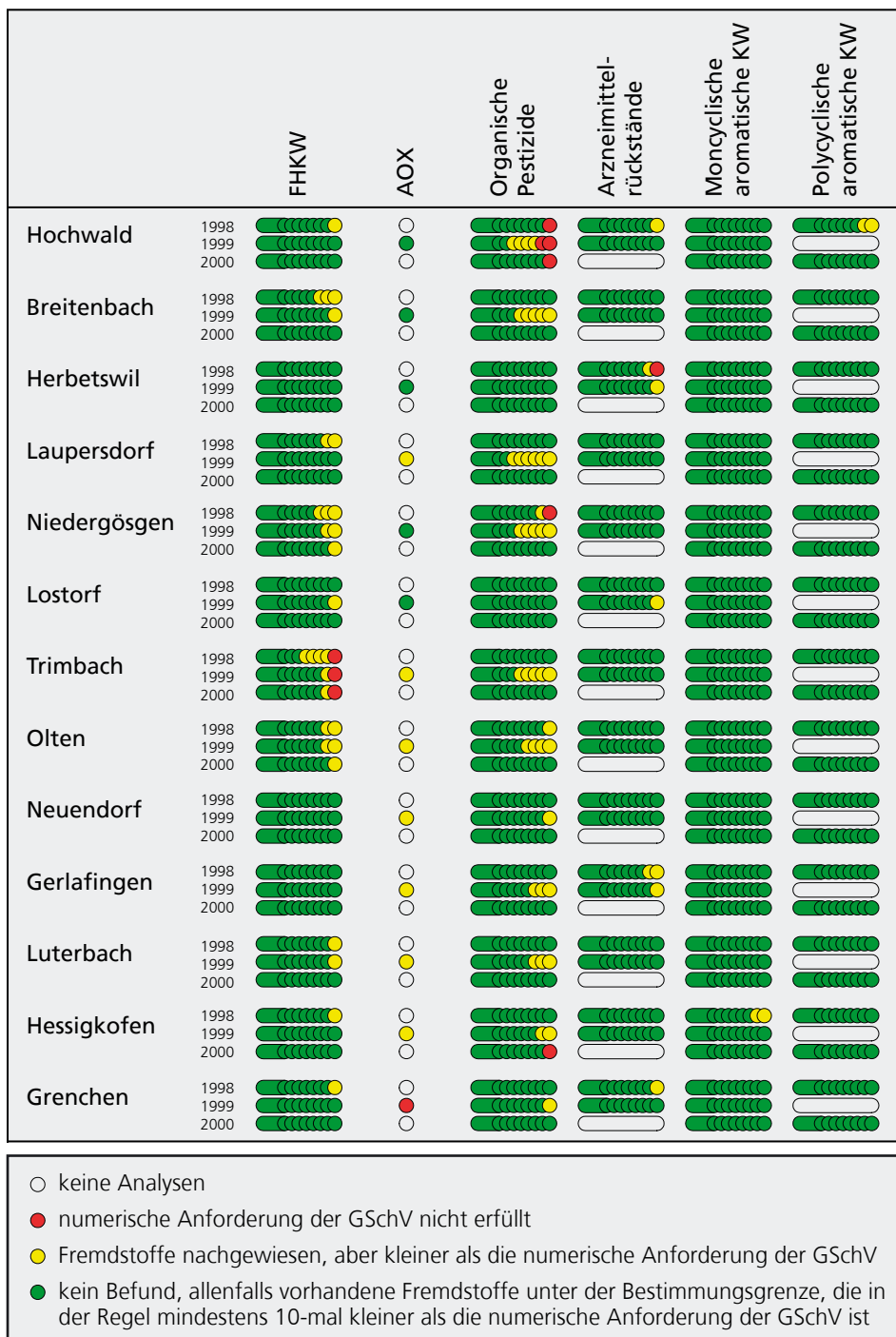
Überschreitungen der Zielvorgaben treten einzig beim Nitrat auf. Die vorgegebenen 25 mg/l werden an drei Orten nicht eingehalten. Zwei der fraglichen Messstellen liegen im Dünnergäu, eine im Bucheggberg. In beiden Gebieten ist bekannt, dass die Intensivierung der Landwirtschaft in den letzten Jahrzehnten zu einem kontinuierlichen Anstieg der Nitratwerte führte. Diese Entwicklung kann bei vielen Grundwasserfassungen festgestellt werden, in deren Einzugsgebieten grosse Flächen ackerbaulich genutzt werden.

### **Organische Verbindungen (Organika)**

Bei den Grundwasseruntersuchungen werden jeweils über hundert organische Verbindungen analysiert. Im Gegensatz zu den allgemeinen Parametern handelt es sich hier durchwegs um Fremdstoffe, die natürlicherweise im Grundwasser nicht vorkommen sollten. Zahlreiche dieser Verbindungen sind bereits in kleinsten Konzentrationen für den Menschen, aber auch für andere Lebewesen, problematisch. Die untersuchten Organika lassen sich in sechs Gruppen aufteilen:

- flüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (FHKW, u.a. Lösungsmittel wie Tetrachlorethan)
- adsorbierbare organische Halogene (AOX)
- organische Pestizide wie Atrazin, Isoproturon, Glyphosat
- Arzneimittelrückstände
- monocyclische aromatische Kohlenwasserstoffe
- polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK).

Nur wenige der untersuchten Organika wurden im Grundwasser des Kantons Solothurn nachgewiesen. Die Nachweisgrenze der Analyselabors ist in der Regel mindestens zehnmal kleiner als der Wert der Zielvorgaben.



**Organika im Solothurner Grundwasser 1998 - 2000.** Die einzelnen Stoffe wurden für die Darstellung zu Gruppen zusammengefasst und Proben, in denen ein Stoff nachgewiesen werden konnte gelb, solche, in denen die Zielwerte überschritten wurden, rot markiert. Für Arzneimittelrückstände gibt es keine Anforderungen der GSchV, es wurde dafür der gleiche Zielwert angenommen wie für Pestizide und PAK.

Belastungen des Grundwassers liegen insbesondere bei den FHKW, dem AOX und den organischen Pestiziden vor. So wiesen in den letzten drei Jahren alle ausser drei Messstellen Spuren von FHKW auf und nur zwei waren frei von Pestiziden. Bei fünf Messstellen wurden Spuren vom Arzneimittelrückständen gefunden. Nur fünf der dreizehn wiesen 1999 kein AOX auf. Monocyclische und polycyclische Kohlenwasserstoffe konnten dagegen sehr selten festgestellt werden.

Die meisten «positiven» Befunde liegen glücklicherweise unterhalb der Zielvorgaben. Bei je einer Messstelle werden diese bei den FHKW (Trimbach 1998, 1999 und 2000), beim AOX (Grenchen 1999) und bei Arzneimittelrückständen (Herbetswil 1998) überschritten. Die Pestizid-Konzentrationen sind jedoch bei drei Messstellen höher als die Zielvorgaben. Gesamthaft ist festzuhalten, dass es in den letzten drei Jahren bei sieben der dreizehn Messstellen zu keiner Überschreitung der Zielvorgaben kam. Ein abnehmender Trend ist höchstens bei den FHKW auszumachen.

### **Mikrobiologische Parameter**

Die mikrobiologischen Untersuchungen auf Bakterien und Viren ergaben keine Beanstandungen. Besonders positiv ist zu erwähnen, dass bei keiner der untersuchten 13 Messstellen die problematischen Norwalk-like Viren im Grundwasser nachgewiesen wurden.

### **Die Ursachen für die Grundwasserbelastungen sind grösstenteils bekannt**

Die vorhandenen Analyseresultate der Überwachung 1998 - 2000 belegen, dass im Grundwasser vielerorts zu hohe Nitratgehalte vorliegen und ebenso viele Grundwasservorkommen mit Spuren von Pestiziden belastet sind. Beide Verunreinigungen sind auf die intensive Landwirtschaft, insbesondere den Ackerbau im Einzugsgebiet der Grundwasservorkommen zurückzuführen.

Zudem muss bei den Organika mit Belastungen durch FHKW und AOX sowie zum Teil auch durch Arzneimittelrückstände gerechnet werden. Die festgestellten Konzentrationen liegen zwar fast überall unter den gesetzlichen Zielvorgaben, die entsprechenden Stoffe müssen aber im Auge behalten werden. Diese Belastungen dürften vor allem auf örtlich begrenzte Quellen wie alte Deponien und andere mit Abfällen belastete Standorte oder undichte Kanalisationsleitungen zurückzuführen sein.

## Die Situation wird sich in den nächsten Jahren verbessern

Wie bei den Fliessgewässern sind auch im Bereich der Grundwasservorkommen in den letzten Jahren Massnahmen ergriffen worden, um die chemische Belastung zu verringern. Bereits Mitte der 90er-Jahre wurde auf dem Gempenseeplateau der Einsatz von Atrazin, dem am häufigsten nachgewiesenen Pestizid, verboten. Dieses Verbot gilt in der Zwischenzeit für alle Karstgebiete (siehe Kartendarstellung) und hat dazu geführt, dass die Atrazinkonzentrationen im Grundwasser generell abnehmen. *Es kann deshalb angenommen werden, dass in den nächsten Jahren die Zielvorgaben überall wieder eingehalten werden.*

Im Dünnergäu, mit zu hohen Nitratgehalten im Grundwasser, wurde bereits Mitte der 90er-Jahre die Zusammenarbeit zwischen Landwirtschaft, Wasserversorgung und Grundwasserschutz verstärkt. 1998 wurde ein neuer Artikel im Eidg. Gewässerschutzgesetz eingeführt, der Abgeltungen bei Massnahmen in der Landwirtschaft zur Verhinderung der Abschwemmung und Auswaschung von Stoffen in die Gewässer vorsieht. Damit wurden die Voraussetzungen geschaffen, um Massnahmen zur Erfüllung der Anforderungen an die Grundwasserqualität durchzusetzen.

Gestützt auf diesen neuen Gesetzesartikel konnte im Bereich des grössten und wichtigsten Grundwasservorkommens des Kantons ein Projekt zur Verminderung der Nitratbelastung ausgearbeitet werden. Das Projekt Dünnergäu sieht im Wesentlichen zwei grundsätzliche Stossrichtungen vor:

- Ackerbauflächen im Kerngebiet der Zuströmbereiche von Grundwasserfassungen sollen in Wiesland umgewandelt werden (extensive Bewirtschaftung).
- Im weiterhin ackerbaulich genutzten Landwirtschaftsland soll die Auswaschung von Nitrat deutlich verringert werden, indem weniger problematische Kulturen angebaut (z.B. kein Maisanbau), die Fruchtfolgen geändert oder die Düngung und Bodenbewirtschaftung optimiert werden.

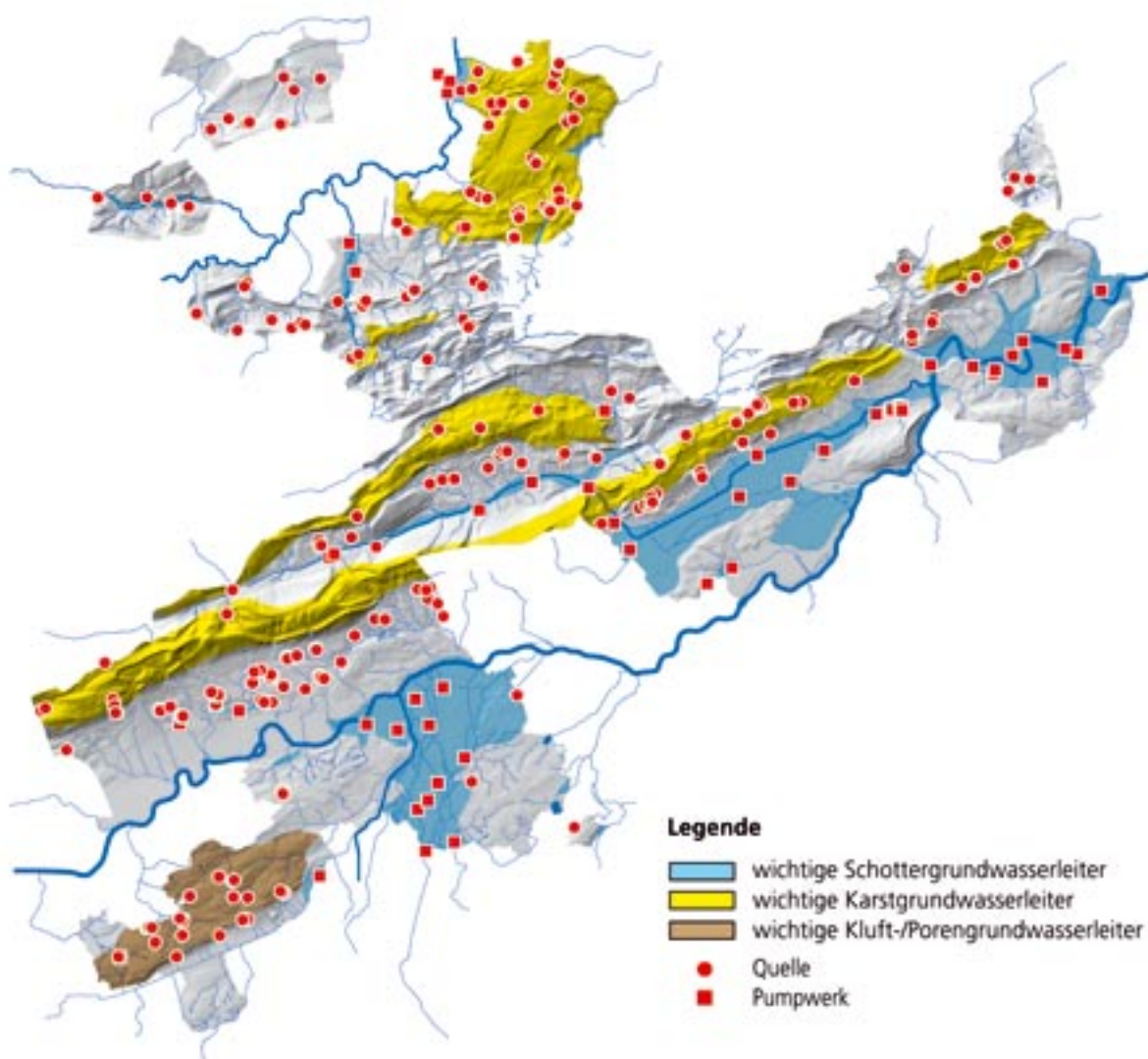
Im Jahr 2000 konnte mit der Umsetzung des Projektes im *oberen Dünnergäu* zwischen Oensingen und Neuendorf begonnen werden. Im Laufe des Jahres 2002 werden die Massnahmen auf das *untere Dünnergäu* ausgedehnt. Erste Erfolge sind bereits ersichtlich. Nachdem der Nitratgehalt beim Pumpwerk Neufeld in Neuendorf seit dessen Inbetriebnahme anfangs der 90er-Jahre kontinuierlich bis 39 mg/l angestiegen war, konnte dieser Trend Ende der 90er-Jahre gestoppt werden. Die Nitratgehalte sind anschliessend leicht zurückgegangen und liegen heute mit 36 mg/l so tief wie schon lange nicht mehr. Zur Zeit wird überprüft, ob ähnliche Projekte auch in anderen Grundwassergebieten gestartet werden sollen.

Die systematische Aufnahme der mit Abfällen belasteten Standorte im Kanton Solothurn (Abfallablagerungen, Betriebs- und Unfallstandorte) und die Sanierung solcher Standorte, welche die Gewässer, den Boden oder die Luft belasten, wird ebenfalls einen wichtigen und nötigen Beitrag zur Verbesserung der Grundwasserqualität leisten. Diese Arbeiten werden jedoch erst in rund zwanzig Jahren abgeschlossen sein.

Bei all diesen Anstrengungen wird es weiterhin eine wichtige Aufgabe bleiben, eine optimale Abwasserbeseitigung im Siedlungsraum, aber auch im Landwirtschaftsgebiet anzustreben. Insbesondere ist sicherzustellen, dass Abwasserkanäle saniert werden, bevor diese undicht sind. Abwasserbehandlungsanlagen sollen zudem ohne Unterbruch hohe Reinigungsleistungen erbringen, damit möglichst wenig Schmutzstoffe in die Fliessgewässer und von dort in das Grundwasser gelangen.

## 9 WASSERVERSORGUNG

Im Kanton Solothurn werden 100% des Trinkwassers aus dem Grundwasser bezogen. Insgesamt werden im Kanton rund 40 Millionen Kubikmeter Wasser pro Jahr oder rund 433 Liter pro Einwohner und Tag verbraucht (inkl. Industrie, Gewerbe und Netzverluste). Um die Trink- und Brauchwasserversorgung weiterhin langfristig sicherzustellen, müssen die Grundwasservorkommen und Fassungen umfassend geschützt werden.



**Grundwasserfassungen (Pumpwerke und Quellfassungen) im Kanton Solothurn.** Die grossen Pumpwerke der öffentlichen Wasserversorgung liegen entlang der Grundwasserleiter von Aare, Emme, Dünner und Lüssel. Die grossen Quellen werden vom Karstgrundwasser gespeisen.

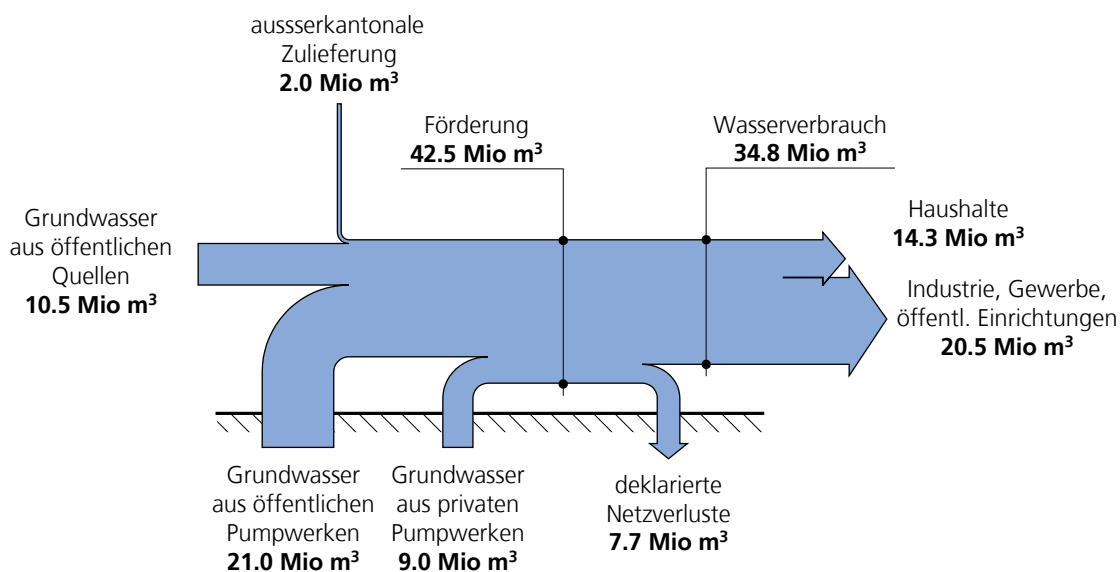


## Das Solothurner Trinkwasser stammt ausschliesslich aus dem Grundwasser

Aufgabe der Wasserversorgungen ist die Lieferung von Trinkwasser in ihren Versorgungsgebieten und das in einwandfreier Qualität für die Haushaltungen, die Industrie und das Gewerbe. Üblicherweise sind die Wasserversorgungen auch für die Bereitstellung von Wasser für die Brandbekämpfung zuständig.

Das Trinkwasser im Kanton Solothurn stammt ausschliesslich aus dem Grundwasser. Zum Grundwasser zählt auch das Quellwasser. Die jährliche Fördermenge an Grund- und Quellwasser beträgt 40 Millionen Kubikmeter. So gross diese Menge auch erscheinen mag, sie entspricht lediglich 4 Prozent der Niederschlagsmenge, die im Durchschnitt jährlich auf das Kantonsgebiet fällt.

Etwa drei Viertel des gesamten genutzten Grundwassers für Trinkwasser und Brauchwasser stammen aus gut 100 Pumpwerken und ein Viertel aus rund 2'700 gefassten Quellen. Von diesen dienen etwa 700 ausschliesslich der Trinkwasserversorgung. Zudem besteht ein gutes Dutzend grösserer Anlagen zu Kühl- oder Heizzwecken, bei denen Grundwasser nach der Nutzung wieder in der unmittelbaren Umgebung des Fassungsbauwerkes versickert wird.



**Trinkwasserbilanz im Kanton Solothurn.** Im Kanton wurden von 1994 - 2000 jährlich rund 40 Mio. Kubikmeter Grundwasser aus Quellen und Pumpwerken entnommen und noch ca. 2 Mio. Kubikmeter aus Nachbarkantonen importiert.

## **Die Gemeinden sind zuständig für die öffentliche Wasserversorgung und den gesetzlich vorgeschriebenen Schutz der Fassungen**

Die Wasserversorgung gehört zu den traditionellen Tätigkeitsgebieten der öffentlichen Hand. In der Regel werden sie durch die politischen Gemeinden betrieben. In den Städten Grenchen, Solothurn und Olten und auch in einigen grösseren Gemeinden ist die Wasserversorgung noch mit anderen Versorgungsaufgaben betraut. Die zuständigen Betriebe übernehmen zum Beispiel auch die Gas- und Elektrizitätsversorgung. In anderen Regionen haben sich mehrere Gemeinden zu Zweckverbänden oder neu auch zu öffentlich rechtlichen Aktiengesellschaften zusammengeschlossen. Sie nehmen die Aufgaben der Wasserversorgung gemeinsam wahr und betreiben im Idealfall die Wassergewinnung, -speicherung und -verteilung für die einzelnen Gemeinden. Oft sind Zweckverbände jedoch lediglich für den Ausgleich von Fehlmengen der kommunalen Wasserversorgungen zuständig, wie sie etwa während Trockenzeiten auftreten können. Des Weiteren bestehen zahlreiche Verträge, welche die Wasserlieferung zwischen einzelnen Wasserversorgungen regeln.

Die verschiedenen Wasserversorgungen weisen gemäss der Zahl von versorgten Einwohnern unterschiedliche Grössen auf. Die grössten Betriebe liefern Trinkwasser an mehr als 20'000 Personen, die Mehrheit sind jedoch kleine Wasserversorgungen, die weniger als 500 Personen beliefern. Als Ausnahme gibt es im Kanton Solothurn immer noch drei kleine Gemeinden im Bucheggberg, die über keine öffentliche Wasserversorgung verfügen.

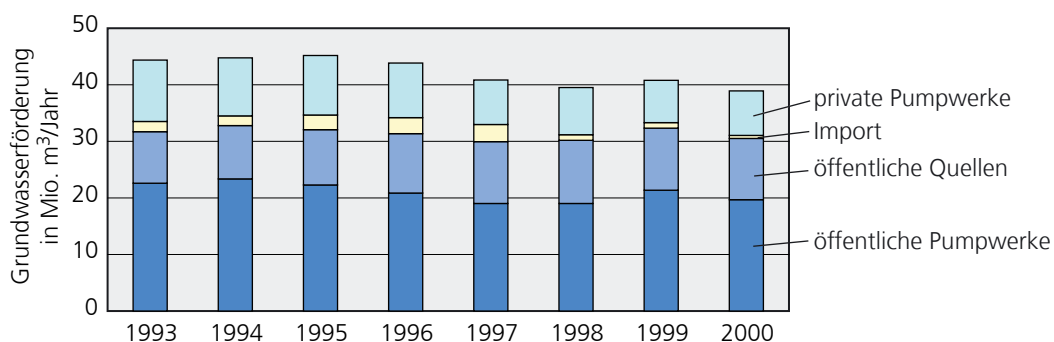


Wasserversorgungen sind komplexe Betriebe mit einer grossen Aufgabenvielfalt. In der Regel verfügen sie über Anlagen zur Grundwassergewinnung (Filterbrunnen, Pumpwerke, Quellfassungen), Reservoirs zur Aufbewahrung von Trinkwasser, Steuerungsanlagen und ein entsprechendes Leitungsnetz. Das gesamte Trinkwasserleitungsnetz im Kanton Solothurn dürfte rund 1'500 km lang sein.

Trotz dieser komplexen Infrastruktur und dem aufwändigen Betrieb der Wasserversorgungen ist der Preis für das Wasser immer noch sehr günstig, denn 1'000 Liter Trinkwasser kosten im solothurnischen Durchschnitt lediglich Fr. 1.40 pro m<sup>3</sup>. Dieser Preis dürfte in Zukunft in verschiedenen Gemeinden beträchtlich erhöht werden müssen, damit der Werterhalt und die Erneuerung der Anlagen finanziert werden kann.

## Im Solothurner Haushalt werden täglich pro Person 160 Liter Trinkwasser verbraucht

Die von den Wasserversorgungen gemeldeten Werte der geförderten Grundwassermengen werden jährlich in den «Umweltdaten» (früher Hydrographisches Jahrbuch) des Kantons publiziert.



**Entwicklung des Wasserverbrauchs 1994 - 2000.** In den vergangenen Jahren ist der Wasserverbrauch leicht rückgängig. Das liegt vor allem daran, dass verbrauchsärmere Armaturen und Sanitärapparate eingesetzt werden und eine Zunahme in der Sensibilität der Konsumentinnen und Konsumenten bezüglich des Wassersparens sowie der Schonung der Wasserressourcen feststellbar ist.

Der jährliche Pro-Kopf-Verbrauch von Trink- und Brauchwasser betrug im Jahr 2000 rund 160 Kubikmeter. Dies entspricht einem Verbrauch von 433 Litern pro Einwohner im Tag. Etwa 160 Liter pro Tag werden davon im Haushalt verbraucht. Der grössere Teil wird in der Industrie, im Gewerbe und für öffentliche Zwecke verwendet. Lediglich etwa 5 bis 6 Liter pro Kopf werden täglich zum Kochen und Trinken verwendet. Das sind gerade noch 3 % des im Haushalt verwendeten Wassers. Etwa 18 % des geförderten Grundwassers gehen im Kanton Solothurn durch Netzverluste verloren. Das ist im Vergleich mit den besten Wasserversorgungen der Schweiz überdurchschnittlich viel.

## Für die Öffentlichkeit genutzte Grundwasserfassungen müssen mit Schutzzonen geschützt werden

Grundwasserfassungen in der Talaue – vor allem südlich des Juras – liegen natürlicherweise entlang von Flüssen. Der Fliessweg zwischen Oberflächengewässer, wo das Wasser in den Grundwasserleiter infiltriert und der Grundwasserfassung, wo es entnommen wird, ist oft sehr kurz. Bei dieser Situation wird die Qualität des Grundwassers direkt durch die Qualität des Oberflächenwassers beeinflusst.

Das unmittelbare Umfeld von Pumpwerken und Quelfassungen, deren Trinkwasser öffentlich genutzt wird, muss mit Schutzzonen geschützt werden. Dies schreibt das Gewässerschutzgesetz vor. Damit soll verhindert werden, dass die Förderanlagen beschädigt oder das Grundwasser in unmittelbarer Nähe der Fassungsanlagen verschmutzt wird. Die Schutzzonen haben dabei in erster Linie die Aufgabe, mikrobiologische Verunreinigungen zu verhindern. In den Schutzzonen ist das Errichten von Bauten, der Einsatz von Dünger wie Gülle, Pflanzenbehandlungsmittel (z.B. Herbizide), das Abstellen von Fahrzeugen, die Lagerung von wassergefährdenden Stoffen usw. verboten oder eingeschränkt.



Im Kanton Solothurn wurde bereits in den 70er-Jahren mit der Ausscheidung von Grundwasserschutzzonen begonnen. Heute besitzen mit wenigen Ausnahmen alle Grundwasserfassungen, die der öffentlichen Wasserversorgung dienen, von den Behörden genehmigte Grundwasserschutzzonen. Allerdings entsprechen nicht alle Schutzzonen den geforderten gesetzlichen Vorgaben. Oft konnten schon bei der Ausscheidung nicht alle Anforderungen an eine Schutzzone eingehalten werden, weil beispielsweise das Umfeld der Grundwasserfassung schon zum Teil überbaut war. Die Vorschriften sind über die Jahre zunehmend verschärft worden. Zum Beispiel wurde im Rahmen der letzten Revision des Gewässerschutzgesetzes ein grundsätzliches Gülleverbot in der sog. *engeren Schutzzone* verfügt.

Abklärungen in den letzten Jahren ergaben, dass es im Kanton Solothurn grundsätzlich in allen Regionenl möglich ist, für die Wasserversorgung bestehende Grundwasserfassungen zu nutzen, die über *vollwertige Schutzzonen* verfügen. Fassungen, welche die gestellten Bedingungen nicht mehr erfüllen, sollen in nächster Zeit aufgehoben werden. Bei anderen Fassungen sind die Schutzzonen und die dazugehörigen Reglemente zu revidieren und auf den neusten Stand zu bringen. Die Gemeinden werden auf jeden Fall angehalten, im Bereich Wasserversorgung in Zukunft noch stärker zusammenzuarbeiten.

Weniger günstig sieht die Situation bei jenen privaten Grundwasserfassungen aus, die im öffentlichen Interesse stehen. Dazu gehören beispielsweise Fassungen von abgeschiedenen Gastbetrieben im Jura, die nicht an die öffentliche Wasserversorgung angeschlossen sind. Viele der dafür genutzten Quellen sind noch nicht durch Schutzzonen geschützt. Hier besteht ein Handlungsbedarf. Für zahlreiche solcher Quellen müssen die Besitzer in den nächsten Jahren Schutzzonen ausscheiden.

## Mit dem Ausscheiden von Zuströmbereichen können Grundwasserfassungen noch besser geschützt werden

Schutzzonen allein können oft das Eindringen von Nährstoffen und Schadstoffen in Grundwasserfassungen nicht verhindern. Dies gilt zum Beispiel für Nitrat oder für Pflanzenbehandlungsmittel, die grundwassergängig und nicht abbaubar sind. Hier gilt es, bei Bedarf Zuströmbereiche auszuschneiden.

Im Gegensatz zu den Grundwasserschutzzonen umfasst ein Zuströmbereich praktisch das gesamte Einzugsgebiet einer Fassung, ist also bedeutend grösser als diese. In der Gewässerschutzverordnung werden im Zuströmbereich von Grundwasserfassungen unter anderem Nutzungsbeschränkungen für die Landwirtschaft gefordert, denn Gewässer können bei der Bodenbearbeitung wegen der Abschwemmung und Auswaschung von Stoffen verunreinigt werden.

Die Bodeneigenschaften spielen bei diesen Prozessen eine wichtige Rolle. Dank der Daten, die mit Hilfe einer modernen Bodenkartierung erhoben werden, können genaue Hinweise zu den kritischen Belastungspfaden gewonnen werden. So sind Auswaschungen und Abschwemmungen in starkem Masse von Körnung und Struktur der Bodenoberfläche abhängig.

Im Dünnerngäu sind für alle wichtigen öffentlichen Grundwasserfassungen bereits Zuströmbereiche ausgeschieden worden. Zur Zeit wird geprüft, ob Zuströmbereiche auch andernorts festgelegt werden sollen.

## Generelle Wasserversorgungsprojekte (GWP) sind nachzuführen

Im Zuge der Überarbeitung der Bauzonenpläne in den Gemeinden müssen auch die Generellen Wasserversorgungsprojekte (GWP) überprüft und nachgeführt werden.

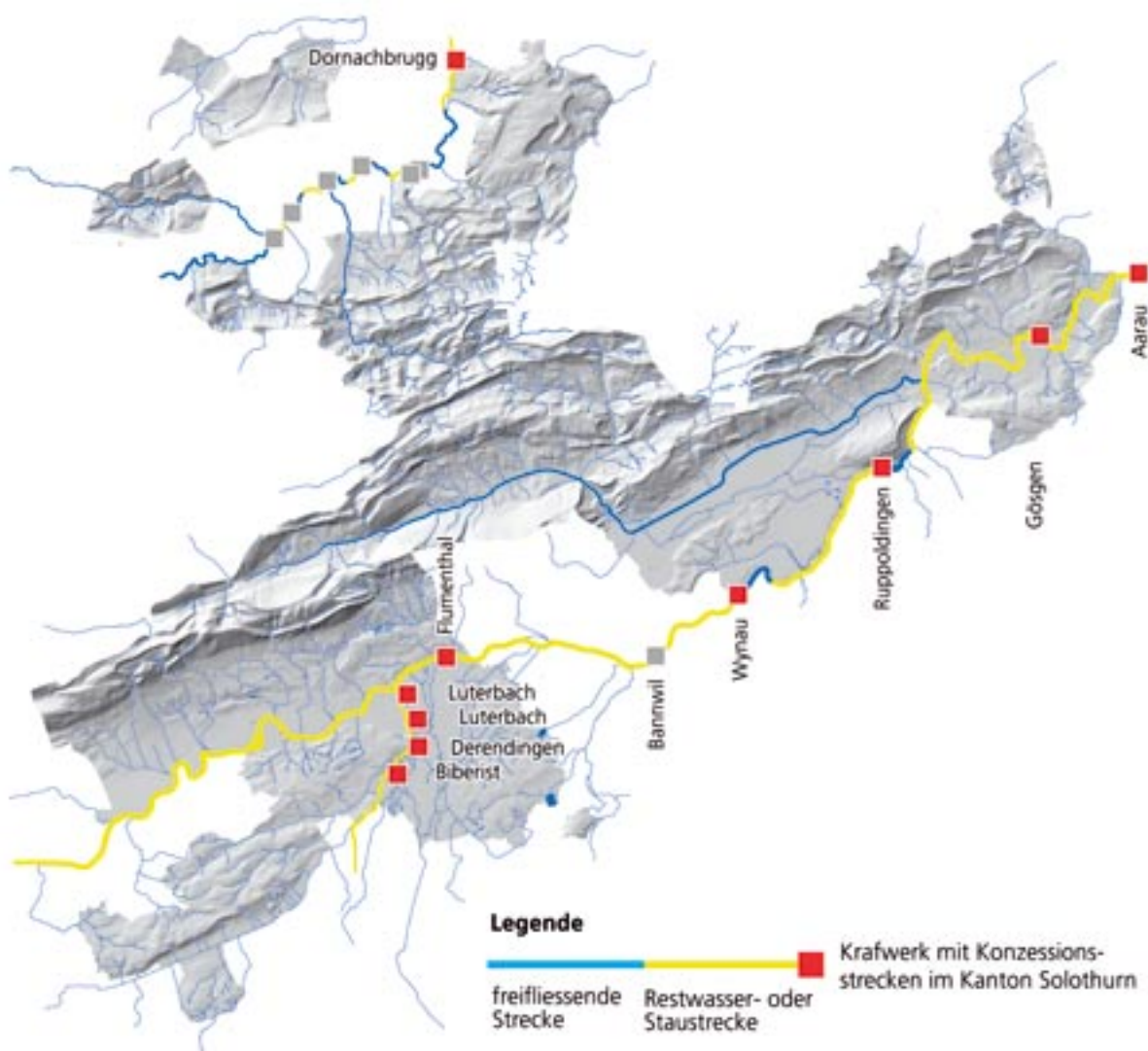
Generelle Wasserversorgungsprojekte – GWP	Anzahl Gemeinden des Kantons Solothurn
Bereits angepasst	52
Zur Zeit in Bearbeitung	39
Noch nichts unternommen	37

**Stand Ende 2001 der Anpassung der Generellen Wasserversorgungsprojekte – GWP.**  
Es ist damit zu rechnen, dass frühestens in 10 Jahren sämtliche GWP im Kanton Solothurn überarbeitet und nachgeführt sind.

Im Rahmen dieser GWP-Bearbeitung sind die Gemeinden aufgefordert darzulegen, wie sie die Trinkwasserversorgung in Notlagen sicherstellen. Neu muss mit dem GWP auch aufgezeigt werden, wie die Wasserversorgung ausserhalb der Bauzone wahrgenommen wird, denn auch dort müssen die gesetzlichen Vorgaben erfüllt sein. Es ist damit zu rechnen, dass frühestens in 10 Jahren sämtliche GWP überarbeitet und nachgeführt sein werden.

# 10 WASSERKRAFT

Das Energiepotential der Aare wird zur Erzeugung von Elektrizität praktisch ausgeschöpft. Das gleiche gilt für die Birs. Dementsprechend bestehen nur noch wenige freifliessende Strecken an diesen Gewässern. Mit dem Neubau des Kraftwerkes Ruppoldingen wurde ökologischer Ausgleich geschaffen, der den ursprünglichen Verlust an Naturwerten auf dieser Aarestrecke zum Teil kompensiert.



**Bedeutende Wasserkraftwerke im Kanton Solothurn.** Im Kanton Solothurn bestehen insgesamt 10 grössere Wasserkraftwerke. Ihre Gesamtjahresproduktion beträgt ca. 770 Mio. kWh. Sie decken damit rund die Hälfte des Solothurner Stromkonsums. Die Gesamtleistung der Wasserkraftwerke ist allerdings im Vergleich mit der Leistung des Kernkraftwerkes Gösgen gering. Dieses weist mit 7'800 Mio. kWh eine fast 10-mal grössere Jahresproduktion aus.

## An der Aare bestehen nur noch zwei kurze freifliessende Gewässerstrecken bei Wolfwil und Olten

Kraftwerk	Installierte Leistung	Maximale Leistung	Mittlere Jahresproduktion
Gösgen (Aare)	51.2 MW	46.0 MW	300 Mio. kWh/a
Neu Ruppoldingen (Aare)	23.0 MW	20.8 MW	114 Mio. kWh/a
Flumenthal (Aare)	21.7 MW	21.7 MW	140 Mio. kWh/a
Aarau (Aare, Kt. Aargau)	22.3 MW	16.0 MW	109 Mio. kWh/a
Wynau (Aare)	23.2 MW	14.0 MW	91 Mio. kWh/a
Dornachbrugg (Birs)	1.54 MW	1.54 MW	7.4 Mio. kWh/a
ADEV Luterbach (Emme)	0.86 MW	0.82 MW	5.2 Mio. kWh/a
Bibersit (Emme)	0.60 MW	0.42 MW	2.2 Mio. kWh/a
Derendingen (Emme)	0.34 MW	0.31 MW	2.1 Mio. kWh/a
Hydroelektra Luterbach (Emme)	0.28 MW	0.28 MW	1.4 Mio. kWh/a

**Bedeutende Wasserkraftwerke im Kanton Solothurn.** Neben diesen 10 namhaften Wasserkraftwerken von unterschiedlicher Grösse gibt es noch eine ganze Reihe von Kleinkraftwerken.

Die Nutzung der Wasserkraft zur Stromerzeugung erfolgt mit einer Reihe von Kraftwerken an der Aare, der Birs und am Emmenkanal. Die Aare und die Birs sind praktisch vollständig ausgebaut und deren Wasserkraftpotential ist ausgeschöpft. Es gibt nur noch wenige freifliessende Gewässerstrecken an der Aare.

Auf den rund 52 km Solothurner Aarelauf sind nur noch etwa 10 % von der Wasserkraftnutzung unbeeinflusst. Eine freie Fließstrecke von rund 5 km besteht noch bei Wolfwil unterhalb des Kraftwerkes Wynau. Deren Qualität könnte jedoch durch das Stollenprojekt, das in der neuen Konzession dieses Kraftwerkes vorgesehen ist, beeinträchtigt werden. Eine zweite freifliessende Strecke von rund 3 km gibt es bei Olten unterhalb des Kraftwerkes Neu-Ruppoldingen.

## Die Wasserkraftwerke haben Auswirkungen auf das Gewässerökosystem der Aare

Das heutige Abflussregime der Aare entspricht wegen den Juragewässerkorrekturen und der vorhandenen Kraftwerksbauten nicht mehr dem natürlichen Zustand. Andererseits sichert die Regulierung des Aareabflusses beim Ausfluss des Bielersees (Wehr in Port) den Hochwasserschutz entlang der Aare. Eingriffe in das Abflussgeschehen wirken sich vor allem auf die Hoch- und Niederwasserführung aus.

Durch die Stauhaltungen der Flusskraftwerke mit konstant gehaltenen Staukoten sind die Voraussetzungen für die Bildung von Auenlandschaften auf weiten Strecken nicht mehr gegeben. Einzig beim Kraftwerk Neu-Ruppoldingen mit der um 1.2 m variierenden Staukote und den flachen Gebieten unterhalb des Kraftwerkes können sich diese vom Wasser gestalteten Lebensräume noch entwickeln.

Wegen des Rückhalts von Geschiebe in den Seitengewässern weist die Aare ab Solothurn zu wenig Geschiebe auf und dessen Transport in die unterliegenden Flussabschnitte ist praktisch unterbrochen. Das Geschiebedefizit beeinträchtigt ebenfalls die Auenbildung und führt zu einem Abtrag von Kiesbänken und Inseln sowie zu verstärkter Ufer- und Flusssohlenerosion. In den durch die Ausleitkraftwerke geschaffenen Restwasserstrecken fliesst zudem nur noch ein Bruchteil der ursprünglichen Wassermengen.



### **Fischwege bei den Kraftwerken stellen die Vernetzung der Lebensräume sicher**

Die hydroelektrischen Anlagen stellen nicht nur Hindernisse für die freie Wanderung der Wassertiere dar, die langsam fliessenden Stauhaltungen bieten auch grundlegend andere Lebensräume als das ursprünglich freifliessende Gewässer. Zum Beispiel werden strömungsliebende Fischarten und andere Wasserorganismen aus den seeähnlichen Flussstrecken verdrängt. Kieslaichende Fischarten wie die Äsche können dort auch keine geeigneten Brutstätten mehr finden.

Die technischen Fischwege bei den verschiedenen Kraftwerken und Wehren an der Aare stellen sicher, dass wandernde Wasserorganismen aufsteigen können und deren Lebensräume vernetzt sind. Mit dem Neubau des Kraftwerkes Ruppoldingen und dem Umbau des Kraftwerkes Gösigen durch die Atel wurden und werden die Fischwege zur Überwindung der vorhandenen Staustufen entscheidend verbessert. In Neu-Ruppoldingen sorgt ein grosszügiges Umgehungsgewässer für neuen Fischlebensraum und stellt den Aufstieg aller wandernden Wassertiere sicher.



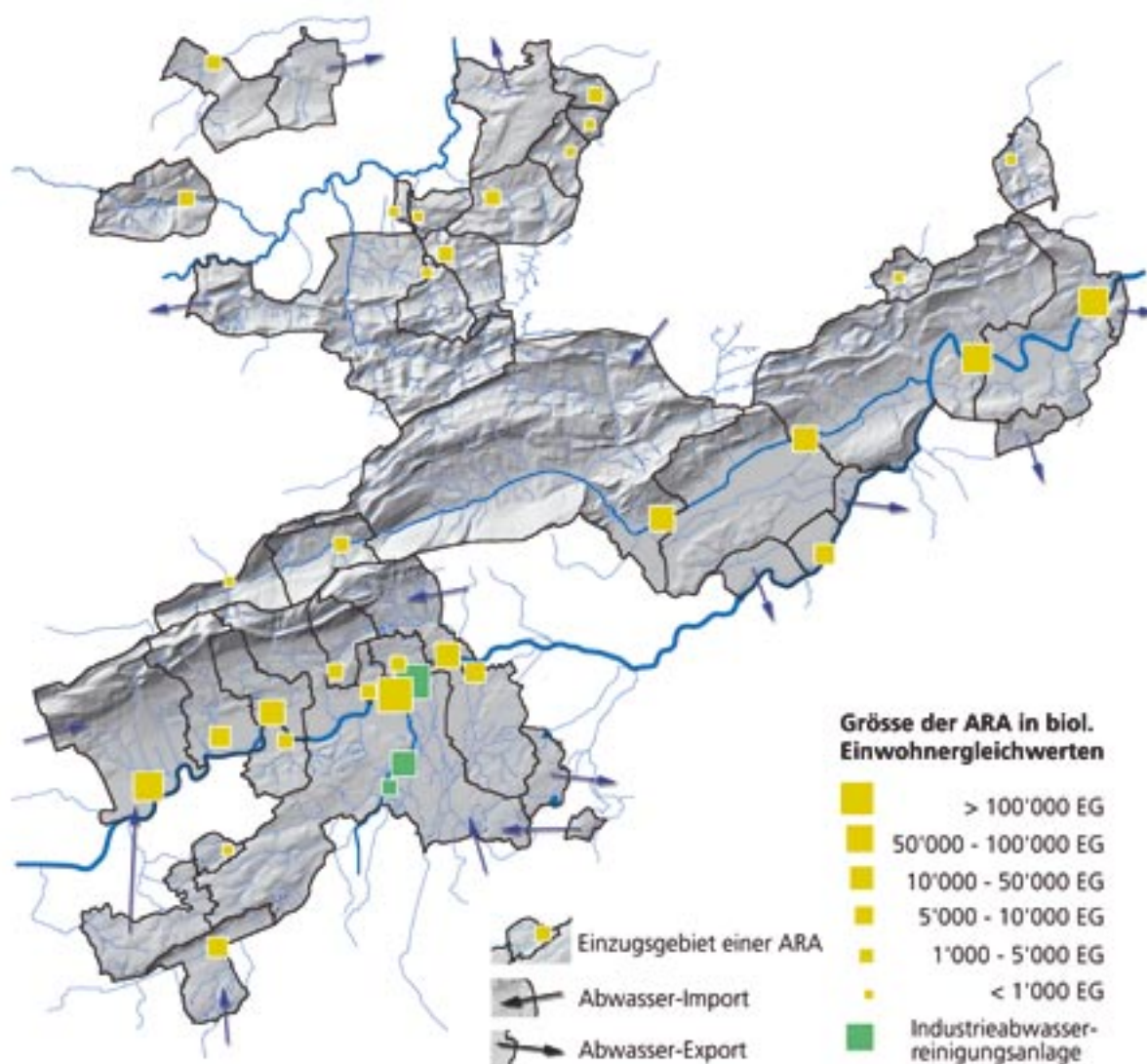
## In Planung stehende Verbesserungen

Die folgenden Verbesserungen der Lebensraumverhältnisse für Wasserorganismen sind in den kommenden Jahren im Einflussbereich von bestehenden Wasserkraftwerken vorgesehen:

- Im Rahmen der Erneuerung der Maschinenanlagen des Kraftwerkes Gösgen ist beim Wehr Winznau ein Umgehungsgewässer geplant. Dieses wird voraussichtlich 2003 in Betrieb genommen werden können. Eine technische Aufstiegshilfe beim Maschinenhaus mit Zubringer in die Alte Aare wird in diesem Zusammenhang geprüft.
- Im Zusammenhang mit dem gleichen Projekt ist auch eine Erhöhung des Restwassers in der Alten Aare vorgesehen. In einer Untersuchung der Restwasserproblematik beim Kraftwerk Gösgen wird ein saisonal abgestuftes Dotierregime vorgeschlagen, mit einer geringeren Abflussmenge von 7 bis 8 m<sup>3</sup>/s in den Wintermonaten und einer höheren von 13 bis 15 m<sup>3</sup>/s im Sommerhalbjahr. Dies entspricht einer Verdoppelung des Jahresdurchschnitts von bisher 5 m<sup>3</sup>/s auf rund 10 m<sup>3</sup>/s. Dieses neue Dotierregime tritt spätestens im Jahr 2007 in Kraft.
- Beim Stauwehr des Kraftwerkes Aarau in Niedererlinsbach ist geplant, im Jahr 2003 einen Fischpass zu erstellen. Zugleich wird die bestehende Restwassermenge von heute 5 m<sup>3</sup>/s auf 10 m<sup>3</sup>/s erhöht werden.
- Der Geschiebetrieb in der Aare soll aktiviert werden. Eine entsprechende Studie wurde 1996 ausgearbeitet und soll schrittweise umgesetzt werden. Sie sieht vor, Geschiebe aus den Seitengewässern, insbesondere der Emme, wieder der Aare zuzuführen. Das Geschiebe soll sich wieder aareabwärts bewegen, damit wie früher eine natürliche Gewässersohle entstehen kann. In diesem Zusammenhang sind unter anderem zwei Kiesbänke bei Wangen und Aarwangen geplant. Das Projekt «Reaktivierung des Geschiebetriebes an der Aare» würde auch die Einbusse durch das geplante Stollenprojekt des Kraftwerkes Wynau erheblich mildern und den Aareraum bei Wolfwil deutlich aufwerten.
- Der Einfluss des Kantons Solothurn auf die Birs ist klein, da er nur in Bärschwil und Dornach auf einer kurzen Strecke Anstösser ist. Es ist jedoch denkbar, dass im Rahmen des Projekts «Regionalen Entwässerungsplanung Birs» etwas bewegt werden kann. Die Kantone Bern, Basellandschaft, Jura und Solothurn bearbeiten zur Zeit dieses Projekt gemeinsam.

# 11 ABWASSERBESEITIGUNG

In den 12 grössten zentralen Abwasserreinigungsanlagen (ARA), die alle südlich des Juras liegen, werden rund 95% des im Kanton Solothurn anfallenden Abwassers gereinigt. Der Anschlussgrad der Solothurner Bevölkerung liegt mit 97% leicht über dem schweizerischen Durchschnitt. Die Reinigungsleistung der Abwasserreinigungsanlagen entspricht nicht mehr überall den Anforderungen der Gewässerschutzgesetzgebung. Eine Reihe kleinerer Abwasserreinigungsanlagen ist dringend sanierungsbedürftig.

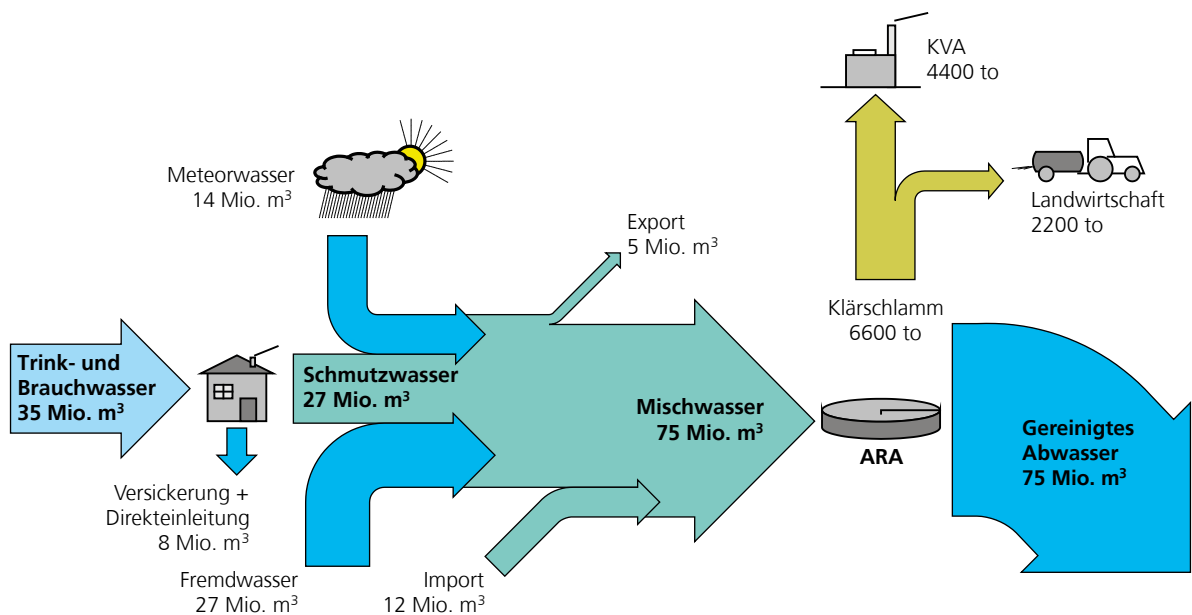


**Im Kanton Solothurn gibt es 31 kommunale und regionale und 3 grosse Industrie-Abwasserreinigungsanlagen.** In den öffentlichen Abwasserreinigungsanlagen des Kantons können täglich 250'000 m<sup>3</sup> Abwasser gereinigt werden. Die drei grossen Industriebetriebe, die ihr Abwasser in eigenen Abwasserreinigungsanlagen klären, verarbeiten pro Tag allein fast 90'000 m<sup>3</sup> Abwasser.

## 97 % der Solothurner Bevölkerung sind an eine Abwasserreinigungsanlage angeschlossen

Das jährlich im Kanton Solothurn anfallende Abwasser von 75 Millionen Kubikmetern wird in 14 regionalen und 17 kommunalen Abwasserreinigungsanlagen (ARA) sowie 6 ausserkantonalen Anlagen (Kantone Bern, Basellandschaft und Aargau) gereinigt. Gleichzeitig wird Abwasser von rund 35'000 Einwohnern der Nachbarkantone solothurnischen Kläranlagen zugeführt. Der Abwasserimport beträgt im Jahr rund 12 Millionen, der -export 5 Millionen Kubikmeter.

An die 31 Abwasserreinigungsanlagen sind 97 % der Solothurner Bevölkerung angeschlossen. Die Anlagen haben zusammen eine Kapazität von rund 525'000 biologischen Einwohnergleichwerten (EGW<sub>biol.</sub>). Dies entspricht 250'000 Kubikmeter Abwasser, das pro Tag gereinigt werden kann. In den 12 grössten Abwasserreinigungsanlagen des Kantons (>5'000 EGW<sub>biol.</sub>) werden ungefähr 95 % des gesamten anfallenden Schmutzwassers gereinigt. Sie befinden sich alle im dichter besiedelten Mittelland.



**Alles Trink- und Brauchwasser wird zu Abwasser.** Sauberes Abwasser kann versickert werden. Das mit Schmutz- und Schadstoffen aus Haushalten, Gewerbe und Industrie belastete Abwasser wird durch Regenwasser (Meteorwasser) und Fremdwasser verdünnt. Zu diesem Mischwasser kommt noch Abwasser aus den Nachbarkantonen (Abwasserimport). Eine geringere Abwassermenge wird exportiert, d.h. ausserhalb des Kantons gereinigt.

Die drei grossen Industriebetriebe Attisholz AG, m-real Biberist und Stahlwerk Gerlafingen betreiben eigene Abwasserreinigungsanlagen. Sie werden als Direkteinleiter bezeichnet. Die Kapazität der ersten zwei Anlagen, die das gereinigte Abwasser in die Aare resp. die Emme einleiten, beträgt in biologischen Einwohnerequivalenten gemessen mehr als die Hälfte aller kommunalen und regionalen ARAs zusammen (Attisholz AG 280'000 und m-real 18'700 EGW<sub>biol.</sub> oder 26'300 resp. 12'400 m<sup>3</sup> Abwasser pro Tag). Das Stahlwerk Gerlafingen reinigt sein im Kreislauf geführtes Kühlwasser von Kohlenwasserstoffen (Schmieröle) und Sinter (Eisenoxid). Es verarbeitet pro Tag eine Wassermenge von 48'000 m<sup>3</sup> und leitet im Durchschnitt täglich 450 m<sup>3</sup> Abwasser in die Emme ein.

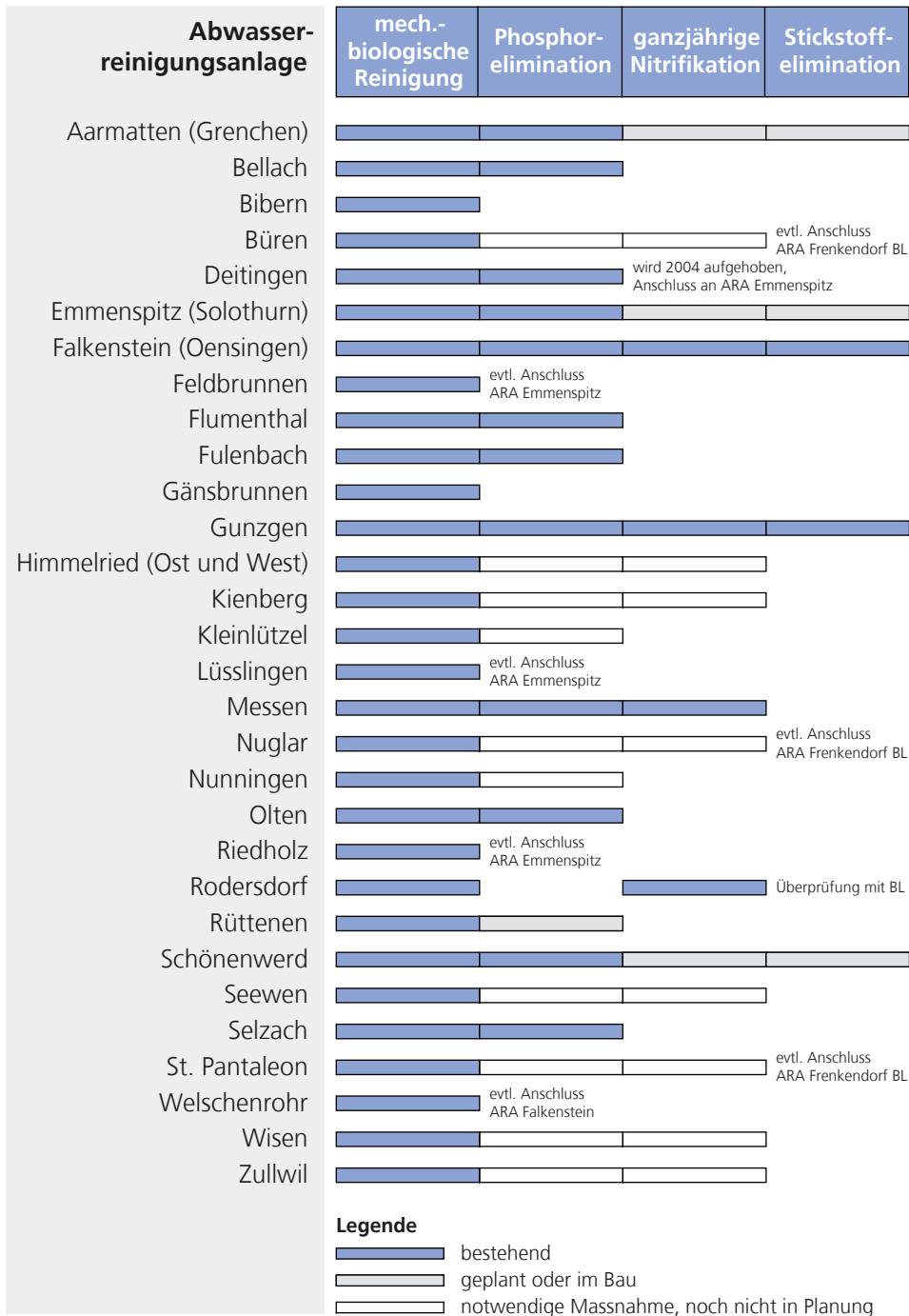
## Der Stand der Solothurner Abwasserreinigung

In den zentralen Abwasserreinigungsanlagen der Gemeinden und Regionen wird das aus den Haushalten und Betrieben anfallende Schmutzwasser sowie das von befestigten Flächen aus dem Siedlungsraum abfliessende Regenabwasser (Meteorwasser) soweit gereinigt, wie es zum Schutz der Gewässer notwendig ist.

Es ist Aufgabe der Abwasserreinigung, zuverlässig und ökonomisch die nicht erwünschten Schmutzstoffe aus dem Abwasser zu entfernen und diese so weit aufzubereiten, dass sie umweltverträglich beseitigt werden können. Zu den unerwünschten Verbindungen gehören insbesondere die ungelösten Stoffe, die biologisch abbaubaren organischen Stoffe und die Stickstoffverbindungen Ammonium, Nitrit und Nitrat sowie Phosphor.

Für die abbaubaren organischen Stoffe ergibt sich bei den bestehenden Anlagen eine gute durchschnittliche Reinigungsleistung von rund 90 %. Die 12 grössten Abwasserreinigungsanlagen sind mit einer Phosphatfällung ausgerüstet und entfernen so rund 85 % des Phosphats aus dem Abwasser. Jedoch nur vier Anlagen verfügen heute bereits über Einrichtungen zur ganzjährigen Umwandlung der für Fische toxischen Stickstoffverbindungen Ammonium und Nitrit zu ungiftigem Nitrat (Nitrifikation). Bei zwei dieser Anlagen wird zusätzlich Stickstoff eliminiert (Denitrifikation).

Das gereinigte Abwasser wird schliesslich in die Vorfluter (Fliessgewässer) entlassen. Es enthält immer noch grosse Mengen an gelösten organischen Kohlenstoffverbindungen (DOC), Nährstoffen (Stickstoff- und Phosphorverbindungen) und zudem eine Vielzahl von Schadstoffen, die in der Kläranlage nicht oder nur teilweise abgebaut werden können, so Schwermetalle und Mikroverunreinigungen. Die Auswirkungen dieser Stoffeinträge auf die Wasserqualität werden im Kapitel 4 «Chemischer Zustand der Fliessgewässer und Kleinseen» und im Kapitel 8 «Grundwasserqualität» diskutiert.

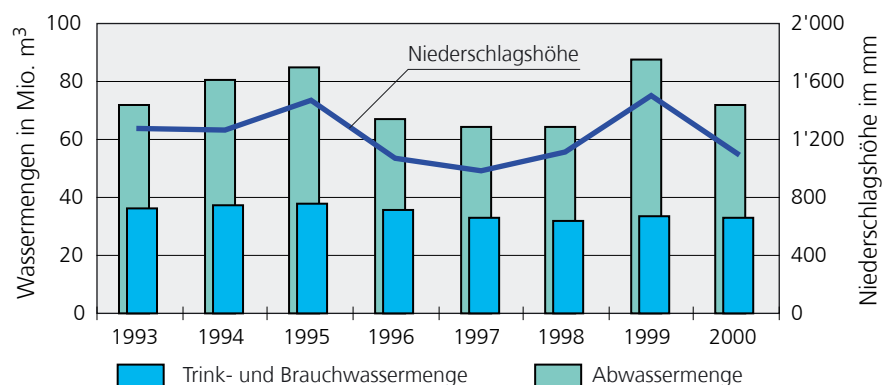


**Stand der Abwasserreinigung im Kanton Solothurn 2002.** Sämtliche 31 Abwasserreinigungsanlagen (ARA) sind bereits seit längerer Zeit in Betrieb. Wie aus der Grafik hervorgeht, müssen bei praktisch der Hälfte der Anlagen weitergehende Reinigungsmassnahmen installiert werden. Bei den grössten Anlagen sind diese bereits vorhanden, im Bau oder geplant. Bei einigen der kleineren Anlagen kommt anstelle eines Ausbaus der Anschluss an eine grössere ARA in Frage. Es ist damit zu rechnen, dass bis spätestens Ende 2010 sämtliche notwendigen Massnahmen zur Verbesserung der Reinigungsleistung erstellt sind.

## Abwasserreinigungsanlagen klären nicht nur das Schmutzwasser aus Haushalt, Gewerbe und Industrie

Die zentralen Abwasserreinigungsanlagen müssen neben dem eigentlichen Schmutzwasser aus den Haushalten, den Gewerbe- und Industriebetrieben auch mit einem hohen Anteil an Regenabwasser und Fremdwasser fertig werden. Als «Regenabwasser» wird der Teil des Wassers bezeichnet, der bei Niederschlägen von befestigten Oberflächen wie Strassen, Parkplätzen oder Hausdächern in die Kanalisation abfließt. Als «Fremdwasser» gilt nicht verschmutztes Abwasser, das zum Beispiel aus Überläufen von Quellwasserfassungen und Laufbrunnen oder aus Drainage- und Sickerleitungen stammt.

Das Einleiten von Regenabwasser und Fremdwasser in die Kanalisation wirkt sich auf die Abwasserreinigung und die Gewässer ungünstig aus: Zum einen wird das ursprünglich saubere Fremdwasser in der Kanalisation mit verschmutztem Abwasser vermischt und damit ebenfalls belastet. Andererseits wird das der Abwasserreinigungsanlage zugeführte Abwasser durch das Fremdwasser verdünnt; damit erschwert sich der Reinigungsprozess. Das anfallende Regenabwasser und das Fremdwasser machen zudem teure Anlagen zur Regenwasserbehandlung notwendig und führen zu erhöhten Betriebskosten, da grössere Wassermengen gepumpt werden müssen.



**Der Mengenvergleich Abwasser-Trinkwasser.** Ein grosser Anteil des Abwassers, das von befestigten Flächen (Hausdächer, Strassen, Plätze) abfließt, ist Niederschlagswasser (Regenabwasser) und sogenanntes Fremdwasser (Sickerwasser, Wasser aus Brunnenüberläufen etc.). Regenabwasser und Fremdwasser machen zusammen rund 60% der gesamten im Kanton Solothurn anfallenden Abwassermenge aus und belasten die Kläranlagen hydraulisch.

Detaillierte Auswertungen der in den Abwasserreinigungsanlagen behandelten Wassermengen zeigen, dass von den 75 Millionen Kubikmeter Abwasser nur rund 40% oder 30 Millionen Kubikmeter eigentliches Schmutzwasser sind. Der Anteil an Fremdwasser beträgt kantonsweit rund 40% und derjenige an Regenwasser rund 20%.

Obwohl sich diese Bilanz in den letzten Jahren bei den verschiedenen Anlagen etwas verbessert hat, besteht nach wie vor ein grosser Handlungsbedarf, den Fremdwasseranteil zu reduzieren. Dieser Handlungsbedarf ist allerdings nicht überall gleich gross. Die Betreiber von Abwasserreinigungsanlagen, in denen das tatsächlich zu klärende Schmutzwasser heute nur etwa 20 % der gesamten behandelten Abwassermenge ausmacht, haben aber ganz offensichtlich zu wenig unternommen!

### **Die Reinigungsleistung verschiedener Kläranlagen muss verbessert werden**

Die grösseren Abwasserreinigungsanlagen wurden bereits ausgebaut oder ein Ausbau ist zur Zeit im Gange. Die Anlagen wurden oder werden auf den neuesten Stand der Technik gebracht, damit sie den Anforderungen der neuen Gewässerschutzgesetzgebung genügen. Mehrere kleinere Anlagen im Kanton erfüllen jedoch die gesetzlichen Anforderungen nicht mehr. Sie müssen in den kommenden Jahren dringend ausgebaut oder mit anderen Anlagen zusammengelegt werden.

Folgende Massnahmen werden zur Zeit realisiert oder sind in Planung:

- Bei den drei grossen Abwasserreinigungsanlagen Aarmatten, Emmenspitz und Schönenwerd ist die Einführung der ganzjährigen Nitrifikation und Stickstoffelimination geplant oder diese ist bereits im Bau. Bei einer kleinen Anlage (Rüttenen) ist die Installation einer Phosphatfällung in Planung.
- Bei weiteren acht Kläranlagen ist die Installation der Phosphatfällung und die ganzjährige Nitrifikation, bei zwei Anlagen nur die Phosphatfällung dringend notwendig. Diese Anlagen sind zur Zeit nicht in der Lage, ihr Abwasser vorschriftsgemäss zu reinigen. Bei drei von ihnen wird aus *technischen* Gründen alternativ zu prüfen sein, ob anstelle eines Ausbaus das Abwasser nicht besser einer anderen geeigneteren Anlage zugeleitet werden soll. Diese Alternative ist bei vier weiteren Anlagen aus *betrieblichen* Gründen zu untersuchen.
- Die drei Industrieabwasserreinigungsanlagen behandeln im Vergleich mit den zentralen Kläranlagen eine sehr grosse Abwassermenge. Ihr Abwasser hat jedoch eine ganz andere Zusammensetzung. Es beinhaltet nur wenige Nährstoffe, dafür aber spezielle organische Kohlenstoffverbindungen und zum Teil auch Kohlenwasserstoffverbindungen wie Öle. Die Anlagen entsprechen heute alle dem Stand der Technik. Sie gelten zum Teil sogar als Vorzeigeobjekte. Diese Spezialanlagen, welche früher nicht immer den Anforderungen an den Gewässerschutz genügten, sind in den letzten Jahren aufwändig saniert worden. Die grossen Investitionen in den Gewässerschutz haben sich bereits ausbezahlt bzw. dürften in den nächsten Jahren positive Auswirkungen zeigen. So wird sich unter anderem die organische Belastung der Aare (als DOC gemessen) durch diese Sanierungen weiter reduzieren.

## Die Beseitigung des Klärschlammes

Aus der Abwasserreinigung fallen jährlich rund 7'000 Tonnen (Trockensubstanz) Klärschlamm an. Dieser enthält einerseits Nährstoffe wie Stickstoff und Phosphor, ist aber andererseits mit Zink, Kupfer, Blei, Nickel, Chrom, Cadmium etc. belastet. Diese Schwermetalle stammen aus dem häuslichen, gewerblichen und industriellen Abwasser. Etwas mehr als die Hälfte des produzierten Klärschlammes wurde in der Vergangenheit in der Landwirtschaft als Dünger verwendet. Für dessen umweltverträgliche Verwertung müsste der Schwermetallgehalt im Schlamm jedoch weiter reduziert werden. Es ist das Ziel des Bodenschutzes, die Qualität des Bodens so zu erhalten, dass seine Fruchtbarkeit langfristig gesichert werden kann. Die Verwendung des Klärschlammes als Dünger wird damit mehr und mehr in Frage gestellt.

Seit Frühjahr 2001 zeichnet sich nun eine radikale Praxisänderung in der Klärschlammmentsorgung ab, die unter anderem durch die Tierseuche BSE ausgelöst wurde: Im Winter 2000/2001 wurde ein generelles Verbot für Dünger aus tierischen Abfällen wie Blut- oder Hornmehl ausgesprochen. Es kann nämlich nicht ausgeschlossen werden, dass auch über solche Düngungen BSE verbreitet werden kann. Im Zuge dieser Diskussion wurde von verschiedenen Stellen ein generelles Verbot für die landwirtschaftliche Klärschlammverwertung gefordert, denn im Klärschlamm befinden sich ebenfalls tierische Abfälle, insbesondere wenn sich Metzgereien und Schlachthöfe im Einzugsgebiet einer Abwasserreinigungsanlage befinden. Im Frühjahr 2001 empfahl deshalb das Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Klärschlamm aus solchen Anlagen nicht mehr landwirtschaftlich zu nutzen.

Neben dem generell sehr klein eingeschätzten BSE-Risiko bestehen jedoch weitere Risiken wegen der breiten Palette von organischen Schadstoffen, die über den Abwasserpfad in den Klärschlamm gelangen. Neben bekannten Stoffen wie Dioxinen sind im Klärschlamm auch endokrin wirkende (hormon-ähnliche) Stoffe festgestellt worden. Diese gelangen sowohl aus den Gewerbe- und Industriebetrieben wie auch von den Haushalten ins Abwasser. Das Wissen um das Gefährdungspotential dieser Schadstoffe und Krankheitserreger ist lückenhaft und hat auf dem Markt zu einer grossen Verunsicherung geführt. Wegen der Düngung mit Klärschlamm können Nahrungsmittel unter Umständen nicht mehr oder schlecht verkauft werden. Dies ist mit ein Grund, dass ab 2002 bei der Produktion von verschiedenen Label-Lebensmitteln der Grossverteiler COOP und MIGROS kein Klärschlamm mehr als Dünger eingesetzt werden darf. Der Schweizerische Bauernverband empfiehlt denn auch seinen Mitgliedern, ab Ende 2002 keinen Klärschlamm mehr für die Düngung zu verwenden.

Diese Situation hat dazu geführt, dass bereits im Jahr 2001 rund zwei Drittel des Klärschlammes im Kanton Solothurn verbrannt wurden. Der Anteil des so entsorgten Schlammes wird in den nächsten Jahren rasch weiter ansteigen und es ist damit zu rechnen, dass ab 2004 oder 2005 sämtlicher Klärschlamm verbrannt werden wird. Die dafür notwendigen Anlagen sind im Kanton Solothurn oder in den benachbarten Kantonen mehrheitlich vorhanden.



## Die Optimierung der Siedlungsentwässerung durch die Generelle Entwässerungsplanung (GEP)

Das auf die traditionelle Siedlungsentwässerung der 60er-Jahre abgestimmte Generelle Kanalisationsprojekt (GKP) beruht vorwiegend auf dem Mischsystem. Es wird seit Anfang der 90er-Jahre durch den Generellen Entwässerungsplan (GEP) abgelöst. Dieser betrachtet die Entwässerung umfassender und differenzierter.

Der GEP schafft die Voraussetzungen zur Erfüllung des neuen Gewässerschutzgesetzes: Es müssen nicht nur alle Möglichkeiten des Wasserrückhaltes geprüft, sondern auch abgeklärt werden, ob im Entwässerungsgebiet für eine Versickerung geeignete Bodenverhältnisse vorliegen (siehe unten). Ist dies der Fall, sind diese beiden Massnahmen auch durchzuführen.

Generelle Entwässerungsplanung – GEP (Stand Ende 2001)	Gemeinden
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gemeinden mit vollständigem GEP</li> <li>• Teilgemeinden mit GEP</li> <li>• Gemeinde ohne GEP-Bedarf</li> </ul>	6 3 1
<b>Gemeinden mit GEP oder ohne Bedarf für GEP</b>	<b>10</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• GEP-Pflichtenheft in Bearbeitung oder genehmigt</li> <li>• GEP-Projektgrundlagen in Arbeit</li> <li>• GEP-Vorprojekt in Bearbeitung</li> <li>• GEP vor Regierungsrätlicher Genehmigung</li> </ul>	14 43 19 1
<b>Gemeinden, die ein GEP vorbereiten oder daran arbeiten</b>	<b>77</b>
<b>Gemeinden, die bez. GEP noch nichts unternommen haben</b>	<b>42</b>

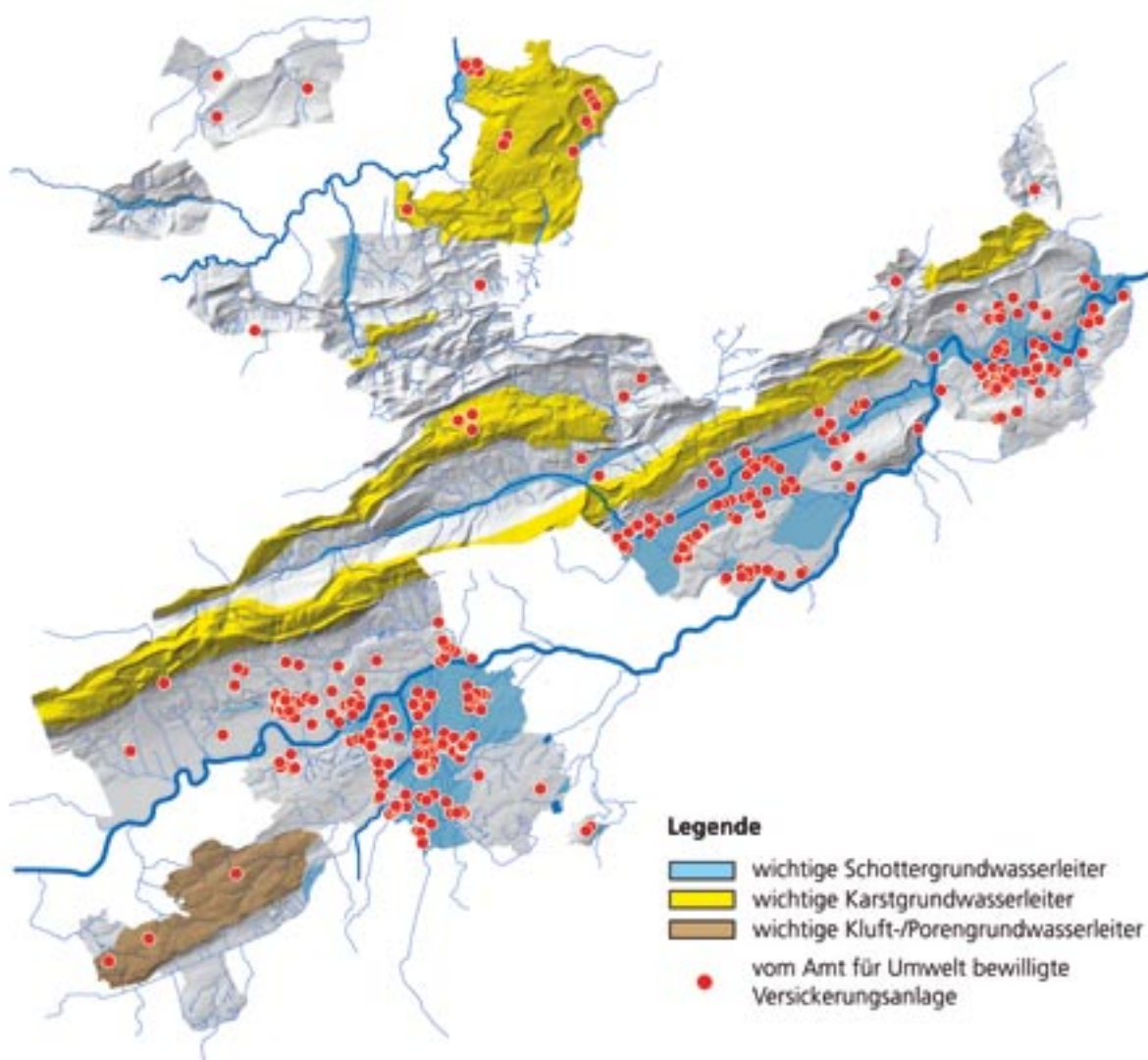
*Stand der Generellen Entwässerungsplanung im Kanton Solothurn. Es ist das Ziel, die Ersterstellung der GEP in allen Gemeinden des Kantons bis spätestens 2010 abzuschliessen.*

Im Kanton Solothurn verfügten Ende 2001 die Gemeinden Däniken, Härkingen, Hauenstein-Ifenthal, Heriswil, Hofstetten-Flüh und Rüttenen, resp. Aeschi, Ramiswil und Solothurn Nord über eine rechtskräftige Generelle Entwässerungsplanung mit ausgewiesenen Versickerungszonen. 116 Gemeinden und 3 Teilgemeinden im Kanton sind mit dieser vom Gesetz vorgeschriebenen Planung noch nicht so weit. Immerhin ist der GEP zur Zeit bei 63 Gemeinden in Bearbeitung.

*Über 40 Gemeinden haben diese Planung noch nicht in Angriff genommen. Sie wurden vom Amt für Umwelt darauf aufmerksam gemacht, dass die Frist für Subventionsbeiträge des Bundes und des Kantons Ende Oktober 2002 abläuft. Es ist das Ziel, bis spätestens 2010 die Ersterstellung der GEP in allen Gemeinden des Kantons abzuschliessen.*

## Der neue Umgang mit Regenwasser

Ein grosser Anteil des Regen- und Schmelzwassers, das früher natürlich im Untergrund versickerte, wird heute in die Kanalisation oder in die Fließgewässer abgeführt. Die Einleitung von Regenwasser in die Kanalisation vermindert die Grundwasserneubildung und hat grosse Abflussspitzen im Kanalisationsnetz zur Folge. Beim verbreiteten Mischsystem (verschmutztes und «sauberes» Abwasser wird gemeinsam abgeleitet) führt dies bei Regenereignissen dazu, dass die Regenüberläufe früh anspringen und Abwasser ungeklärt in die Vorfluter (Fließgewässer) gelangt.



**Bis Ende 2000 wurden vom Amt für Umwelt rund 500 Versickerungsanlagen bewilligt.** Bis Mitte 2001 war grundsätzlich das Amt für Umwelt für die Bewilligung solcher Anlagen zuständig. Neu sind mit wenigen Ausnahmen die Gemeinden für Versickerungsanlagen in der Wohn- und Landwirtschaftszone zuständig, müssen aber über die bewilligten Anlagen dem Amt Meldung erstatten.

Die neue Gewässerschutzphilosophie verlangt einen anderen Umgang mit Regenwasser. Das Gewässerschutzgesetz vom Januar 1991 regelt mit Artikel 7 die Abwasserbeseitigung. Gemäss Absatz 2 dieses Artikels ist das nicht verschmutzte Abwasser nach den Anordnungen der kantonalen Behörden versickern zu lassen. Erlauben die örtlichen Verhältnisse dies nicht, so kann es mit behördlicher Bewilligung in ein oberirdisches Gewässer eingeleitet werden. In diesem Fall sind nach Möglichkeit Rückhaltmassnahmen zu treffen, damit die Abflussspitzen in den Fliessgewässern nicht übermässig verstärkt werden.

### **Die Versickerung von Niederschlagswasser belastet die Böden**

Die neue Praxis hat viele Fragen aufgeworfen. Meteorwasser selbst ist schadstoffbelastet (siehe Kapitel 2). Niederschlagswasser, das von Dachflächen und befestigten Flächen (Strassen, Plätze etc.) innerhalb und ausserhalb des Siedlungsraumes abfließt, wird zusätzlich mit Fremd- und Schadstoffen belastet. Welche Reinigungs- und Rückhaltewirkung müssen Versickerungsanlagen nun erfüllen, damit dieses Wasser ohne Bedenken in den Boden und später ins Grundwasser gebracht werden kann? Hier müssen abgesehen vom Gewässerschutz auch Überlegungen zum Bodenschutz angestellt werden. Im Bereich der Versickerung können sich Schadstoffe über die Zeit akkumulieren und den Boden über die Grenzwerte der Bodenschutzverordnung belasten. Diese Tatsache verlangt nach einer sorgfältigen Bewilligungspraxis.

### **Das Erstellen und Betreiben von Versickerungsanlagen ist bewilligungspflichtig**

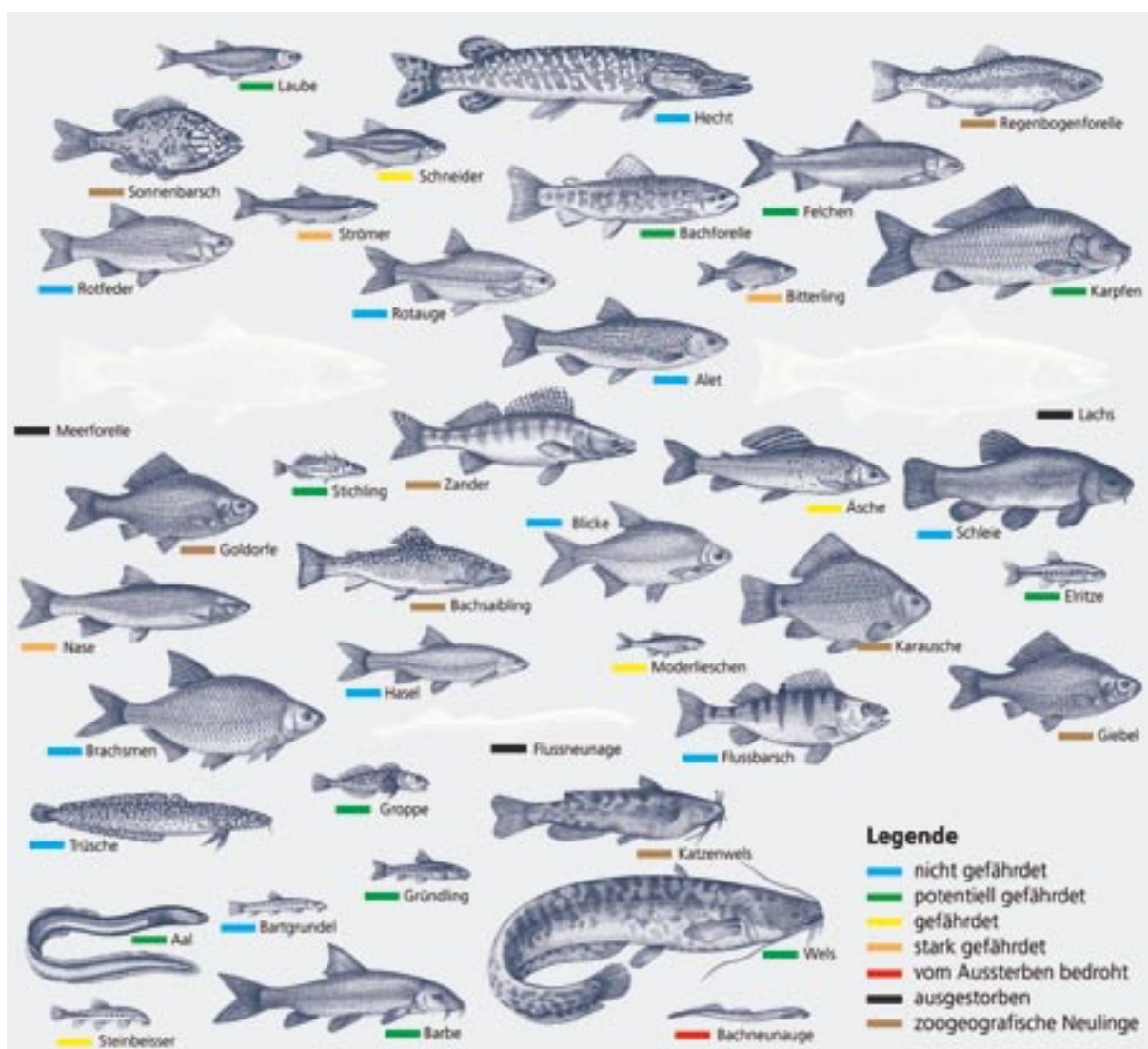
Das Amt für Umwelt zeigt in einem Handbuch auf, wie beim Rückhalt und der Versickerung von Regenwasser im Liegenschaftsbereich umgegangen werden soll (Neuer Umgang mit Regenwasser – Retention und Versickerung von Regenwasser im Liegenschaftsbereich, AfU Berichte Nr. 38, Juni 1997). Das Erstellen und Betreiben von Versickerungsanlagen ist grundsätzlich bewilligungspflichtig. Seit Mitte 2001 sind mit wenigen Ausnahmen die Gemeinden für die Bewilligung von Versickerungsanlagen in der Wohn- und Landwirtschaftszone zuständig. Sie müssen dem Kanton die bewilligten Anlagen melden.

Versickerungsanlagen sind vom Eigentümer periodisch zu kontrollieren und zu erhalten. Der Inhaber einer solchen Bewilligung haftet für alle Schäden und Nachteile gegenüber dem Staat und Dritten.



# 12 ANGELFISCHEREI

Fische sind aussagekräftige Zeigerorganismen für Veränderungen in der Umwelt. Auch im Kanton Solothurn sind die Fischbestände in den letzten Jahrzehnten drastisch zurückgegangen. Sie reagieren auf Eingriffe in das natürliche Fließregime, die Gewässerstruktur oder den chemischen Zustand eines Gewässers. Die aktuelle Situation erfordert dringend eine Verbesserung der Lebensbedingungen für die einheimische Gewässerfauna.



**Die im Kanton Solothurn vorkommenden Fischarten.** In den solothurnischen Gewässern kommen heute 38 Fischarten vor. Acht Arten sind Fremdlinge und sind eingeschleppt worden. Zwei Drittel der heimischen Fischarten sind mehr oder weniger gefährdet und drei Arten sind bereits ausgestorben.

## Viele Arten der einheimischen Fischfauna sind in ihrem Vorkommen gefährdet

Nach dem heutigen Wissensstand sind insgesamt 38 Fischarten in den Solothurner Gewässern anzutreffen, die meisten davon jedoch nur in einzelnen Bächen und dort in geringer Häufigkeit.

Fischarten und Fischvarietäten		Gefährdungs- Status	Häufigkeit Aare 1890	Häufigkeit heute Aare übrige Gew.	
Flussneunauge	<i>Lampetra fluviatilis</i>	Ⓣ E	+		
Bachneunauge	<i>Lampetra planeri</i>	① E	+	+	1
Aal	<i>Anguilla anguilla</i>	④	+	2-3	1
Lachs	<i>Salmo salar</i>	Ⓣ E	+		
Meerforelle	<i>Salmo trutta trutta</i>	Ⓣ	+		
Bachforelle	<i>Salmo trutta fario</i>	④	+	1-3	2-3
Regenbogenforelle	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	ZN		1-2	1-2
Bachsaibling	<i>Salvelinus fontinalis</i>	ZN		1	1
Äsche	<i>Thymallus thymallus</i>	③ E	+	2	1
Felchen	<i>Coregonus sp.</i>	④ E	+	1-2	
Hecht	<i>Esox lucius</i>	ng	+	2	1
Karpfen	<i>Cyprinus carpio</i>	④	+	2	1
Blicke	<i>Abramis bjoerkna</i>	ng	+	1-2	
Brachsmen	<i>Abramis brama</i>	ng	+	2-3	1
Schneider	<i>Alburnoides bipunctatus</i>	③ E	+	1-2	1
Laube	<i>Alburnus alburnus</i>	④	+	1-3	
Barbe	<i>Barbus barbus</i>	④	+	2-3	1
Karassche	<i>Carassius carassius</i>	ZN		o	
Goldorfe/Goldfisch	<i>Carassius auratus auratus</i>	ZN		o	o
Giebel	<i>Carassius auratus gibelio</i>	ZN		+	
Nase	<i>Chondrostoma nasus</i>	Ⓣ E	+	1	1
Gründling	<i>Gobio gobio</i>	④	+	1-2	1
Moderlieschen	<i>Leucaspis delineatus</i>	Ⓣ E		1	
Hasel	<i>Leuciscus leuciscus</i>	ng	+	2	1
Alet	<i>Leuciscus cephalus</i>	ng	+	2-3	1
Strömer	<i>Leuciscus souffia</i>	Ⓣ E	+	1	1
Elritze	<i>Phoxinus phoxinus</i>	④		1	1-3
Bitterling	<i>Rhodeus sericeus amarus</i>	Ⓣ E	+	1	
Rotaug	<i>Rutilus rutilus</i>	ng	+	2	1
Rotfeder	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	ng	+	2	1
Schleie	<i>Tinca tinca</i>	ng	+	1-2	1
Bartgrundel	<i>Barbatula barbatula</i>	ng	+	1-2	1-3
Steinbeisser	<i>Cobitis taenia</i>	③ E		1	1
Wels	<i>Silurus glanis</i>	④ E	+	1	
Katzenwels	<i>Ameiurus spp.</i>	ZN		+	
Trüsche	<i>Lota lota</i>	ng	+	1-2	1
Dreistachl. Stichling	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	④		1-2	1
Flussbarsch	<i>Perca fluviatilis</i>	ng	+	2	1
Zander	<i>Sander lucioperca</i>	ZN		1	
Sonnenbarsch	<i>Lepomis gibbosus</i>	ZN		1-2	1-2
Groppe	<i>Cottus gobio</i>	④	+	1-2	2

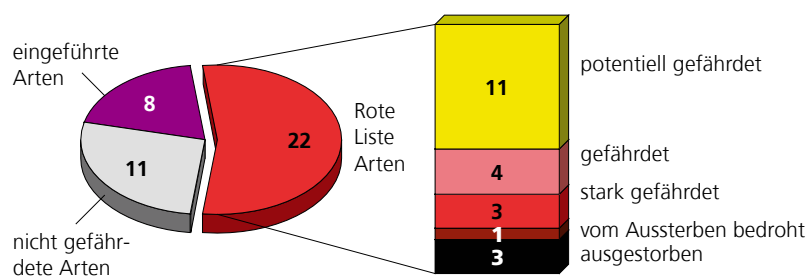
Gefährdungs-/Schutzstatus :	Häufigkeit (Vorkommen):
Ⓣ ausgestorben	1 selten
① vom Aussterben bedroht	2 verbreitet
② stark gefährdet	3 häufig
③ gefährdet	+ vorhanden (ohne Häufigkeitsangabe)
④ potentiell gefährdet	o Irrgast, Zufallsbefund
ng nicht gefährdet	
ZN zoogeograph. Neulinge	E europäisch geschützt nach Berner Konvention

**Früher und heute in der Aare und in den übrigen Fließgewässern des Kantons Solothurn vorkommende Fischarten.** Vergleich mit dem Vorkommen in der Aare um 1890. Gefährdungs- und Schutzstatus gemäss Anhang 1 der Fischereiverordnung.

Der Vergleich mit dem Artenvorkommen in der Aare vor gut 100 Jahren zeigt, dass seither 3 Arten – das Flussneunauge, die Meerforelle und der Lachs – ausgestorben sind. Zwei Drittel der im Kanton Solothurn vorkommenden einheimischen Fischarten sind mehr oder weniger gefährdet.

Als einzige Art ist die Bachforelle in fast allen Gewässern in unterschiedlich grossen Beständen anzutreffen. Diese für die Angelfischer begehrteste Fischart profitiert dabei von einseitigen Besatzmassnahmen durch die Fischenzüchter. Andere Edelfischarten werden kaum eingesetzt.

Die eingeführten fremden Arten haben zu einem grossen Teil unerwünschte Nebenwirkungen auf die einheimischen Fischarten. So steht zum Beispiel die eingeführte Regenbogenforelle in starker Konkurrenz zur Bachforelle und kann diese verdrängen.

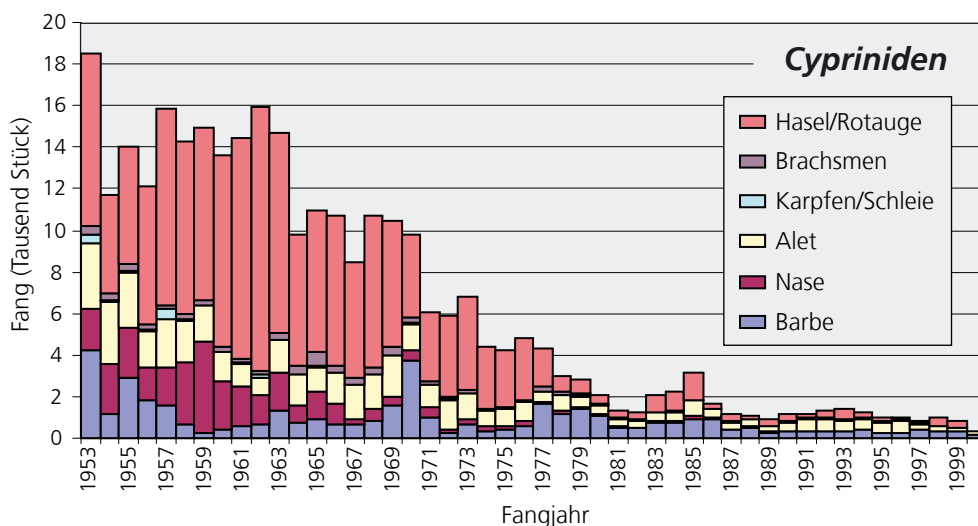
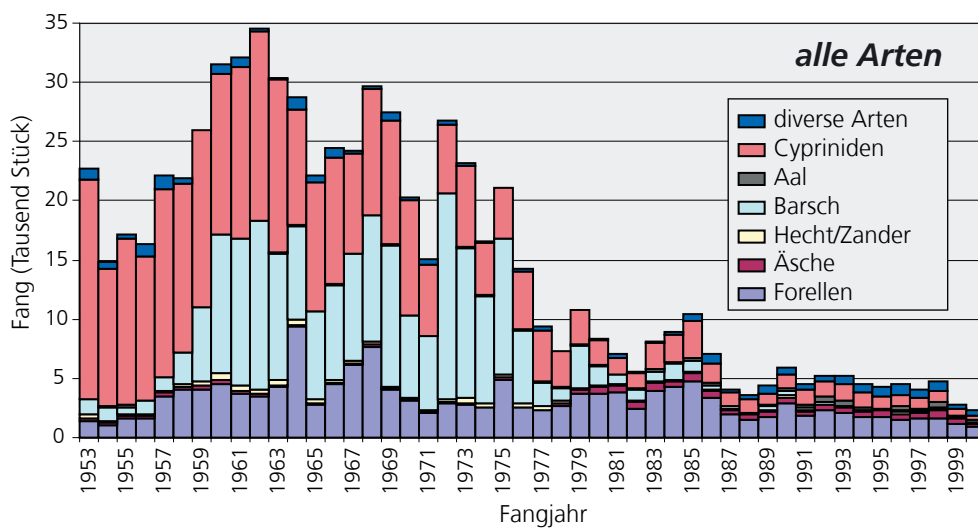


**Gefährdungssituation der im Kanton Solothurn vorkommenden Fischarten.** Die acht eingeführten Arten werden nicht nach Gefährdungskategorien taxiert, da sie zum grossen Teil mit unerwünschten Nebenwirkungen (z.B. Konkurrenzverhältnisse) die einheimische Fischfauna verfälschen. Bei den drei ausgestorbenen Arten handelt es sich um den Lachs, die Meerforelle und das Flussneunauge.

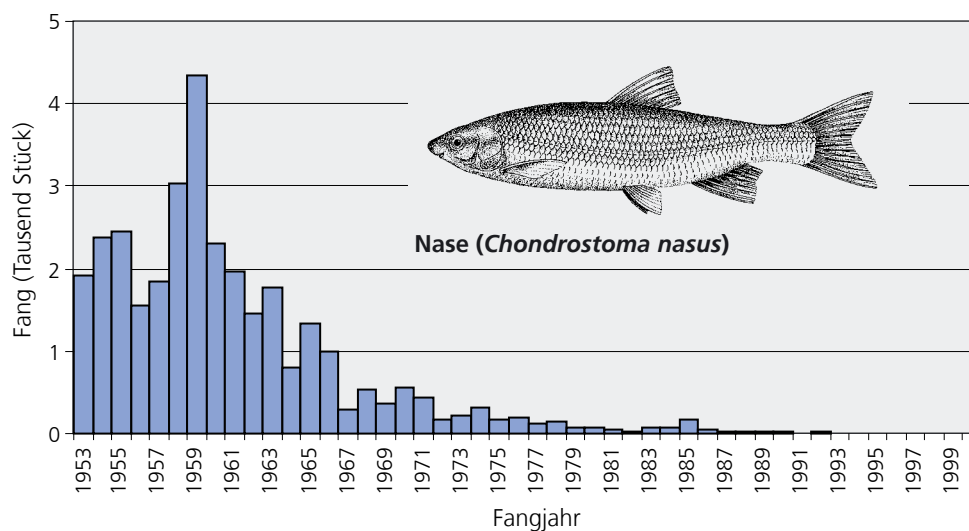
## Seit den 70er-Jahren ist bei bestimmten Fischarten ein massiver Bestandesrückgang zu beobachten

Der Kanton Solothurn verpachtet seine 103 Staatsfischenzen im 10-Jahresrhythmus und ab 2003 im 6-Jahresrhythmus. Fangstatistiken liegen nur von den 11 Vereinen vor, die im Solothurnisch Kantonalen Fischereiverband (SOKFV) zusammengefasst sind. Mit der Neuverpachtung der Fischenzen ab dem Jahre 2003 werden alle Fischereivereine verpflichtet werden, standardisierte Fangstatistiken abzuliefern. Ebenfalls werden an 2000 die Fänge der Freiangler statistisch erfasst (kleines Patent, das zum Fischen vom Ufer aus in der Aare und Emme von Mai bis September berechtigt).

Die bis in die 50er-Jahre zurückreichenden Erhebungen des Fischereivereins «Olten und Umgebung» zeigten einen allgemeinen Rückgang des Fischertrages in der Aare zwischen Fulenbach und Gösgen ab Mitte der 70er-Jahre. Der Fangrückgang der Nasen (bereits ab 1960) und insbesondere der Flussbarsche ist am ausgeprägtesten. Bei den Rotaugen und den Haseln erstreckt sich dieser Rückgang über eine längere Periode mit Beginn ab ca. 1976. Die Ursachen dieser offensichtlichen Bestandesverminderung verschiedener Fischarten sind noch nicht im Detail geklärt. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass mehrere Ursachen dafür verantwortlich sind.



**Fänge der Mitglieder des Fischereivereins «Olten und Umgebung» in den Jahren 1953 - 2000.** Der Einbruch der Fänge Mitte bis Ende der 70er-Jahre lässt auf einen massiven Bestandesrückgang früher im Fang häufig vertretener Fischarten (insbesondere Barsch und Rotauge) schliessen.



**Nasenfänge im Aarerevier des Fischereivereins «Olten und Umgebung» in den Jahren 1953 - 2000.** Die Nase ist eine Fischart, die stark unter Lebensraumverlust leidet: Als ehemals sehr häufiger Fisch steht sie heute als «stark gefährdete» Art auf der Roten Liste. Der Verlust geeigneter Laichplätze (grobes, gut überströmtes Geröll), Wanderhindernisse und das Fehlen ruhiger Buchten an Flussufern bzw. stiller Altwasser in periodisch überschwemmten Auenwäldern als Jugendstuben für den Nachwuchs dieses Fisches haben innert weniger Jahrzehnte zu diesem Gefährdungsgrad geführt.

Seit Mitte der 80er-Jahre sind in den schweizerischen Fliessgewässern – nicht nur im Kanton Solothurn – die Fangerträge kontinuierlich zurückgegangen. Bei vielen Fischen wurden zudem Organschäden festgestellt. Von früher liegen dazu aber kaum Daten vor.

Einige Kantone – unter ihnen der Kanton Solothurn – und das BUWAL haben sich den Fragen nach den Ursachen des Fischrückgangs in den Fliessgewässern angenommen und Untersuchungen dazu durchgeführt. Um die schweizerischen Aktivitäten voranzutreiben, zu koordinieren und zu vernetzen, haben die Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (EAWAG) und das Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) 1998 beschlossen, ein gemeinsames Projekt zusammen mit den Kantonen, der Chemischen Industrie, dem Schweizerischen Fischereiverband und Forschungsinstituten durchzuführen. Es bezweckt, die Veränderungen an der einheimischen Fischpopulation zu identifizieren, deren Ursachen zu ermitteln und Handlungsoptionen zur Verbesserung der Situation auszuarbeiten. Dazu wurde Ende 1998 das Forschungsprojekt «Netzwerk Fischrückgang Schweiz» (kurz: «Fischnet») gestartet. Es wird Ende 2003 abgeschlossen sein.



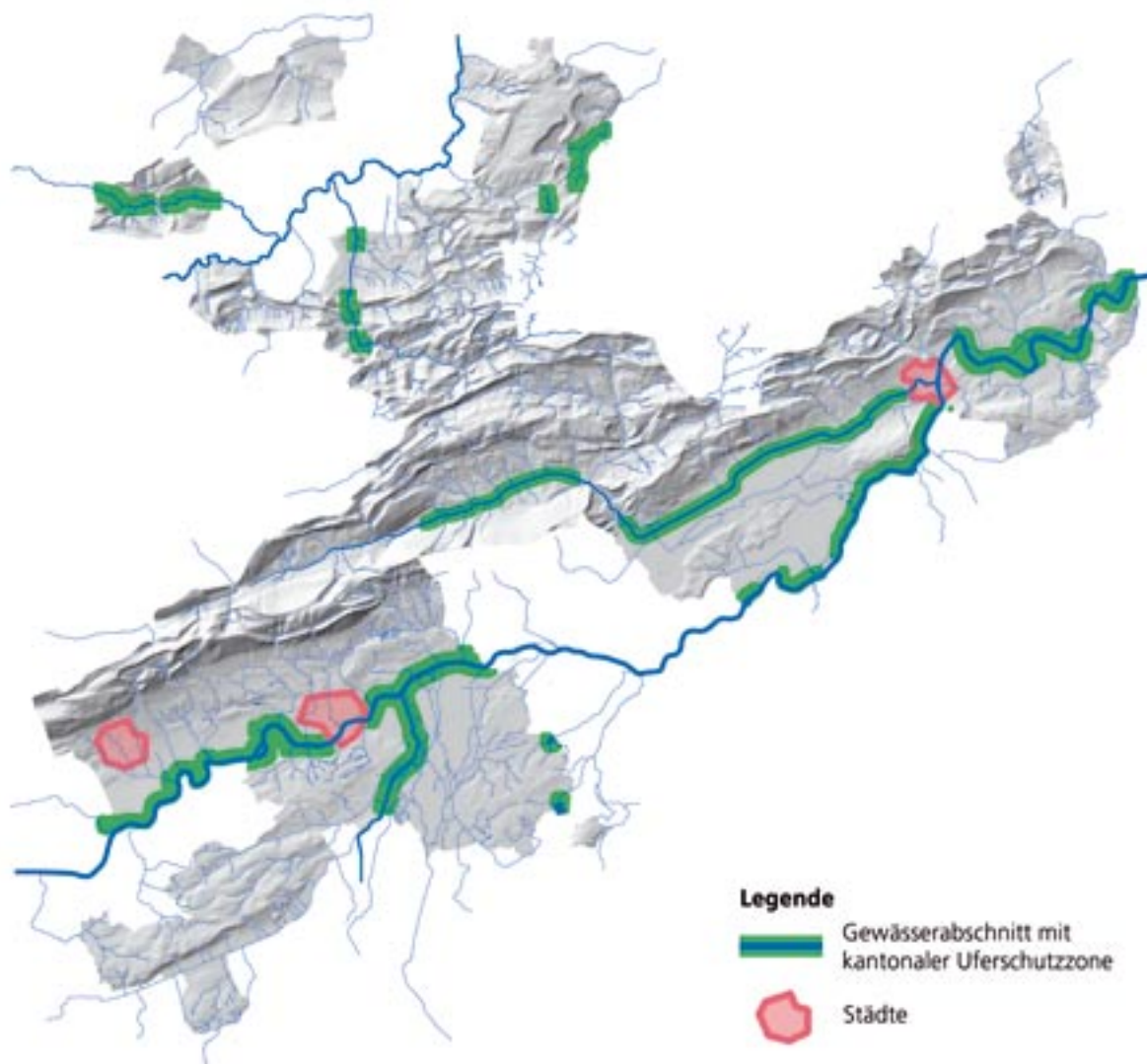
## Wie können die Lebensbedingungen für die Wasserorganismen verbessert werden?

Als langlebigste Organismen der aquatischen Ökosysteme sind die Fische ausgereifte Zeigerorganismen für eine sich offensichtlich verschlechternde Umweltsituation der Gewässerlebensräume. Die beeinflussenden Faktoren sind dabei vielfältig und können im Rahmen dieses Berichtes nicht im Detail abgehandelt werden. Aufgrund heutiger Kenntnisse müssen folgende Punkte in einem generellen Leitbild zur Förderung günstiger Lebensbedingungen der einheimischen Fischfauna Beachtung finden:

- Sicherung von angemessenen Wassermengen (quantitativer Gewässerschutz).
- Verbesserung der Gewässergüte (qualitativer Gewässerschutz); aufgrund der unübersehbaren Vielfalt der in die Umwelt gelangenden Chemikalien muss eine vorsorgliche Reduktion der Chemikalienbelastung innert nützlicher Frist realisiert werden. Die Parameter zur Feststellung der Gewässergüte sind den neu gewonnenen Erkenntnissen (z.B. im Rahmen des Projektes "Fischnetz") anzupassen.
- Erhaltung bzw. Wiederherstellung des Gewässerkontinuums (freie Durchwanderbarkeit) und des Zugangs zu den Seitengewässern (Laichplätze, Hochwasserrefugien, Jungfischhabitats).
- Erhaltung und Wiederbelebung der Gewässermorphologie (Strukturheterogenität, Geschiebetrieb, Beschattung, Totholzanteil etc.).
- Der statische, bewahrende Flussbau muss durch einen dynamischen, kontrollierenden Flussbau ersetzt werden.
- Reduktion von negativen Einflüssen der Wasserkraftwerke (ungenügende Restwassermenge, Schwallbetrieb, Stauraumspülung etc.).
- Eindämmen von thermischer Gewässerverschmutzung.
- Monitoring der Fischfauna; Bestandsüberwachungen und Kontrolle fischökologisch relevanter Parameter (Wachstum, Gesundheitszustand etc.) zwecks Sicherstellung einer nachhaltigen Nutzung der Fischbestände (Anpassung der Fischereimethoden und -vorschriften) bzw. Formulierung von Schutzmassnahmen.
- Sicherstellung fischökologisch sinnvoller Besatzmassnahmen (keine Fremdarten, angepasste Besatzmengen etc.).

# 13 ERHOLUNG UND FREIZEIT

*Entlang der Aare gibt es kein «Niemandland» mehr. Die kantonalen und regionalen Richtpläne sowie die Zonenpläne der Gemeinden weisen alles Land entlang der Aare Nutzungs- und Schutzzonen zu. Trotzdem kommt es zu Konflikten zwischen der Erholungsnutzung und dem Naturschutz.*



**Uferschutz entlang der Solothurner Fliessgewässer.** Die Uferschutzzone werden im kantonalen Richtplan ausgeschieden und von den Gemeinden in ihre Nutzungsplanungen übernommen. Der Schutz bezweckt die Erhaltung der natürlichen Ufer, Erhaltung und Förderung der Schilf-, Baum- und Gebüschbestände entlang den Ufern, die Freihaltung der Ufer vor Überbauung und den freien Zugang zu den Ufern.

## Zwischen Erholung und Schutz der Gewässer ist ein Ausgleich anzustreben

Oberflächengewässer und ihre Ufer sind beliebte Orte für Freizeit und Erholung: Wandern, Joggen und Velo fahren auf Uferwegen, Fischen und Picknicken an Flüssen, Bächen und Seen, aber auch Baden sowie Kanu und Schifffahren auf dem Wasser etc.



Die Ufer der Fliessgewässer und Seen sind grundsätzlich geschützt. Der Kanton legt die Uferschutzzonen im kantonalen Richtplan fest und die Gemeinden übernehmen diese in ihre Nutzungsplanungen. Bei intensiver Erholungs- und Freizeitnutzung können Konflikte mit dem Naturschutz entstehen. Uferzonen können in Mitleidenschaft gezogen und die vielfältige Fauna dieser wertvollen Lebensräume kann gestört werden.

Die Aarelandschaft ist ein attraktives Naherholungsgebiet, das von der Bevölkerung stark frequentiert wird. Der Naturraum ist unterschiedlichsten menschlichen Aktivitäten ausgesetzt, somit drängt sich eine naturverträgliche Erholungs- und Freizeitnutzung auf. Aus diesem Grund hat die Regionalplanungsgruppe Solothurn und Umgebung (RSU) in Zusammenarbeit mit der Region Grenchen-Büren (GB) und dem Kanton ein Nutzungskonzept für den Aareraum Grenchen-Solothurn erstellt. Darin werden die bestehenden Erholungs- und Freizeitnutzungen an der Aare erfasst und Interessengebiete vorgeschlagen, wo eine intensive Nutzung möglich ist. Für den Naturschutz wertvolle Gewässerabschnitte sollen damit entlastet werden.

Konzepte für eine naturverträgliche Erholungs- und Freizeitnutzung können auch für andere Aareabschnitte und weitere Fliessgewässer im Kanton aufgestellt werden. Sie bedingen allerdings eine enge Zusammenarbeit verschiedenster Interessengruppen in den Regionen.

Bei intensiver Freizeit- und Erholungsnutzung soll die Bevölkerung die geschützten Naturobjekte kennen. In der «Landwirtschafts- und Schutzzone Witi Grenchen-Solothurn» wurde zum Beispiel eine Gebietsaufsicht eingesetzt. Zusammen mit Informationstafeln wird das nötige Verständnis für Massnahmen zur Erhaltung von Natur und Landschaft geschaffen und diese wo nötig durchgesetzt. Die Konflikte zwischen Erholung und Naturschutz werden damit entschärft.

## Das Baden in der Aare ist heute wieder möglich

Das Kantonale Laboratorium überprüft als Daueraufgabe an ausgewählten Stellen die hygienische Qualität des Aarewassers und des Wassers des Burgäschisees anhand des Vorkommens der Bakterien *Escherichia coli* und *Salmonella*. Dies sind Indikatoren für die Anwesenheit von krankheitserregenden Keimen. Das Kantonale Laboratorium orientiert die Öffentlichkeit in der Sommersaison, wie geeignet diese Gewässer zum Baden sind.

	Altreu				Solothurn				Emme- mündung				Wolfwil				Olten				Schönen- werd			
1991		●				●				●									●				●	
1992	●					●					●								●					●
1993	●					●					●								●				●	
1994	●					●						●		●						●				●
1995	●					●					●			●					●				●	
1996	●					●					●				●				●				●	
1997	●					●						●		●					●				●	
1998	●					●					●				●				●			●		
1999	●					●				●					●				●			●		
2000			●			●					●			●					●			●		
QK	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D

**Badewasserqualität in der Aare 1991 - 2000.** Qualitätsklassen (QK): A/B = kann ohne Bedenken zum Baden benutzt werden, C = gründliches Duschen nach dem Baden empfohlen, D = Baden kann mit gesundheitlichen Risiken verbunden sein (Lebensmittelkontrolle Kanton Solothurn, Jahresbericht 2000).

In Fließrichtung der Aare findet ab Solothurn grundsätzlich eine Verschlechterung der hygienischen Situation statt. So kann in bestimmten Zeiten bei der Emmemündung sowie in Olten und Schönenwerd das Baden in der Aare mit gesundheitlichen Risiken verbunden sein. Die Verschlechterung der Badewasserqualität flussabwärts hängt damit zusammen, dass die Aare eine immer grössere Menge an Abwasser – gereinigt und ungereinigt – direkt oder über Zuflüsse aufnehmen muss. Über die Jahre betrachtet weisen die verschiedenen Standorte eine mehr oder weniger gleichbleibende Qualität auf. Da die Badewasserqualität in Fließgewässern stark von der meteorologischen Situation abhängt, kann sie sich bei Starkregenereignissen, wenn Abwasser wegen der Überlastung der Kläranlagen direkt in die Vorfluter eingeleitet wird, allerdings innerhalb kurzer Zeit verschlechtern.

Der Burgäschisee weist übrigens in all den Untersuchungsjahren immer eine einwandfreie Badewasserqualität auf.

## SCHLUSSWORT

Sie haben den Bericht «Zustand Solothurner Gewässer 2000» durchgesehen und sich ein Bild machen können, wie es um die Fliessgewässer, die Kleinseen und das Grundwasser im Kanton steht.

Der Gewässerschutz hat in den vergangenen Jahren im Kanton Solothurn unbestritten Fortschritte erzielt. Es besteht jedoch weiterhin grosser Handlungsbedarf. Dieser liegt namentlich bei der Abwasserbeseitigung und beim Gewässerschutz in der Landwirtschaft, damit sich der chemische Zustand der Fliessgewässer und Kleinseen, aber auch die Grundwasserqualität wo nötig verbessern lassen. Weiter an Bedeutung gewinnen wird auch das Zurückhalten der Schadstoffe an der Quelle und der Ersatz von Stoffen, die nicht umweltverträglich sind, durch besser geeignete. Verschiedene Schadstoffe, die mit dem geklärten oder ungeklärten Abwasser in die Fliessgewässer gelangen, gefährden nämlich die Wasserbewohner, zum Beispiel die Fische. Die kantonsweite Bestandesaufnahme der Struktur der Fliessgewässer (Ökomorphologie) zeigt ebenfalls eindrücklich, dass noch viel unternommen werden muss, um deren Lebensraum zu verbessern.

Der Bericht belegt, dass die Umweltbereiche Wasser, Boden und Luft eng vernetzt sind. Zum Beispiel gibt die Qualität des Regenwassers, das auf den Boden fällt, zu Bedenken Anlass. Hier helfen einzig Massnahmen in der Luftreinhaltung. Oder die nach wie vor vorhandene Belastung des Klärschlammes mit Schadstoffen, die dazu führt, dass dieser kaum noch als eigentlich wertvoller Dünger in der Landwirtschaft eingesetzt werden kann und stattdessen spätestens in zwei, drei Jahren vollumfänglich verbrannt werden muss.

Wie werden sich die Gewässer in den kommenden Jahren weiter entwickeln? Die für den Gewässerschutz zuständigen Fachstellen der Solothurner Verwaltung werden alles unternehmen, um den gestellten Forderungen für eine Verbesserung des Gewässerzustandes nachzukommen. Es braucht aber auch einsichtige Wassernutzer, um diese Ziele zu erreichen.

Der nächste Bericht «Zustand Solothurner Gewässer 2006» wird Ihnen aufzeigen, was in der kommenden Berichtsperiode erreicht wurde.

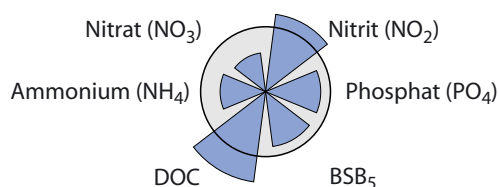
## GLOSSAR

### Perzentil, Quantil

Das 80-Perzentil (oder 80%-Quantil) ist jener Wert, den 80 % aller Messdaten aus einer Stichprobe unterschreiten; 20 % der Messungen dürfen darüber liegen (z. B. Ausreisser). Analog werden andere Perzentile, z. B. 90-Perzentil etc. definiert.

### Sektordiagramm, Flügeldiagramm

Sektordiagramme (oder Flügeldiagramme) erlauben die gemeinsame Darstellung und Beurteilung von mehreren Messparametern. Die Grösse der Fläche jedes Sektors stellt den statistisch aufbereiteten Messwert, z. B. das 80-Perzentil einer Messreihe dar. Der Einheitskreis entspricht den jeweiligen Zielvorgaben (numerischen Anforderungen, Zielwerten etc.). Ein Sektor, der über den Einheitskreis hinausgeht, bedeutet, dass die entsprechende Zielvorgabe nicht eingehalten ist.



Wird noch vervollständigt ...

## LITERATUR

Hier ist nur eine sehr kurze und darum unvollständige Literaturliste mit den wichtigsten Referenzen aufgeführt. Eine ausführliche und dauernd aktualisierte Liste ist unter der Homepage des Amtes für Umwelt ([www.afuso.ch](http://www.afuso.ch)) zu finden.

**Gewässerschutzkonzept**, Amt für Umweltschutz (heute Amt für Umwelt) Kanton Solothurn, Bericht Nr. 46 (1998)

**Umweltdaten 2000**, Amt für Umwelt Kanton Solothurn, Bericht FB 01-02 (2000). Bis 2000 wurden die Daten in den Hydrographischen Jahrbüchern und in den Umweltdatenbänden des Kantons Solothurn publiziert

**Neuer Umgang mit Regenwasser**, Amt für Umweltschutz (heute Amt für Umwelt) Kanton Solothurn, Bericht Nr. 38 (1997)

**Übersichtskarte Grundwasserschutz, Hydrometrie, Hydrochemie**, Amt für Wasserwirtschaft (heute Amt für Umwelt) Kanton Solothurn, 1:50'000 (1999)

**Neue Ansätze für eine zeitgemässe qualitative Grundwasserüberwachung am Beispiel des Kantons Solothurn**, A. Olschewski, M. Würsten, gwa 6/99 des Schweizerischen Vereins des Gas- und Wasserfaches, Zürich 1999

**Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer in der Schweiz**, Modul Chemie, Chemisch-physikalische Erhebungen, Stufen F & S, (Entwurf März 2002) Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (Entwurf März 2002)

## BILDERNACHWEIS

Seite 6	Kraftwerk Flumenthal, Atel, Olten
Seite 6	Abwasserreinigungsanlage Olten, HOAG Team AG, Olten
Seite 7	Nase ( <i>Chondrostoma nasus</i> ), V. Maurer, HYDRA, Bern
Seite 8/9	«Regeb», B. Mattmann, creato
Seite 20/21	Aare bei Wolfwil, B. Mattmann, creato
Seite 46	Burgäschisee, M. Zeh, Amt für Gewässerschutz und Abfallwirtschaft Kanton Bern
Seite 46	Inkwilersee, M. Zeh, Amt für Gewässerschutz und Abfallwirtschaft Kanton Bern
Seite 52	Amt für Umwelt Kanton Solothurn (Bilder 2, 3, 4); J. Guthruf Aquatica GmbH (Bilder 1, 4)
Seite 54	Amt für Umwelt Kanton Solothurn
Seite 56	Kieselalgen, J. Hürlimann AquaPlus
Seite 58/59	Karstquelle Lägern, B. Mattmann, creato
Seite 67	Quelle Brunnen Messen, Amt für Umwelt Kanton Solothurn
Seite 76/77	Aare bei Mülidorf, B. Mattmann, creato
Seite 80	Tunnelquelle Bibern, Amt für Umwelt Kanton Solothurn
Seite 82	Grundwasserpumpwerk, Amt für Umwelt Kanton Solothurn
Seite 20/21	Aare bei Wolfwil, B. Mattmann, creato
Seite 98	Fischzeichnungen, B. Gysin, Hinterkappelen
Seite 102	Fischzeichnungen (Nase), B. Gysin, Hinterkappelen
Seite 105	Aare bei Wöschnau, B. Mattmann, creato
Seite 108/109	Aare bei der Aaretränki, Fulenbach, B. Mattmann, creato

### **Herausgeber, Bezugsquelle**

---

Amt für Umwelt des Kantons Solothurn  
Greibenhof  
Werkhofstrasse 5  
CH-4509 Solothurn  
Telefon 032 627 24 47  
Telefax 032 627 78 93  
afu@bd.so.ch  
www.so.ch

### **Redaktion**

---

Projektleitung  
Martin Würsten, Amt für Umwelt

Sachbearbeitung, Datenauswertung, Bilder,  
Grafiken und Layout  
Dr. Christian Zimmenmann, creato Ennetbaden  
Beat Mattmann, creato Ennetbaden

Mit Beiträgen von  
Stefan Gerster, Fachstelle Jagd und Fischerei  
Hans Ulrich Ammon, Amt für Raumplanung  
Dr. Peter Kohler, Kantonale Lebensmittelkontrolle

### **Konzept und Realisation**

---

creato - Netzwerk für kreative Umweltplanung  
Limmatauweg 9  
CH-5408 Ennetbaden  
Telefon 056 203 40 30  
Telefax 056 203 40 25

### **Copyright**

---

Amt für Umwelt Kanton Solothurn, Mai 2002

Schutzgebühr CHF 20.-

