



# **Zustand Solothurner Gewässer**





# **Zustand Solothurner Gewässer**

## INHALT

Vorwort	5
Einleitung	6
Das Wichtigste vorweg	7

### **Niederschlag**

<b>1</b> Niederschlag	14
-----------------------	----

### **Fliessgewässer und Kleinseen**

<b>2</b> Einzugsgebiete und Abflüsse	22
<b>3</b> Chemischer Zustand der Fliessgewässer und Kleinseen	26
<b>4</b> Lebensraum Fliessgewässer	52
<b>5</b> Biologie der Fliessgewässer	60

### **Grundwasser**

<b>6</b> Grundwasservorkommen	66
<b>7</b> Grundwasserqualität	70

### **Gewässernutzung**

<b>8</b> Wasserversorgung	82
<b>9</b> Wasserkraftnutzung	86
<b>10</b> Abwasserbeseitigung	90
<b>11</b> Fischerei	104
<b>12</b> Erholung und Freizeit	110

### **Zum Schluss**

<b>A</b> Beurteilungskriterien für Oberflächengewässer und Grundwasser	116
<b>B</b> Glossar	120

## VORWORT

Seit Jahrmillionen existiere ich, von den Menschen werde ich Wasser genannt. Sie sind sich uneins wie ich entstanden bin und ich werde das Geheimnis noch einige Jahre hüten, denn mein Gurgeln und Blubbern hat bisher noch keiner verstanden. In der ganzen Welt bin ich bekannt und mehr oder weniger präsent. Auch im Universum hat man mich bereits entdeckt, doch nicht in flüssiger Form.

In der Schweiz fühle ich mich sehr wohl. Die Menschen hier kümmern sich immer intensiver um mich und so kann ich weiterhin Lebensspender und Attraktion für mein Umfeld sein. Es sind grosse Bemühungen im Gange, nachhaltig mit mir umzugehen, was mich natürlich sehr freut. Besonders gut bekommt es mir, wenn ich mein Korsett aus Eindolungen und Kanälen ablegen darf und meiner Fülle freien Lauf lassen kann. Dies freut natürlich auch alle Lebewesen, die ich beherberge, und die Pflanzen in meiner Umgebung.

Natürlich bin ich auch im Kanton Solothurn zu Hause, jährlich durchflüsse ich diesen mit einem Volumen von rund 10'000 Mio. m<sup>3</sup>. Jahrzehnte lang hat man mich genutzt und verschmutzt ohne mich wieder zu reinigen. Mit dem Gewässerschutzgesetz und dessen Verordnung hat man meinem damals desolaten Zustand Rechnung getragen. Seither steigt meine Qualität stetig an, doch sie ist aber noch nicht überall befriedigend. So bereitet mir z.B. die Luftverschmutzung Sorgen, da die verunreinigten Niederschläge meine Wasserqualität beeinflussen. Aber das soll im vorliegenden Bericht nicht Thema sein, sondern mein Zustand in den Fließgewässern, in den beiden Kleinseen und als Grundwasser.

Mit den gegenwärtigen und geplanten Bemühungen, mir ein artgerechtes Zuhause zu schaffen und mich gleichzeitig möglichst gering zu belasten, blicke ich zuversichtlich in die Zukunft. So werden Sie mich – liebe Leserin, lieber Leser – weiterhin zu Ihrer Freude und für Ihre Bedürfnisse nutzen können.



Aare bei Schönenwerd (Foto: creato)

## EINLEITUNG

Mit dem Gewässerschutzkonzept hat das Amt für Umwelt 1998 – damals noch das Amt für Umweltschutz – ein Führungs- und Entscheidungsinstrument erarbeitet, das für die folgenden Jahre einen effizienten Gewässerschutz gewährleistet und eine umweltverträgliche Gewässernutzung ermöglicht hat. Es geht von einer gesamtheitlichen Betrachtung der Gewässer aus und hat sichergestellt, dass die Ziele der eidgenössischen Gewässerschutzgesetzgebung zu einem grossen Teil erreicht wurden. Das Gewässerschutzkonzept wird zur Zeit überarbeitet. Der vorliegende Bericht ist eine wichtige Grundlage dazu.

Die Berichte über den Zustand der Solothurner Gewässer dienen der Standortbestimmung und der Erfolgskontrolle. Sie sollen alle sechs Jahre fortgeschrieben werden und 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 vorliegende Bericht erläutert die zweite betrachtete Berichtsperiode von 2000 bis 2007. Die erste Ausgabe «Zustand Solothurner Gewässer 2000» kann im Internet unter [www.afu.so.ch](http://www.afu.so.ch) eingesehen werden.

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.

Rubriken	Kapitel
<b>Niederschlag</b>	1 Niederschlag
<b>Fliessgewässer und Kleinseen</b>	2 Einzugsgebiete und Abflüsse 3 Chemischer Zustand der Fliessgewässer und Kleinseen 4 Lebensraum Fliessgewässer 5 Biologie der Fliessgewässer
<b>Grundwasser</b>	6 Grundwasservorkommen 7 Grundwasserqualität
<b>Gewässernutzung</b>	8 Wasserversorgung 9 Wasserkraftnutzung 10 Abwasserbeseitigung 11 Fischerei 12 Erholung und Freizeit

## DAS WICHTIGSTE VORWEG

Der vorliegende Bericht ist die zweite Ausgabe einer allgemein verständlichen Auswertung und Beurteilung des Zustandes der Solothurner Gewässer. Die dazu verwendeten Daten basieren auf der 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, das den modernen Gewässerschutz ausmacht, präsentiert. Dazu wird auf den Niederschlag, die Fliessgewässer, die Kleinseen, das Grundwasser und die Gewässernutzung eingegangen. Der Schutz und die Nutzung der Gewässer wird zusammen behandelt, weil diese voneinander nicht zu trennen sind.

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

### Niederschlag

Im Kanton Solothurn fallen im langjährigen Durchschnitt etwa 1'250 mm Niederschlag pro Jahr in Form von Regen und Schnee. Sehr niederschlagsarm und trocken war es im Jahr 2003. Hochwasser und Überschwemmungen traten im Frühling 1999 sowie im Sommer 2005 und 2007 auf. Der Niederschlag variiert räumlich und zeitlich stark, weshalb regionale Messungen der Niederschläge nötig sind. Die Niederschlagsmenge im Kanton wird an insgesamt 30 Messstationen ermittelt. Die erfassten Daten sind für die Siedlungsentwässerung, den Hochwasserschutz und die Gewässernutzung von grosser Bedeutung.



Kurz vor dem Regen (Foto: pixelio)

### Einzugsgebiete und Abflüsse

Die Aare ist mit Abstand das grösste Fliessgewässer im Kanton. Sie entwässert rund drei Viertel der Kantonsfläche. Die Aare weist ein vergleichsweise ausgeglichenes Abflussregime auf, denn ihr Hochwasserabfluss ist wegen der Regulierung beim Wehr Port unterhalb des Bielersees nur rund 10-mal grösser als der Niedrigwasserabfluss. In der Emme sind die höchsten Abflüsse rund 250-mal grösser als der Abfluss bei Trockenwetter. Einige kleinere Gewässer sind im Hitzesommer 2003 zeitweilig versiegt. Die Abflüsse und Pegel in den wichtigsten Gewässern des Kantons werden an insgesamt 22 Messstellen kontinuierlich gemessen.



Limmerenschlucht (Foto: G. Kaufmann)

### Chemischer Zustand der Fliessgewässer und Kleinseen



Gewässerlabor (Foto: creato)

Seit 1994 werden die Hauptgewässer im Kanton an 9 Messstellen und die Nebengewässer in 3 Regionen abwechselungsweise für jeweils 2 Jahre an 16 Messstellen regelmässig beprobt. In der jüngsten Untersuchungsperiode 2006/07 sind einzig 3 der 23 im Kanton Solothurn überwachten Fliessgewässer chemisch unbelastet oder schwach belastet. Die übrigen Gewässer erfüllen die Anforderungen der Gewässerschutzgesetzgebung nicht in allen Punkten. Die Hauptgründe hierfür sind der Eintrag von Nährstoffen und Pestiziden aus der Landwirtschaft und die im Verhältnis zur Wasserführung der Bäche oft zu grossen Abwassermengen aus der Siedlungsentwässerung. Tendenziell ist jedoch eine Verbesserung der Wasserqualität festzustellen.

### Lebensraum Fliessgewässer



Bachneunauge (Foto: B. Unger)

In den Jahren 2000 und 2001 wurden fast alle 1'150 km Fliessgewässer im Kanton Solothurn kartiert und klassiert. 440 km sind ökomorphologisch stark beeinträchtigt, naturfremd oder sogar eingedolt. Mit dem neuen Wasserbaukonzept soll die Situation mittel- und langfristig verbessert werden. Der Kanton Solothurn schafft damit die planerische Grundlage für eine nachhaltige Umgestaltung und Pflege seiner Fliessgewässer. Hauptziele sind ein optimierter Hochwasserschutz und die ökologische Aufwertung stark verbauter Bäche und Flüsse.

### Biologie der Fliessgewässer



Plankton (Foto: eawag)

Vorkommen und Artenvielfalt der Bewohner der Gewässersohle (Wasserpflanzen, Aufwuchsalgen und Wasserwirbellose) widerspiegeln den Zustand eines Gewässers sowohl in Bezug auf die Wasserqualität wie auch in Bezug auf die Qualität der Gewässerstrukturen. In Zusammenarbeit mit den Kantonen Bern und Aargau sind biologische Untersuchungen an der Aare durchgeführt worden. Diese bestätigen die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen und weisen Defizite in den Gewässerstrukturen aus, die durch Gewässer aufwertungen und Lebensraumvernetzungen verbessert werden sollen.

## 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. Nach den Tiefständen während den trockenen Jahren 2003 - 2005 haben sich die Grundwasserstände in den Jahren 2006 und 2007 wieder erholt.



Karstquelle (Foto: creato)

## Grundwasserqualität

Die 1998 eingeführte Überwachung der Grundwasserqualität ermöglicht langfristige qualitative Veränderungen im Grundwasser frühzeitig zu erkennen. Das Grundwasser weist allgemein eine gute bis sehr gute Qualität auf. An einigen Messstellen ist jedoch der Nitratgehalt hoch und es wurden auch vereinzelt Stoffe festgestellt, die natürlicherweise im Grundwasser nicht vorhanden sein sollten. Dazu zählen Pflanzenschutzmittel und organische Spurenverunreinigungen.



Grundwasserschacht (Foto: AfU SO)

## Wasserversorgung

Alles Trinkwasser im Kanton Solothurn wird aus dem Grundwasser bezogen. Es stammt zu drei Vierteln aus Pumpwerken in den Talsohlen und zu einem Viertel aus Quellen. Die Ergiebigkeit einer Quelle weist naturbedingt meistens deutliche Schwankungen auf. Während Niederschlagsperioden ist der Quellertrag hoch. In Trockenzeiten hingegen nimmt die Quellschüttung stetig ab. Die Wasserversorgungen sind dann darauf angewiesen, Wasser aus den Grundwasserfassungen in den Talsohlen beziehen zu können. Dank diesen Anlagen konnten die Wasserversorgungen selbst im Trockenjahr 2003 die Bevölkerung und die Wirtschaft praktisch ohne Einschränkungen mit einwandfreiem Trink- und Brauchwasser versorgen.



Quelfassung Bibern (Foto: AfU SO)

### Wasserkraftnutzung



Wehr Winznau (Foto: creato)

Das hydraulische Potenzial der grossen Fliessgewässer wird zum Erzeugen von Elektrizität beinahe vollständig ausgeschöpft. Dementsprechend gibt es in den grossen Gewässern nur noch wenige freifliessende oder im Abflussregime nicht beeinflusste Strecken. Im Zusammenhang mit der Erneuerung der Maschinenanlagen im Kraftwerk Gösgen wurde 2003 und 2004 beim Wehr Winznau ein Umgehungsgewässer realisiert. Mancherorts ist auch die Restwassermenge erhöht und der Geschiebetrieb reaktiviert worden.

### Abwasserbeseitigung



ARA Falkenstein Oensingen (Foto: HOAG Team AG)

Seit dem Jahrtausendwechsel wurden die letzten der mittleren und grösseren Abwasserreinigungsanlagen (ARA) des Kantons Solothurn im Einzugsbereich der Aare saniert und die Reinigungsleistung erhöht. Weiterer Sanierungs- und Erweiterungsbedarf besteht noch in der Region Thal-Gäu und bei einigen kleineren Abwasserreinigungsanlagen. Die Siedlungs-entwässerung wird – basierend auf den Generellen Entwässerungsplänen (GEP) der Gemeinden und Abwasserverbände – laufend optimiert. Für die Birs ist ein gemeinsamer Regionaler Entwässerungsplan (REP) der Kantone Basel-Landschaft, Basel-Stadt, Bern, Jura und Solothurn erarbeitet worden.

### Fischerei



Nase (Foto: S. Gerster)

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 empfindlich auf ungünstige Veränderungen des natürlichen Abflussregimes, der Gewässerstruktur, der chemischen Wasserqualität und auf die zunehmend höhere Wassertemperatur. Die aktuelle Situation erfordert eine Verbesserung der Lebensbedingungen für die einheimische Gewässerfauna, d.h. eine Verbesserung der Gewässerstruktur und vor allem in den kleineren Gewässern auch der Wasserqualität.

## Erholung und Freizeit

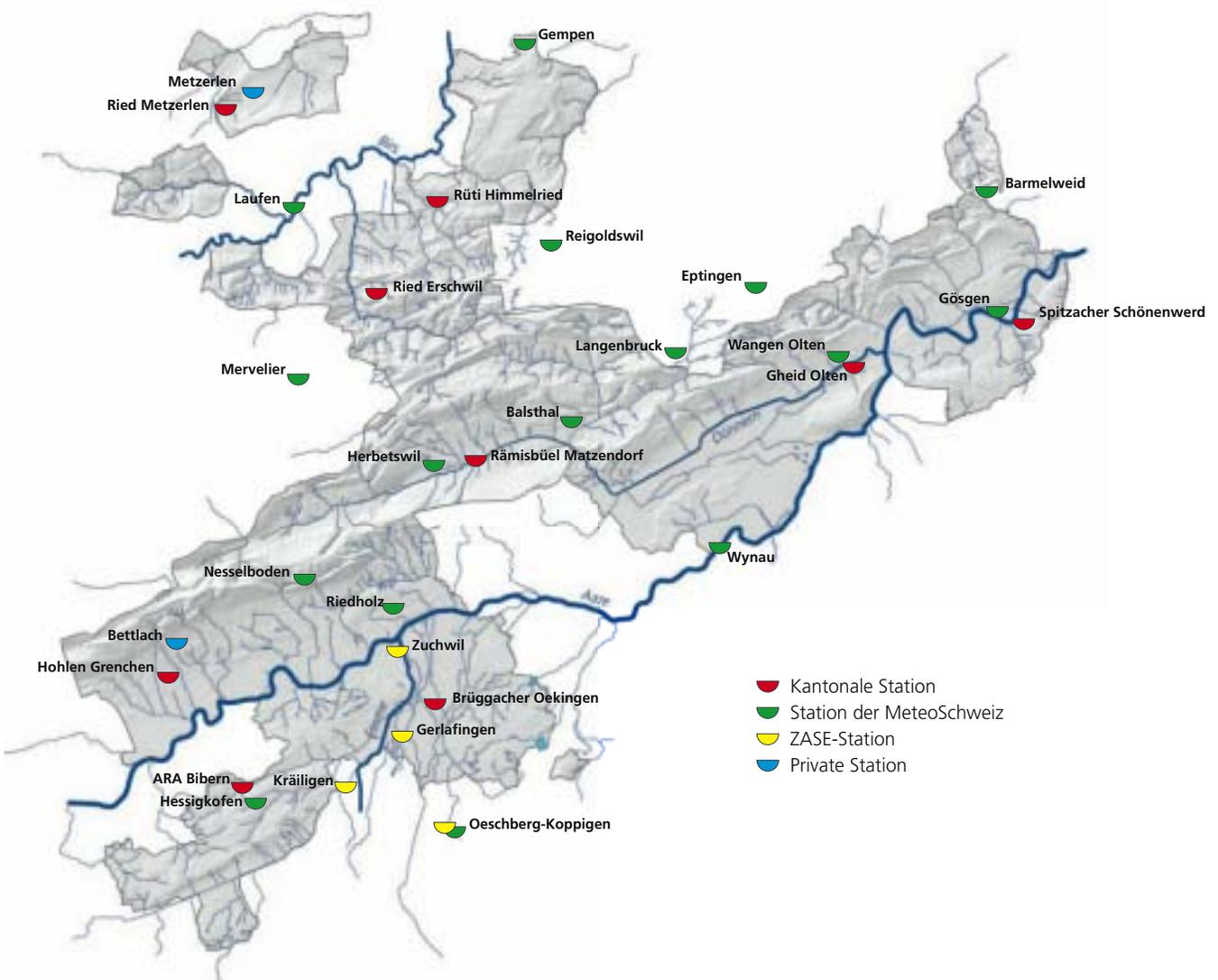
Gewässer und ihre Ufer sind attraktive Orte für Freizeit und Erholung. Um diese Naturräume vor übermässiger Freizeitnutzung zu schützen und um ihren Erholungswert auch langfristig zu gewährleisten sind Rücksichtnahme und planerischer Schutz nötig. Schutzzonen, z. B. die «Landwirtschafts- und Schutzzone Witi» zwischen Grenchen und Solothurn, der «Naturpark Thal» und die «Interessengebiete Freizeit und Erholung», sollen Konflikte zwischen Schutz und Nutzung vermeiden helfen und den unterschiedlichen Ansprüchen von Natur und Erholung gleichermaßen gerecht werden.



*Kanut auf der Emme (Foto: creato)*

# 1 NIEDERSCHLAG

Im Kanton Solothurn fallen im langjährigen Durchschnitt etwa 1'250 mm Niederschlag pro Jahr. Das sind insgesamt rund 990 Mia. Liter Regen und Schnee oder ein 190'000 km langer Zug, bestehend aus ca. 12 Mio. Kesselwagen. Ein einziger regenreicher Tag bringt es dabei auf 40 Mia. Liter. Sehr niederschlagsarm und trocken war es im Jahr 2003. Hochwasser und Überschwemmungen traten im Frühling 1999 sowie im Sommer 2005 und 2007 auf.



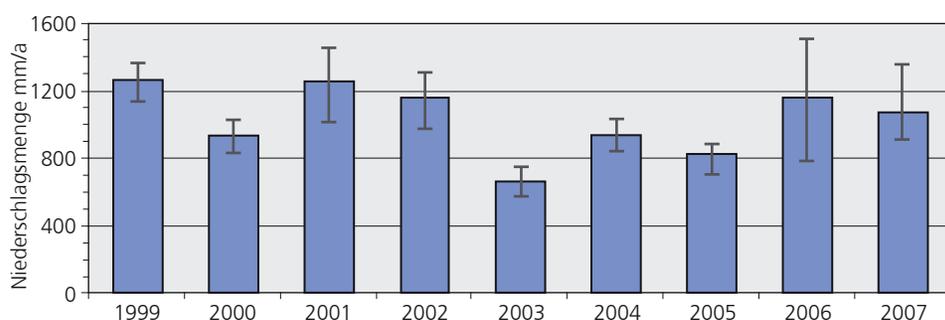
**Niederschlagsmessungen.** Der Niederschlag variiert räumlich und zeitlich stark, deshalb sind regionale Messungen der Niederschläge nötig. Die Niederschlagsmenge wird an insgesamt 30 Messstationen im Kanton und angrenzenden Gebieten ermittelt.

## Die Jahre 2003 und 2005 waren sehr trocken

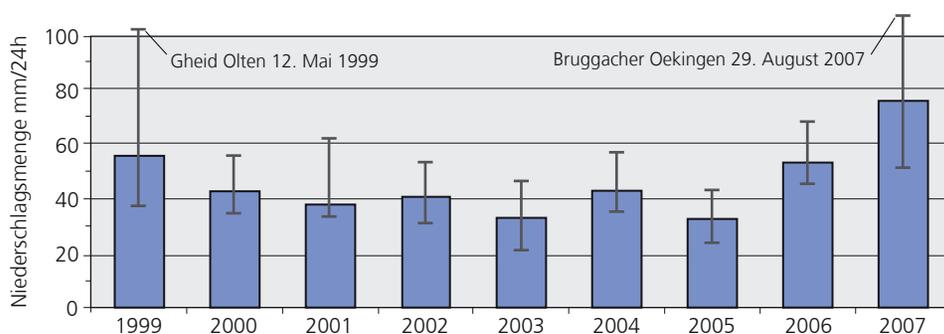
Die mittlere jährliche Niederschlagsmenge liegt mit ca. 1'200 bis 1'600 mm auf den Jurahöhen wesentlich höher als am Jurasüdfuss, wo zwischen 900 und 1'100 mm Niederschlag im Jahr fallen. Verteilt über den Kanton sind es rund 1'250 mm oder 990 Mio. m<sup>3</sup>. Berechnen lassen sich diese Grössen mit den Daten des Hydrologischen Atlas der Schweiz. Die tatsächliche Niederschlagsmenge variiert lokal meist beträchtlich und hängt vor allem von der Höhenlage und der Exposition der Hügel- und Berghänge ab.



**Hydrologischer Atlas der Schweiz.**  
Er enthält ausführliche Informationen zur Hydrologie der Schweiz.



**Mittlere jährliche Niederschlagsmenge 1999 - 2007.** Mittelwert über 11 kantonale Messstationen. Der T-Balken bezeichnet die Werte an der Station mit der maximalen bzw. minimalen Jahresniederschlagsmenge.



**Maximale Tagesniederschlagsmenge 1999 - 2007.** Mittelwert über 11 kantonale Messstationen. Der T-Balken bezeichnet die Werte an der Station mit der maximalen bzw. minimalen Tagesniederschlagsmenge.

Gemessen am langjährigen Mittel waren die Jahre 1999, 2001, 2002, 2006 und 2007 überdurchschnittlich nass. In diesen Jahren traten auch extreme Hochwasser auf. Hingegen war 2003 – das Jahr des Hitzesommers – ein sehr trockenes Jahr, in dem nur etwa 65 % der durchschnittlichen Niederschlagsmenge fiel. Niederschlagsdefizite verzeichneten auch die Jahre 2000, 2004 und 2005. Trotzdem traten 2005 die Flüsse im August über die Ufer und verursachten Schäden.



**Niederschlagsdaten**  
können online abgefragt werden unter [www.afu.so.ch](http://www.afu.so.ch)

## Aussergewöhnliche meteorologische Konstellation 2003

Das Jahr 2003 war durch eine aussergewöhnliche meteorologische Konstellation mit extrem hohen Sommertemperaturen geprägt. Sie lagen zwischen 4.0 bis 5.5 °C über den normalen Werten und 2 bis 3 °C über den bis anhin höchsten gemessenen Werten. Für ein solches Ereignis wurde unter Berücksichtigung grosser Unsicherheiten eine Wiederkehrperiode von etwa 9'000 Jahren berechnet. Der Hauptgrund für diese anhaltende Sommerhitze war ein Azorenhoch, das von Ende Mai bis Ende August fast permanent über Süd- und Mitteleuropa lag und sämtliche feuchten maritimen Luftmassen abblockte oder weit nach Nordeuropa umlenkte.



**Bericht zum  
Trockenjahr 2003**  
Amt für Umwelt des  
Kantons Solothurn,  
2004

Abrupt wurde dann der kaum enden wollende Sommer vom Winter abgelöst. Erstmals wieder seit rund drei Jahrzehnten vermochte sich in der zweiten Oktoberhälfte eine Schneedecke im Flachland der Alpennordseite zu bilden. Die Temperaturen verblieben vorübergehend auch in Tieflagen ganztags unter dem Gefrierpunkt. Für den Rest des Jahres nahm die Witterung dann einen wenig auffälligen Verlauf.

Gegenüber anderen Trockenjahren gingen dem Sommer 2003 die extrem niederschlagsarmen Monate Februar und März voraus, so dass für die Wasserreserven im Grundwasser und der Seen sowie bei den Wasserständen in den Flüssen eine aussergewöhnliche Situation entstand. Die wenigen Niederschläge im Sommer fielen meist in Form von starken Gewitterregen. Das anfallende Wasser floss wegen der schlechten Versickerungsfähigkeit der ausgetrockneten Böden zu einem grossen Teil direkt oberirdisch in die Gewässer ab. Die Niederschlagsmenge im Sommerhalbjahr April bis September nördlich der Alpen wurde nur im Jahr 1947 deutlich unterboten.

## Hochwasser und Überschwemmungen 1999, 2005, 2007

Ergiebige oder starke Niederschläge führten im Frühling 1999, im Sommer 2005 und im Sommer 2007 zu Überflutungen und Schäden.

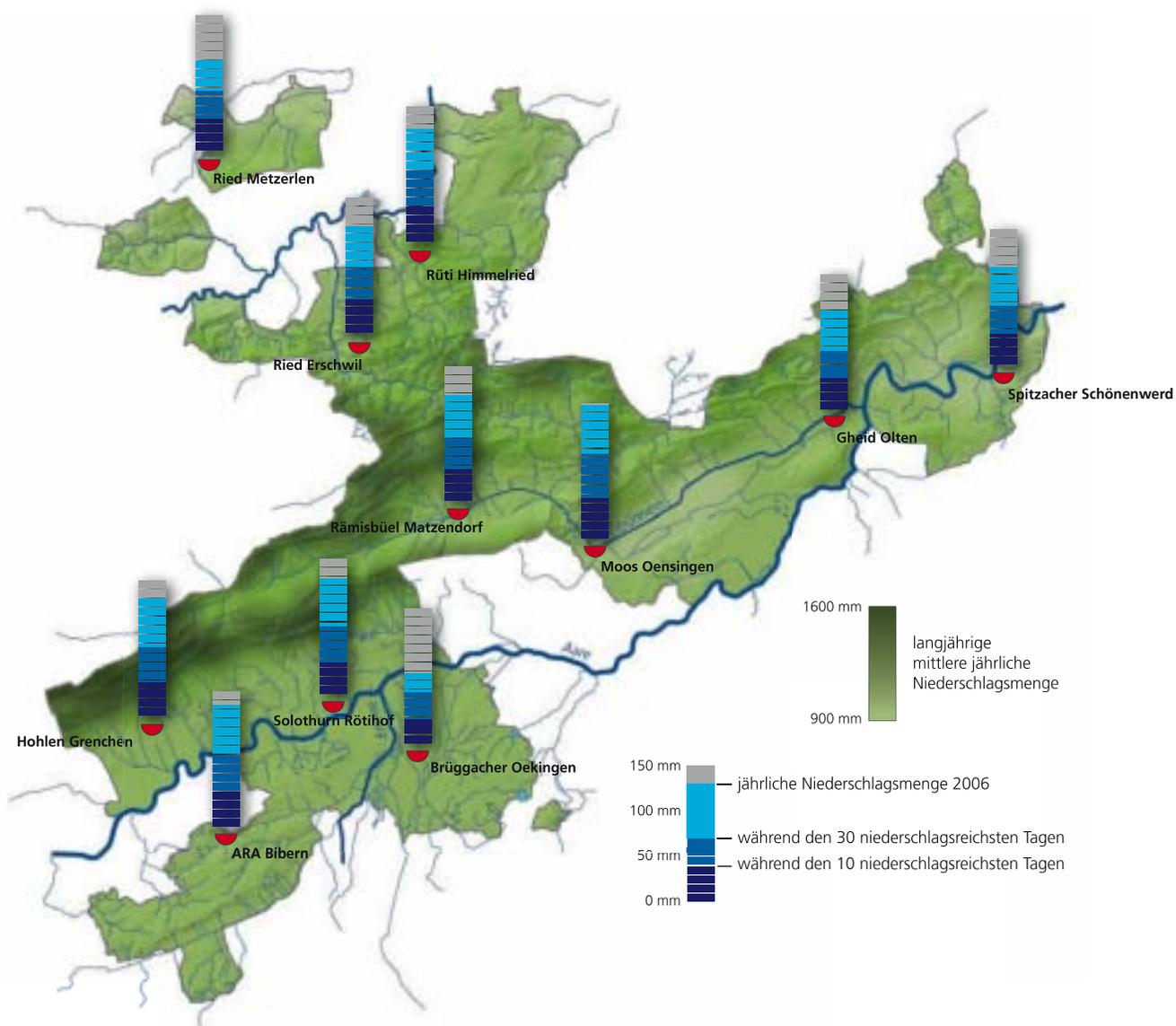
Zwischen dem 11. und 14. Mai 1999 fielen während 4 Tagen rund 75 mm Regen. Zusammen mit der Schneeschmelze und den bereits vollen Seen führte dies am 15. Mai auch im Kanton Solothurn zu Überschwemmungen. In Olten regnete es am 12. Mai innerhalb von 24 Stunden sogar 102 mm.

Das Jahr 2005 weist insgesamt eher wenig Niederschlag auf. Die erste Hälfte des Augusts war jedoch aussergewöhnlich regnerisch und die wassergesättigten Böden und vollen Seen konnten die starken Niederschläge vom 19. bis 23. August (ca. 47 mm Niederschlag in 4 Tagen) schliesslich nicht mehr genügend zurückhalten, so dass die Flüsse und Bäche über die Ufer traten.

Sehr intensive Niederschläge vom 7. bis 9. August 2007 (ca. 115 mm Niederschlag in 3 Tagen) führten zu den jüngsten Überschwemmungen und Hochwasserschäden.

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

Im Durchschnitt fällt während den rund 30 regenreichsten Tagen des Jahres mehr als die Hälfte der jährlichen Niederschlagsmenge. Wenn starke Niederschläge innerhalb längerer Regenperioden auftreten, ist die Abflusskapazität der bereits vollen Kanalisationen und Fließgewässer überfordert. Die Folge davon sind Hochwasser und Überschwemmungen, die grosse Schäden anrichten können, wie zum Beispiel diejenigen von 2005 und 2007.



**Niederschläge 2006.** Etwa die Hälfte der jährlichen Niederschlagsmenge fällt während den 30 regenreichsten Tagen im Jahr. Die langfristige mittlere jährliche Niederschlagsmenge beträgt je nach Ort und Höhenlage zwischen 900 und 1'600 mm. Über das Kantonsgebiet verteilt sind es im langfristigen Mittel etwa 1'250 mm oder 990 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr.

## Auswirkungen der Klimaveränderung auf die Niederschlagsmengen

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 nach der Kleinen Eiszeit geschah nicht gleichmässig, sondern schubweise. Zugenommen haben vor allem die Minimaltemperaturen, im Mittel um rund 2 °C in der Zeit von 1901 bis 1993. Besonders die Wintermonate wurden wärmer.

Im vergangenen Jahrhundert haben die Niederschlagsmengen in der Nordwestschweiz vor allem im Winter signifikant zugenommen (ca. 20 bis 30 % in hundert Jahren). Obwohl die winterlichen Wetterlagen, die Niederschlag bringen, nicht häufiger geworden sind, ist eine grundsätzliche Änderung der Niederschlagsaktivität zu beobachten. Das heisst die einzelnen Niederschlagsereignisse im Winterhalbjahr sind seit dem letzten Jahrhundert ergiebiger geworden.

Die höhere Ergiebigkeit von Niederschlagsereignissen lässt sich durch eine verstärkte Westwindzirkulation über dem nördlichen Atlantik und die höhere Verdunstung durch wärmeres Meerwasser erklären. Dadurch nimmt der Feuchtigkeitstransport gegen die Alpen zu. Wärmere Luft kann mehr Feuchtigkeit aufnehmen, die dann bei der Hebung der Luftmassen an den Alpen kondensiert und zu intensiveren Niederschlägen führt. Die Zunahme der Starkniederschläge ist darum auf eine kontinentale wenn nicht globale Klimaveränderung zurückzuführen.



*Regen hat auch seine guten Seiten  
(Foto: pixelio)*

Solche intensiven Niederschläge können auch bei uns vermehrt zu Überschwemmungen führen.

## Hochwasserschutz im Kanton Solothurn

Gemäss Abschätzungen der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL beliefen sich die Hochwasserschäden im Kanton Solothurn in den letzten 30 Jahren auf mindestens 100 Mio. Franken. Das Schadenpotenzial ist jedoch wesentlich höher als diese Summe vermuten lässt. Allein entlang der Aare zwischen Olten und Aarau und am Lauf der Emme auf Solothurner Kantonsgebiet könnten im Extremfall Schäden von mehr als 900 Mio. Franken auftreten. Während der Hochwasserereignisse im August 2005 und 2007 liess sich ein Ausuferen der ansteigenden Emme mit entsprechenden Hochwasserschäden nur dank der koordinierten Grosseinsätze der Wehrdienste verhindern.



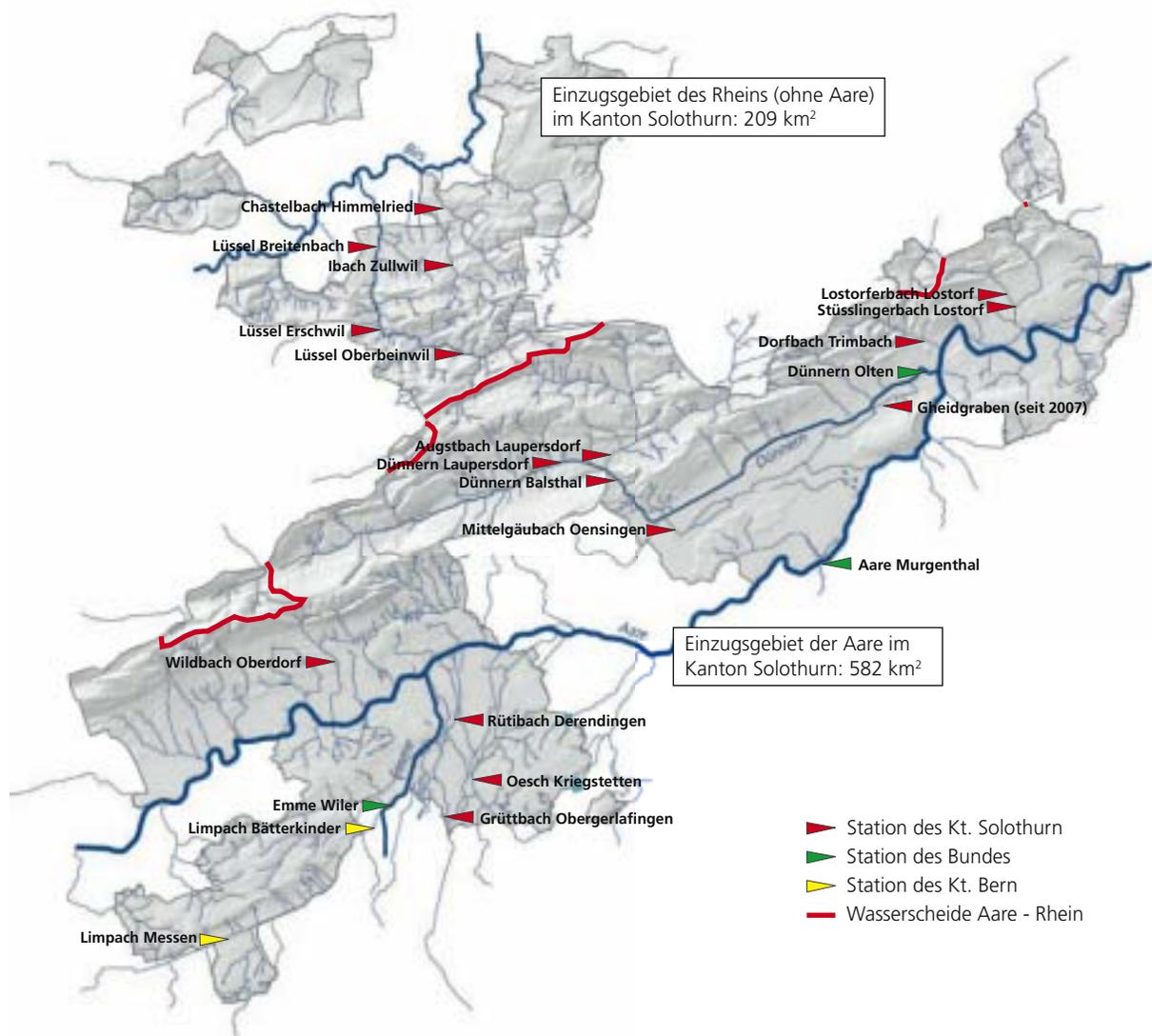
Hochwasser (Foto: AfU SO)

Mit dem Wasserbaukonzept des Kantons Solothurn und den damit verbundenen Massnahmen soll durch eine ausreichende Abflusskapazität der Fliessgewässer die Hochwassersicherheit erhöht werden. Hierbei wird eine dem Schadenpotenzial angepasste Differenzierung der Schutzziele angestrebt, d.h. Siedlungen und wichtige Infrastrukturanlagen geniessen einen höheren Schutz als landwirtschaftlich genutzte Flächen. Nötig sind robuste, belastbare Systeme, welche die Schäden auch dann begrenzen, wenn ein Ereignis die Dimensionierung der Schutzbauten übersteigt. Eine wichtige Rolle spielt dabei der dem Gewässer zur Verfügung stehende Raum sowie die natürlichen Retentionsräume. Sie bewirken eine Verzögerung der Hochwasserabflüsse und eine Dämpfung der Abflussspitzen.

➔ **Kapitel 4:** Lebensraum  
Fliessgewässer

## 2 EINZUGSGEBIETE UND ABFLÜSSE

Die Aare ist mit Abstand das grösste Fließgewässer im Kanton. Sie entwässert rund drei Viertel der ganzen Kantonsfläche. Die Aare weist ein vergleichsweise ausgeglichenes Abflussregime auf, denn ihr Hochwasserabfluss ist wegen der Regulierung beim Wehr Port unterhalb des Bielersees nur rund 10-mal grösser als der Niedrigwasserabfluss. In der Emme sind die höchsten Abflüsse rund 250-mal grösser als der Abfluss bei Trockenwetter. Einige kleinere Gewässer sind im Hitzesommer 2003 zeitweilig versiegt.



**Gewässereinzugsgebiete und Abflussmessstellen.** Der Kanton Solothurn besteht aus zwei grossen Einzugsgebieten, das der Aare und jenes der Birs. Die Wassermenge und Pegel der wichtigsten Fließgewässer wird an insgesamt 22 Messstellen gemessen.

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

Das kantonale hydrologische Messnetz wurde seit dem Jahr 2000 um fünf Messstellen erweitert und umfasst heute total 17 Abflussmessstationen. Zwei weitere Stationen werden vom Kanton Bern und drei vom Bund betrieben. Die gemessenen Pegel- und Abflusswerte werden jährlich in den «Umweltdaten» des Kantons Solothurn publiziert. Die Daten der Messstellen des Bundes an der Aare, der Emme und der Dünnern werden im Hydrologischen Jahrbuch der Schweiz, die Daten des Limpachs im Hydrologischen Jahrbuch des Kantons Bern veröffentlicht.

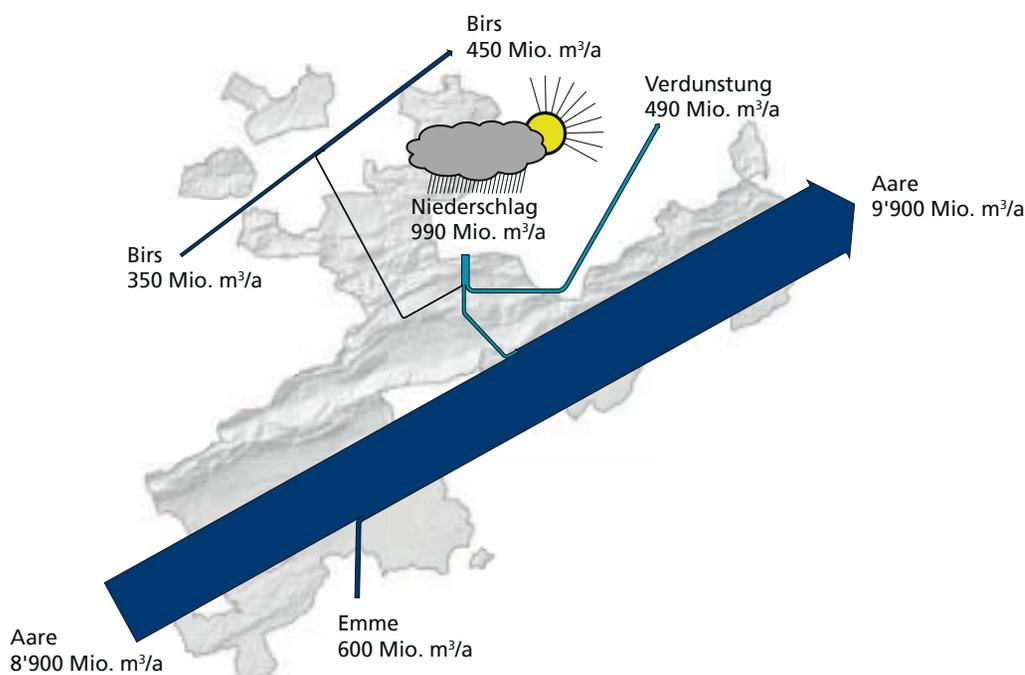
Für die meisten kantonalen Messstellen stehen 9- bis 14-jährige Abflussmessreihen zur Verfügung, für die Lüssel bei Breitenbach sogar Messungen über 29 Jahre. Der Bund misst den Pegel und den Abfluss an der Aare (Murgenthal) seit 73, an der Emme (Wiler) seit 86 und an der Dünnern (Olten) seit 30 Jahren.



**Umweltdaten des Kantons Solothurn**  
Amt für Umwelt des Kantons Solothurn,  
erscheint jährlich

## Wasserbilanz des Kantons Solothurn

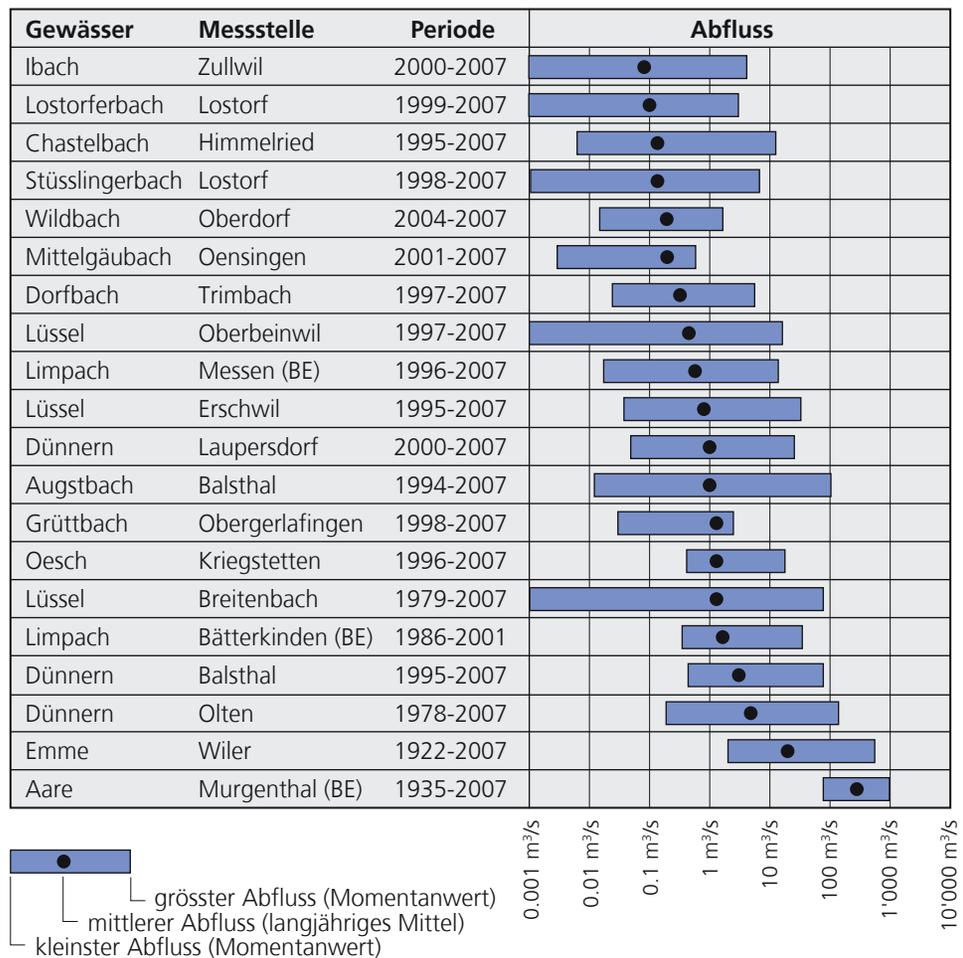
Die Wasserbilanz zeigt, dass der jährliche Zufluss ca. 10'000 Mio. m<sup>3</sup> Wasser beträgt. Diese Wassermenge entspricht einem Würfel mit einer Seitenlänge von rund 2'154 m.



**Wasserbilanz des Kantons Solothurn.** Mengenmässig dominiert die Aare, gefolgt vom Niederschlag und der Emme. Nur rund 5% des aus dem Kanton abfließenden Wassers stammen von Niederschlägen im Kantonsgebiet selbst.

Die Niederschlagsmenge beträgt 990 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr. Gut die Hälfte dieses Niederschlagswassers verdunstet wieder, der Rest fliesst als Oberflächenabfluss in die Flüsse oder versickert ins Grundwasser.

### Kleine und grosse Gewässer besitzen ein unterschiedliches Abflussregime



**Abflussverhältnisse der wichtigsten Gewässer des Kantons Solothurn.** Das langjährige Mittel des Abflusses der überwachten Gewässer reicht von weniger als 100 l/s (Ibach: 86 l/s) bis zu mehreren hundert Kubikmeter pro Sekunde (Aare bei Murgenthal: 288 m<sup>3</sup>/s = 288'000 l/s). Der Faktor zwischen dem grösstem und dem niedrigstem Abfluss ist besonders bei kleineren und unregulierten Gewässern beträchtlich.

Die unterschiedlichen Abflussverhalten der verschiedenen Fließgewässer ergeben sich durch die lokalen Niederschlagsmengen, die Topografie, die Wasserspeicherfähigkeit des Einzugsgebietes, vor allem aber durch künstliche Regulierungen der Gewässer.

Seit der Jura-Gewässerkorrektion stehen Bielersee, Neuenburgersee und Murtensee als Rückhalteraum zur Verfügung. Daher ist bei der Aare heute der grösste gemessene Abfluss lediglich 10-mal grösser als der kleinste.

Bei kleineren unregulierten Jurabächen sind die Unterschiede zwischen dem kleinsten und dem grössten Abfluss beträchtlich. Sie reagieren unmittelbar auf Niederschläge, weil ihre Einzugsgebiete wenig Wasser zurückhalten. Die Wechselwirkung mit dem Grundwasser (Exfiltration und Infiltration) kann sich ebenfalls auf den Abfluss auswirken. So bei der Lüssel zwischen Erschwil und Breitenbach. Bei kleineren Gewässern können Wasserentnahmen den Abfluss entscheidend verringern. Sie müssen daher sorgfältig überwacht werden. Im Hitzesommer 2003 sind einige Bäche ausgetrocknet.



Aare bei Wolfwil (Foto: creato)

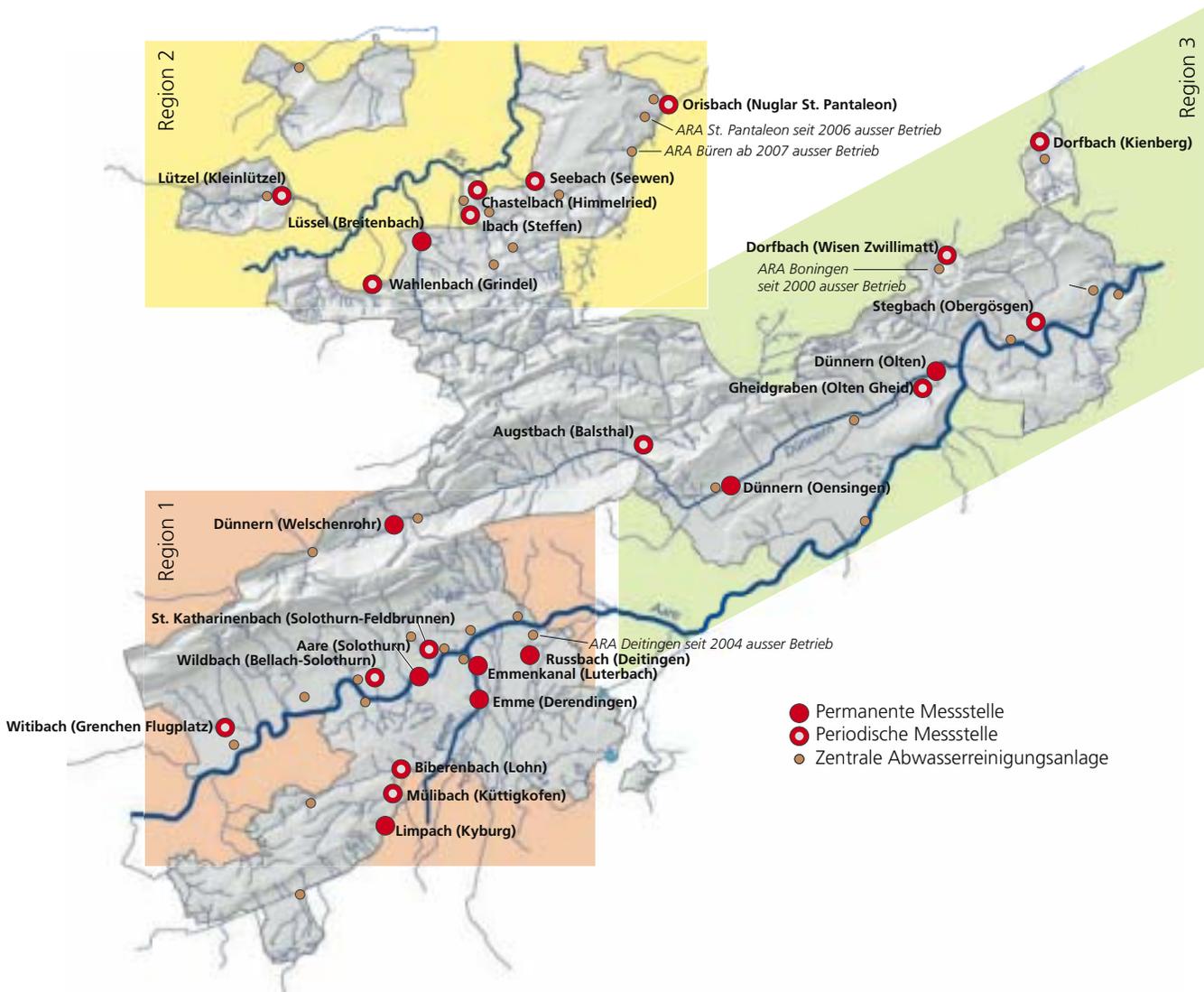
## Fliessgewässer brauchen Platz

Die Fliessgewässer benötigen genügend Raum. In der Vergangenheit sind viele Bäche kanalisiert oder eingedolt worden um Boden zu gewinnen, Landwirtschaftsflächen besser bewirtschaften zu können oder um das Niederschlagswasser schneller abzuleiten. Die natürlichen Rückhaltevolumen gingen dabei verloren. Bei starken Niederschlägen konnten die Gewässer das schnell zufließende Wasser oft nicht mehr fassen, was vermehrt zu Überflutungen und Hochwasserschäden führte. Heute wird den Gewässern wieder mehr Raum zugestanden und dies bei der Gewässeraufwertungen berücksichtigt.

➔ **Kapitel 4:** Lebensraum  
Fliessgewässer

### 3 CHEMISCHER ZUSTAND DER FLIESSGEWÄSSER UND KLEINSEEN

In der jüngsten Untersuchungsperiode 2006/07 sind einzig 3 der 23 im Kanton Solothurn überwachten Fließgewässer chemisch unbelastet oder schwach belastet. Die übrigen Gewässer erfüllen die Anforderungen der Eidg. Gewässerschutzgesetzgebung und die ergänzenden Empfehlungen des BAFU nicht in allen Punkten. Die Hauptgründe dafür sind der Eintrag von Nährstoffen und Pestiziden aus der Landwirtschaft und die im Verhältnis zur Wasserführung der Bäche oft zu grossen Abwassermengen aus der Siedlungsentwässerung. Tendenziell ist dennoch eine Verbesserung der Wasserqualität festzustellen.



**Messstellennetz für die Wasserqualität.** 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.

## Zeitgemässer Gewässerschutz mit dem Modul-Stufen-Konzept

Lange Zeit hat sich der Gewässerschutz fast ausschliesslich auf den Schutz der Gewässer vor Verunreinigungen konzentriert. Der forcierte Bau von Kläranlagen in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts und das Verbot von einigen gewässerbelastenden Stoffen hat denn auch zu einer Verbesserung der Wasserqualität in den Bächen, Flüssen und Seen geführt. Gleichzeitig hat die Bevölkerung deutlich zugenommen, neue Stoffe (Pestizide, Pharmazeutika und andere Chemikalien) sind dazugekommen und viele Gewässer sind melioriert, verbaut oder gar eingedolt worden. Ihre Funktionen als Lebensraum und für den Grundwasserhaushalt waren zunehmend gefährdet. Deshalb wurde ein umfassender Schutz der Gewässer nötig, welcher im neuen Gewässerschutzgesetz 1991 festgeschrieben worden ist.

Der umfassende Schutz der Gewässer bedingt genaue Kenntnisse über ihren Zustand. Dies macht nicht nur eine Beurteilung der Wasserchemie, sondern auch des Lebensraumes für Tiere, Pflanzen und Mikroorganismen sowie der Struktur der Gewässer nötig. Den methodischen und einheitlichen Rahmen dazu bildet das Modul-Stufen-Konzept des Bundesamtes für Umwelt. Es besteht aus mehreren Fachmodulen aus den Bereichen Hydrologie, Morphologie, Biologie, Chemie und Ökotoxikologie.



**Modul-Stufen-Konzept:** Methoden zur Untersuchung der Fließgewässer in der Schweiz. [www.modul-stufen-konzept.ch](http://www.modul-stufen-konzept.ch)

Module	Inhalte
Hydrologie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hydrologie, treibende Kraft der Gewässerdynamik</li> </ul>
Morphologie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ökomorphologie, Strukturen im und am Gewässer</li> <li>Äusserer Aspekt, treibende Kraft der Gewässerdynamik</li> </ul>
Biologie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Makrozoobenthos, Bewertung des Gewässerzustandes anhand wirbelloser Lebewesen der Gewässersohle</li> <li>Fische, Untersuchung und Bewertung der Fischpopulationen</li> <li>Kieselalgen (Diatomeen), Indikatoren der Wasserqualität</li> <li>Wasserpflanzen, Bestandesaufnahme (Makrophyten)</li> </ul>
Chemie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Chemie, Messung und Beurteilung chemischer Wasserinhaltsstoffe</li> </ul>
Ökotoxikologie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ökotoxikologie, Messung und Beurteilung des toxischen Gefahrenpotenzials von Gewässerverunreinigungen</li> </ul>

Die Untersuchungen für die einzelnen Module des Modul-Stufen-Konzeptes sind in drei Stufen mit unterschiedlichem Raumbezug und unterschiedlicher Bearbeitungsintensität unterteilt.

Stufen	Raum	Ziel
Stufe F	Flächendeckend Region / Kanton	Übersicht über den ökologischen Zustand und Defizite der Gewässer
Stufe S	Ein Gewässer und seine Zuflüsse	Differenzierte Erfassung und Analyse ökologischer Defizite, Massnahmenkonzept
Stufe A	Ein Abschnitt eines Gewässers	Problemanalyse für spezifische Fragestellungen

### **Stufe F - Flächendeckende Erhebungen**

Bei Erhebungen auf Stufe F werden flächendeckend alle Fließgewässer eines grösseren Gebietes (Kanton, Region) untersucht. Die Untersuchungen sollen neben Fachleuten auch Entscheidungsträgern aus Politik und Verwaltung einen schnellen Überblick über wichtige Aspekte des Zustandes der Gewässer und deren Beeinträchtigungen geben. Um dies zu erleichtern, wird in den verschiedenen Modulen soweit als möglich ein einheitliches Klassierungssystem verwendet (siehe Anhang A).

Im vorliegenden Kapitel sind die Resultate der bis heute durchgeführten chemischen Untersuchungen der Stufe F dargestellt. Die 2000 und 2001 kantonsweit durchgeführten gewässermorphologischen Untersuchungen der Stufe F werden in Kapitel 5 besprochen.

### **Stufe S - Systembezogene Erhebungen**

Auf Stufe S werden ausgewählte Gewässersysteme, d.h. einzelne Gewässer einschliesslich ihrer Zuflüsse untersucht. Der Untersuchungsaufwand und die Bearbeitungstiefe pro Gewässerabschnitt sind grösser als auf Stufe F. Eine detaillierte Analyse der ökologischen Defizite bildet die Grundlage einer systemgerechten Planung von Aufwertungsmassnahmen im Gewässer und ihrer Priorisierung.

Biologische Untersuchungen der Stufe S wurden 2001/2002 in der Aare zwischen Bielersee und Rhein durchgeführt (siehe Kapitel 5).

### **Stufe A - Abschnittsbezogene Erhebungen**

Die Stufe A umfasst aufwändige und zielorientierte Untersuchungen, die abschnittsweise bei spezifischen Problemen (z.B. bei Kläranlageneinleitungen oder in der Nähe von Deponien) zur Anwendung kommen.



*Zum Sammeln vom Makroinvertebraten für das Bestimmen der biologischen Gewässerqualität muss man ins Wasser steigen (Foto: creato).*

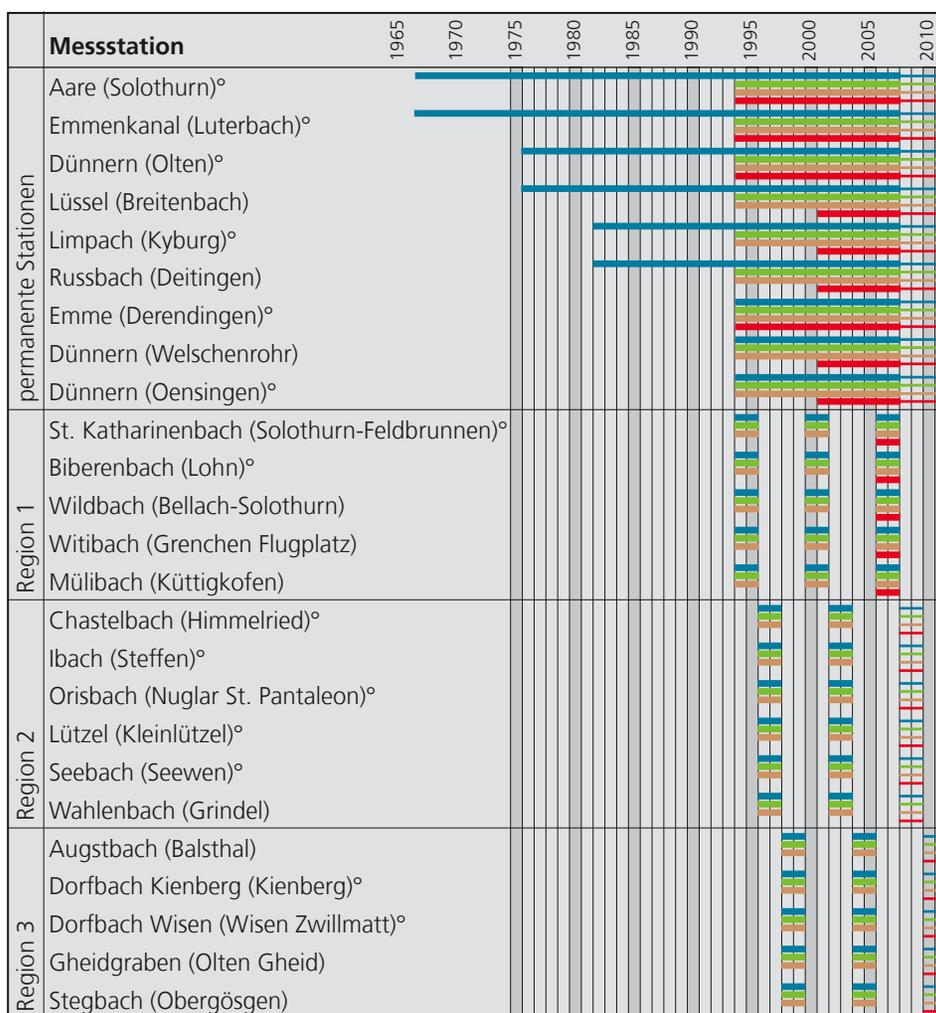
## Durchgeführte und geplante chemische Untersuchungen

Es ist Aufgabe der Gewässerschutzfachstelle, die wichtigsten Gewässer im Kanton laufend chemisch zu überwachen. Sie muss prüfen, ob die gesetzlichen Anforderungen an die Wasserqualität erfüllt sind. Es gilt, die Entwicklung der Wasserqualität der Fließgewässer aufzuzeigen und wenn nötig die erforderlichen Massnahmen zu veranlassen.

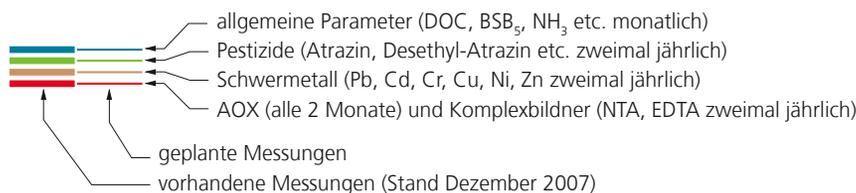
Seit 1994 wird die Gewässerqualität im Kanton Solothurn systematisch überwacht. In den grösseren Gewässern wird die Wasserqualität bereits seit den 1960er- und 1970er-Jahren regelmässig untersucht.



**Zustand Solothurner Gewässer 2000**  
Amt für Umwelt des Kantons Solothurn, 2003



° Messtationen mit Abwasserreinigungsanlagen in ihrem Einzugsgebiet



**Messkonzept für die Wasserqualität.** Seit 1994 werden 23 Fließgewässer des Kantons regelmässig an 25 Messstellen beprobt.

Mit dem 1994 eingeführten Messstellennetz wird der chemische Zustand all jener Fließgewässer überwacht, in die gereinigtes Abwasser von Kläranlagen eingeleitet wird. In den vergangenen Jahren sind einzelne Abwasserreinigungsanlagen und Abwassereinleitungen aufgehoben worden (ARA Boningen 2000, ARA Deitingen 2004, ARA St. Pantaleon 2004, ARA Büren 2007). Die Abwässer dieser Anlagen werden in benachbarten besser ausgebauten Anlagen gereinigt und grösseren Vorflutern zugeführt. Zur Erfolgskontrolle werden die Messstellen an den ehemaligen Vorflutern auch weiterhin beprobt. In den meisten Fällen verbessert sich die Wasserqualität der entlasteten Gewässer sofort und anhaltend.

Regelmässig untersucht werden auch einige Gewässer, in deren Einzugsgebiet sich keine ARA befindet. Diese Bäche fließen vorwiegend durch ackerbaulich oder mehrheitlich forst- und viehwirtschaftlich genutzte Einzugsgebiete. Mit diesen Messstellen soll der Einfluss der Flächennutzung auf die Wasserqualität bestimmt und überwacht werden. Von besonderem Interesse ist hier der Einfluss der Düngung und des Pflanzenschutzes (Pestizide).



Markierung der Messstelle für die Beprobung der Dünern bei Oensingen (Foto: creato).

Bei Bedarf werden an bestimmten Gewässern oder Gewässerabschnitten Spezialuntersuchungen vorgenommen (Untersuchungen der Stufe A), z.B. im Zusammenhang mit Umweltverträglichkeitsprüfungen für Wasserkraftwerke oder um die Gründe einer festgestellten Beeinträchtigung der Wasserqualität zu ermitteln. Während der vorliegenden Berichtsperiode 2000 bis 2007 sind solche Spezialuntersuchungen an der Dünern im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung des Verkehrsprojektes «Entlastung Region Olten» durchgeführt worden. Publiziert sind die Ergebnisse dieser Untersuchungen in separaten Berichten.

## Der aktuelle chemische Zustand der Solothurner Fließgewässer

Im Folgenden werden Messergebnisse jener Parameter dargestellt, die den chemischen Zustand der Gewässer charakterisieren und die im Rahmen des Messkonzeptes für die Wasserqualität regelmässig erhoben werden. Das sind

- Wassertemperatur
- Sauerstoffkonzentration, Sauerstoffsättigung
- Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB<sub>5</sub>)
- Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)
- Ammonium, Nitrit und Nitrat
- Phosphat und Gesamtphosphor
- Schwermetalle (Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Zink)
- Pestizide (Atrazin, Desethyl-Atrazin, Isoproturon, Simazin, Terbutylazin)

Die Anforderungen der Gewässerschutzverordnung (GSchV), die Zielwerte des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) und die Darstellungen für die chemisch-physikalische Qualitätseinstufung von Fließgewässern (und Grundwasser) sind im Anhang A zusammengestellt.

### Wassertemperatur

Die Wassertemperatur gehört zu den wichtigsten Regulatoren von Lebensvorgängen in Gewässern. Alle Stoffwechselfvorgänge, die Dauer, der Verlauf und die Geschwindigkeit des Wachstums sowie die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften werden von ihr beeinflusst.

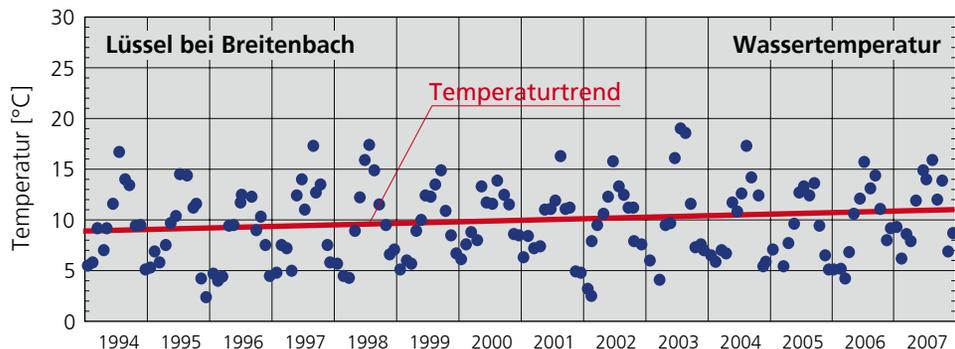
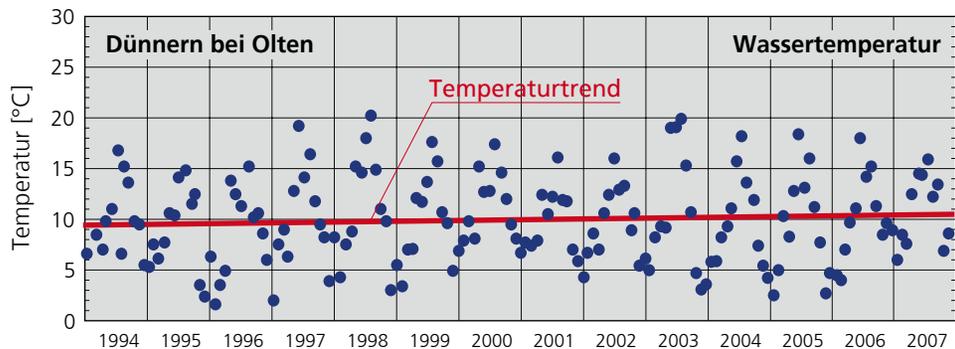
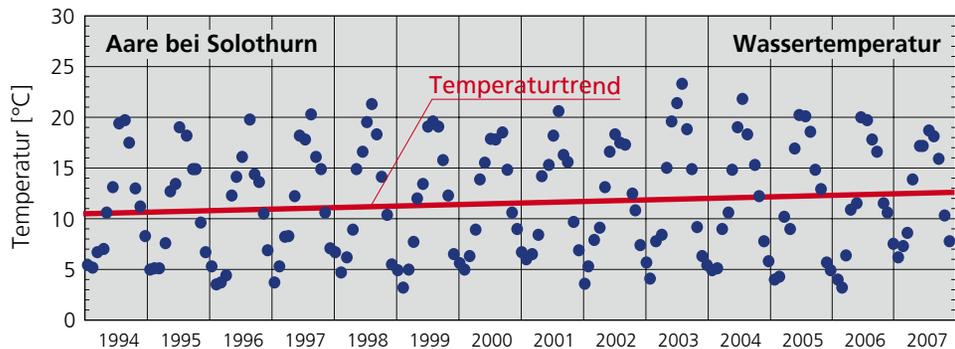
Fische sind wechselwarm, d.h. sie können keine konstante Körpertemperatur aufrechterhalten, sodass ihre Temperatur eine direkte Funktion der Wassertemperatur ist. Deswegen sind Fische darauf angewiesen, ihre Temperatur auch über ihr Verhalten zu regulieren, also Habitate mit für sie günstigen Temperaturverhältnissen aktiv aufzusuchen. Eine Erhöhung der Wassertemperatur hat darum auch direkt Einfluss auf die Zusammensetzung der Fischarten. Forellen und Äschen z.B. ziehen eher kühlere, Barbe und Karpfen wärmere Gewässer vor.

Neben der Biologie verändern hohe Wassertemperaturen auch die Chemie eines Gewässers. Unter anderem nimmt die Löslichkeit von Sauerstoff im Wasser mit zunehmender Temperatur ab und Ammonium wird bei höheren Wassertemperaturen zunehmend in das für Fische giftige Ammoniak überführt. Die Anforderung der GSchV an die Ammoniumkonzentration ist darum temperaturabhängig (siehe Anhang A).

Die langfristigen Zeitreihen der Wassertemperaturen repräsentativer Stationen in der Schweiz zeigen seit 1954 eine Temperaturzunahme. Im Rhein bei Basel beispielsweise beträgt sie mehr als 2 °C. In den letzten 16 Jahren (1988–2003) lagen dort die Jahresmittelwerte – unabhängig von der Was-

serführung – bei über 12 °C und damit deutlich höher als in den Jahren zuvor. Im Jahr 2003 lag der Jahresmittelwert sogar erstmals deutlich über 13 °C.

Die Wassertemperaturen sind auch in den jüngsten Jahren weiter gestiegen. Mehrere Einflüsse wie Klimaerwärmung, Kühlwassereinleitungen oder Veränderungen des Abflussregimes durch Stauhaltungen tragen zu dieser Entwicklung bei.



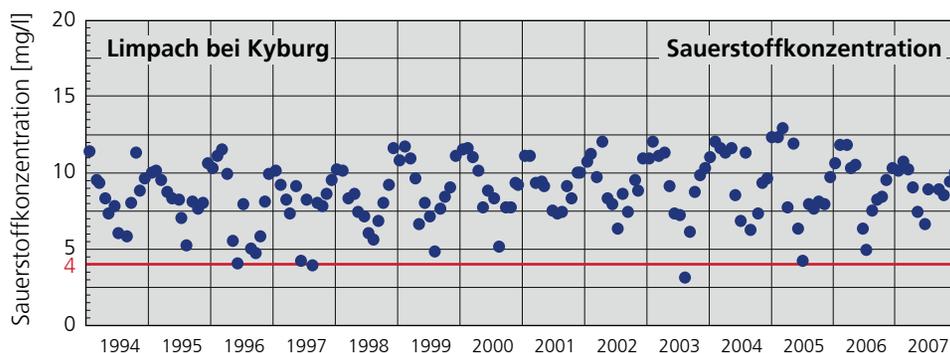
**Die Fließgewässer wurden in den letzten 14 Jahren tendenziell wärmer.** So hat zum Beispiel die Wassertemperatur der Aare und Lüssel um gut 2 °C zugenommen. In der Dünnern ist es gut 1 °C.

## Sauerstoffkonzentration, Sauerstoffsättigung

Die meisten Wasserorganismen benötigen zum Leben im Wasser eine Mindestkonzentration von gelöstem Sauerstoff. Die Löslichkeit des Sauerstoffs im Wasser nimmt mit steigender Temperatur sowie mit steigendem Gehalt an gelösten Substanzen ab. Bei 0 °C können maximal 14.6 mg/l Sauerstoff im Wasser gelöst werden. Bei 20 °C sinkt die Sättigungskonzentration auf 9.1 mg/l.

Der Sauerstoffgehalt des Wassers ist das Ergebnis sauerstoffliefernder und sauerstoffzehrender Vorgänge. Sauerstoff wird aus der Atmosphäre eingetragen, wobei der Grad der Sauerstoffaufnahme vor allem von der Größe der Wasseroberfläche, der Wassertemperatur, dem Sättigungsdefizit, der Wasserturbulenz und der Luftbewegung abhängt. Sauerstoff wird auch bei der Photosynthese der Wasserpflanzen freigesetzt. Andererseits wird beim natürlichen Abbau organischer Stoffe im Wasser durch die Tätigkeit der Mikroorganismen sowie durch die Atmung von Tieren und Pflanzen Sauerstoff verbraucht. Dies kann zu Sauerstoffmangel im Gewässer führen. Als «fischkritischer Wert» gilt ein Sauerstoffgehalt von weniger als 3 bis 4 mg/l.

An allen untersuchten Messstellen ausser im Limpach liegen die Sauerstoffkonzentrationen durchwegs über 7 mg/l. Im Limpach sinkt sie auf 5 mg/l und weniger. Grund für die tieferen Konzentrationen ist die Überkrautung, welche im Frühling zu einer Sauerstoffübersättigung und am Ende der Vegetationsperiode durch den Abbau der abgestorbenen Pflanzen zu einer erhöhten Sauerstoffzehrung führt.

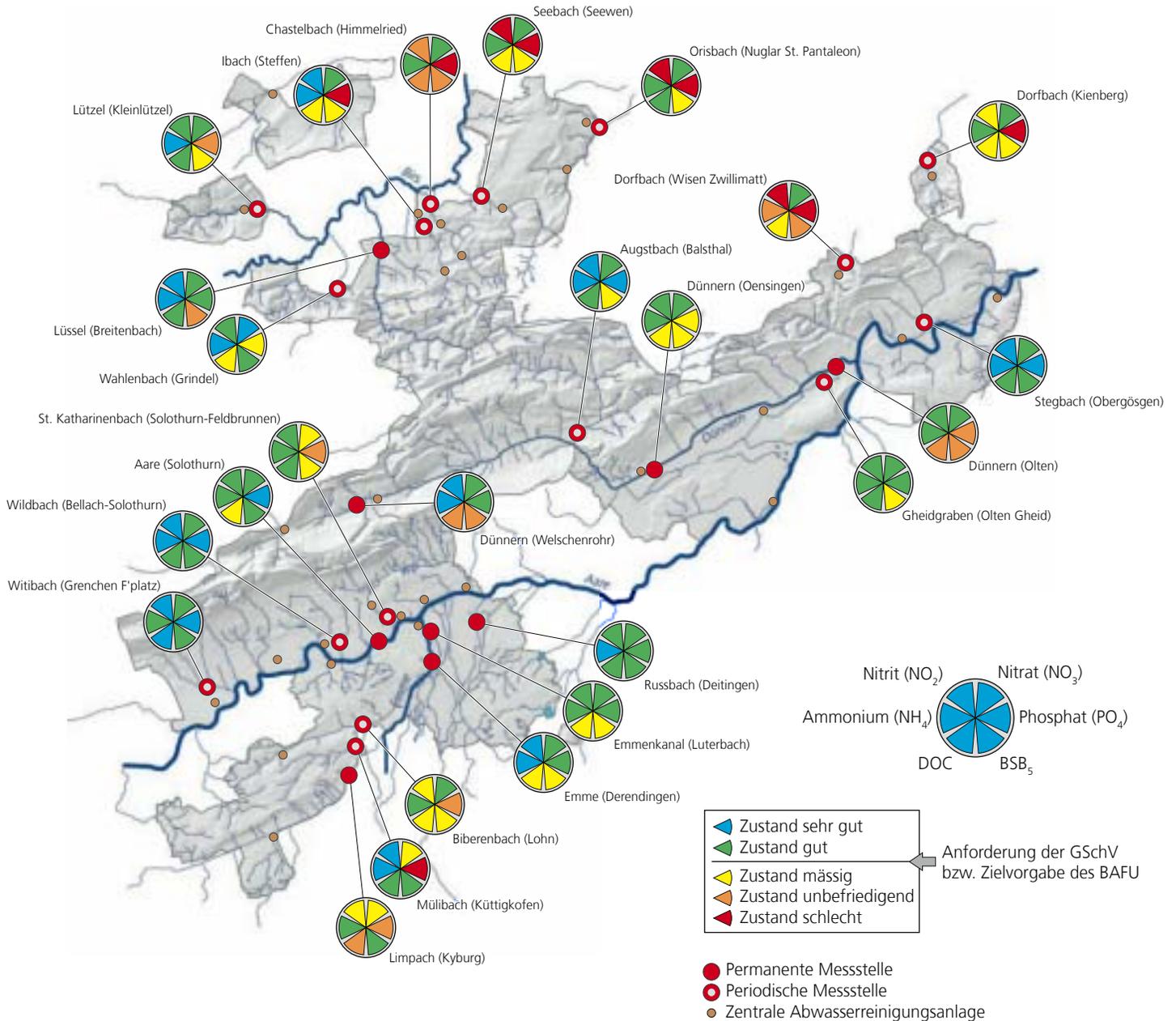


**Im Limpach sinkt die Sauerstoffkonzentration auf 5 mg/lO<sub>2</sub> und weniger.** Für ein Fließgewässer ist das eher aussergewöhnlich. Bei allen übrigen untersuchten Gewässern im Kanton liegen die Sauerstoffkonzentrationen durchwegs über 7 mg/l. Als «fischkritischer Wert» gilt ein Sauerstoffgehalt von weniger als 3 bis 4 mg/l.

Die langen Schönwetterperioden und die Rekordtemperaturen im August 2003 spiegeln sich auch im Sauerstoffgehalt der Gewässer wider. Die Amplituden des Tagesganges der Sauerstoffsättigung – der Unterschied zwischen der Sauerstoffsättigung tags und nachts – hat während der Hitzeperiode ein aussergewöhnliches Ausmass erreicht.

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

Die Parameter BSB<sub>5</sub>, DOC, Ammonium, Nitrit, Nitrat, Phosphat und Gesamtphosphor werden im Glossar (Anhang B) erläutert. Die numerischen Anforderungen der GSchV an die Gewässer, die Zielwerte des BAFU sowie die Qualitätsklasseneinstufung sind im Anhang A zusammengestellt.



**Belastung der Fließgewässer mit BSB<sub>5</sub>, DOC, Ammonium, Nitrit, Nitrat und Phosphat.** Auswertung der jüngsten beiden verfügbaren Messjahre (siehe Seite 29). Die gesetzlich festgelegten Zielvorgaben werden in den Fließgewässern des Kantons Solothurn vielerorts überschritten.

Einzig der Wildbach, der Witibach und der Stegbach können von den untersuchten 23 Fließgewässern als unbelastet bezeichnet werden. Die Aare in Solothurn erfüllt nur beim DOC, der Russbach nur beim Gesamtphosphor und der Augstbach nur beim BSB<sub>5</sub> die Anforderungen der GSchV nicht, allerdings jeweils deutlich. Alle anderen Gewässer verfehlen die Anforderung an die Wasserqualität für mehrere Parameter.

	BSB <sub>5</sub>	DOC	Ammonium	Nitrit	Nitrat	Phosphat	Gesamtphosphor
Aare (Solothurn) <sup>°</sup>							
Emmenkanal (Luterbach) <sup>°</sup>							
Dünnern (Olten) <sup>°</sup>							
Lüssel (Breitenbach)							
Limpach (Kyburg) <sup>°</sup>							
Russbach (Deitingen)							
Emme (Derendingen) <sup>°</sup>							
Dünnern (Welschenrohr)							
Dünnern (Oesingen) <sup>°</sup>							
St. Katharinenbach (Solothurn-Feldbrunnen) <sup>°</sup>							
Biberebach (Lohn) <sup>°</sup>							
Wildbach (Bellach-Solothurn)							
Witibach (Grenchen Flugplatz)							
Mülibach (Küttigkofen)							
Chastelbach (Himmelried) <sup>°</sup>							
lbach (Steffen) <sup>°</sup>							
Orisbach (Nuglar St. Pantaleon) <sup>°</sup>							
Lützel (Kleinslützel) <sup>°</sup>							
Seebach (Seewen) <sup>°</sup>							
Wahlenbach (Grindel)							
Augstbach (Balsthal)							
Dorfbach Kienberg (Kienberg) <sup>°</sup>							
Dorfbach Wisen (Wisen Zwillmatt) <sup>°</sup>							
Gheidgraben (Olten Gheid)							
Stegbach (Oberbögen)							

<sup>°</sup> Messstationen mit Abwasserreinigungsanlagen in ihrem Einzugsgebiet

- Zustand sehr gut
- Zustand gut
- Zustand mässig
- Zustand unbefriedigend
- Zustand schlecht

← Anforderung der GSchV bzw. Zielvorgabe des BAFU

○ nicht gemessen

Beurteilungsperioden

1994/95
2006/07

**Entwicklung der Wasserqualität bei BSB<sub>5</sub>, DOC, Ammonium, Nitrit, Nitrat, Phosphat und Gesamtphosphor von 1994 bis 2007.** Die Punkte stellen die Messresultate von 2-Jahresperioden dar. Die letzten vier Punkte entsprechen darum dem aktuellen Berichtszeitraum 2000 – 2007.

Gegenüber der Vorperiode hat sich die Wasserqualität in zehn Gewässern tendenziell<sup>1</sup>, in acht davon eindeutig<sup>2</sup> verbessert. In acht Gewässern hat die Wasserqualität leider tendenziell<sup>3</sup>, in sechs davon eindeutig<sup>4</sup> abgenommen. In vier Gewässern ist keine eindeutige Änderung feststellbar<sup>5</sup>.

Verbessert hat sich die Wasserqualität gegenüber der Vorperiode im Chastelbach, im Orisbach, im Seebach, im Walenbach, im Dorfbach Kienberg, im Dorfbach Wisen, im Gheidgraben und im Stegbach. Das sind alles Gewässer, die in der Periode 2002/03 bzw. 2004/05 zum letzten Mal untersucht wurden. Mit Ausnahme des Stegbaches, der alle Anforderungen an die Wasserqualität erfüllt, müssen die übrigen dieser Gewässer aber immer noch als belastet oder stark belastet eingestuft werden.

Schlechter als in der Vorperiode ist die Wasserqualität im Emmenkanal, in der Dünnern, im Bibernbach, im Wildbach, im Witibach und im Augsbach. Der Wildbach und der Witibach erfüllen aber immer noch alle Anforderungen an die Wasserqualität. Betrachtet man die Grundbelastung der Gewässer mit der der Vorperiode, so hat sich diese kaum verändert. Die höheren Niederschlagsmengen und Starkniederschläge in den Jahren 2006 und 2007 haben aber zu grösseren Abschwemmungen und Einleitungen aus Regenüberläufen geführt, was zu vereinzelt grösseren BSB<sub>5</sub>-, Phosphat- und Phosphorbelastungen geführt hat.



Aare bei Fülenbach (Foto: creato).

In der Aare bei Solothurn, im Russbach, in der Emme und im St. Katharinenbach ist keine eindeutige Veränderung der Gesamtbelastung gegenüber der Vorperiode feststellbar. Ausser beim St. Katharinenbach sind die BSB<sub>5</sub>-Konzentrationen in diesen Gewässern etwas zurückgegangen, dafür hat die DOC- und Phosphorbelastung leicht zugenommen.

Im Vergleich zu den Messungen 1994/95, hat sich die Wasserqualität in den untersuchten Gewässern durchwegs verbessert. Zwar haben die BSB<sub>5</sub>-Belastungen seit Anfang der Messungen eher etwas zugenommen, beim Nitrit und Phosphat sind aber deutliche Erfolge sichtbar.

1 Die Anzahl der Parameter mit einer Verbesserung ist grösser als die mit einer Verschlechterung.

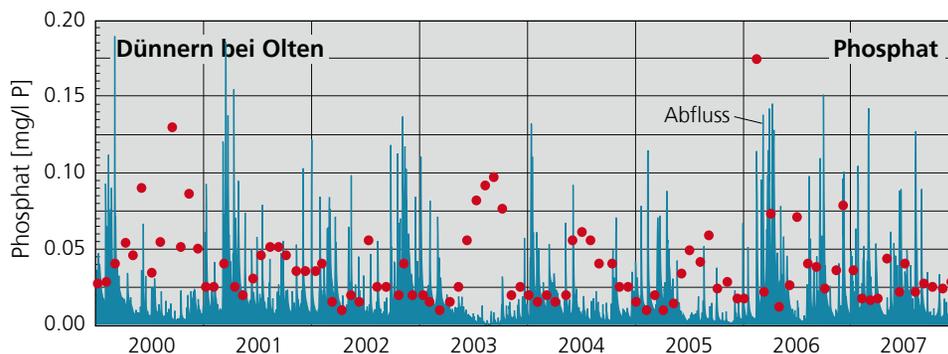
2 Es kommen ausschliesslich verbesserte und keine verschlechterten Einstufungen vor.

3 Die Anzahl der Parameter mit einer Verschlechterung ist grösser als die mit einer Verbesserung.

4 Es kommen ausschliesslich verschlechterte und keine verbesserten Einstufungen vor.

5 Über alle Parameter kommen ebensoviele verbesserte wie verschlechterte Einstufungen vor.

Es fällt auf, dass nach wie vor viele Fliessgewässer zu stark mit gelösten, sauerstoffzehrenden organischen Stoffen belastet sind. Nur an 8 der 25 Messstellen sind die Anforderungen der GSchV für BSB<sub>5</sub> erfüllt. An allen anderen Messstellen ist der BSB<sub>5</sub> zum Teil deutlich zu hoch. Bei der im Kanton Solothurn angestrebten Zielvorgabe für DOC von 3 mg/l (2 mg/l für die Aare, die Dünnern und die Birs) liegen für die jüngsten verfügbaren 2-Jahresperioden bei 14 Messstellen Überschreitungen vor.



**Phosphat in der Dünnern bei Olten.** Höhere Phosphatbelastungen treten bei längeren Schönwetter- und Trockenperioden als Folge des ungünstigen Vermischungsverhältnisses von ARA-Einleitungen (z.B. Sommer 2003) und bei Starkregenereignissen durch Abschwemmungen und Regenentlastungen aus Mischwasserkanalisationen (z.B. Frühling 2007) auf.

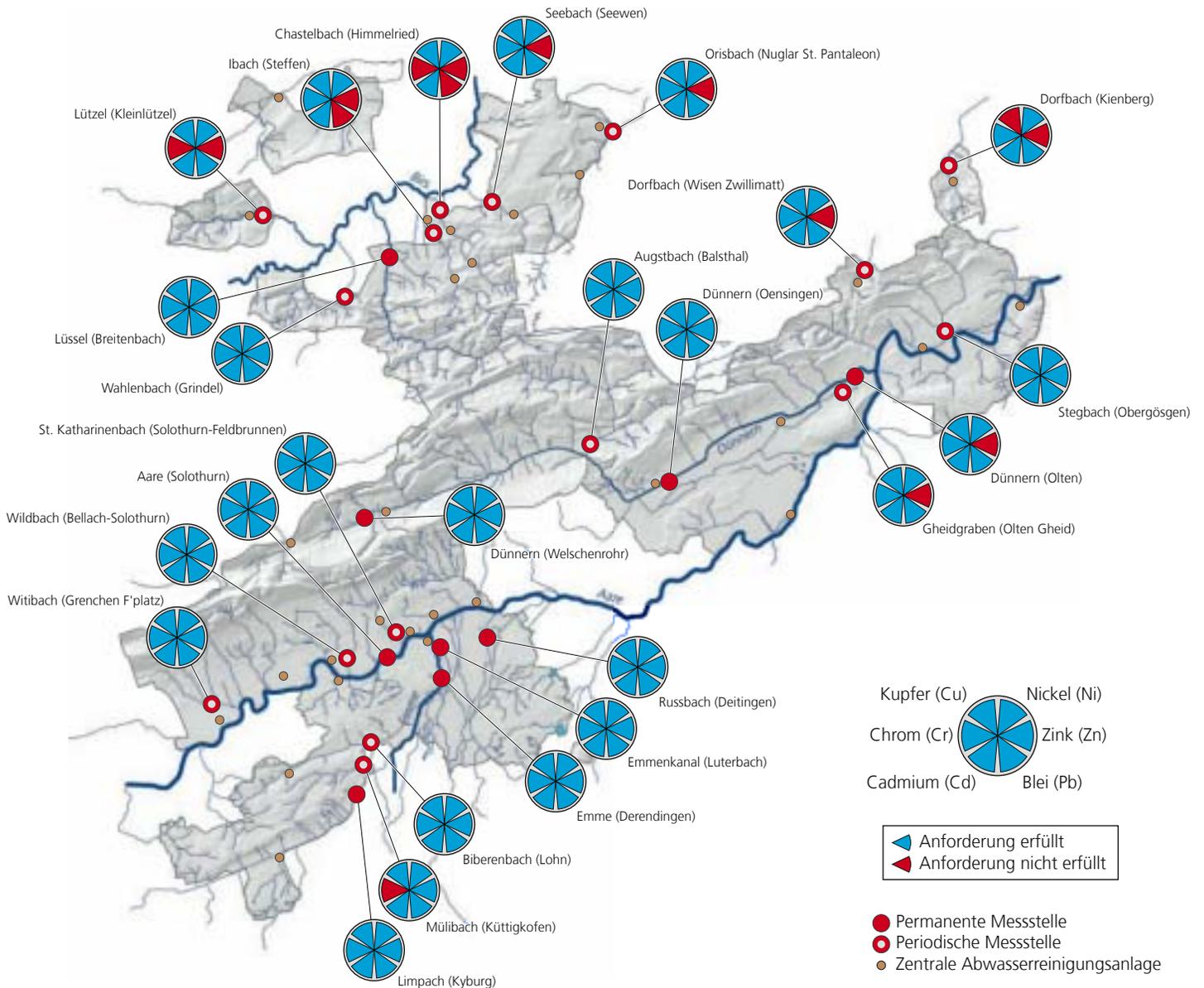
Bei den Stickstoff-Parametern (Ammonium, Nitrit, Nitrat) ist in den letzten Jahren eine wesentliche Verbesserung erkennbar. Allerdings sind die gesetzlichen Anforderungen noch nicht überall erreicht.

Beim Phosphat und Gesamtphosphor weisen 18 von 25 Messstellen zu hohe Werte auf. Nur die Aare bei Solothurn, die Dünnern bei Welschenrohr oberhalb der ARA-Einleitung, die Lüssel, der Wildbach, der Witibach, der Augstbach und der Stegbach erfüllen die Anforderungen sowohl an die Phosphat- als auch an die Gesamtphosphorbelastung.

Bei der Grosszahl der Messstellen sind die Anforderungen an die chemische Wasserqualität nicht erfüllt. Dies hängt natürlich auch damit zusammen, dass die Messstellen in der Regel dort installiert sind, wo die grössten Belastungen erwartet werden, nämlich unterhalb der Einleitungen von Abwasserreinigungsanlagen nach genügender Durchmischung oder in landwirtschaftlich intensiv genutzten Gebieten. So betrachtet ist das gezeichnete Bild der Wasserqualität der Fliessgewässer im Kanton zu pessimistisch und die Selbstreinigungskapazität der Gewässer ist nicht ersichtlich. Andererseits muss darauf hingewiesen werden, dass die Anforderungen der GSchV Minimalanforderungen darstellen, die überall im Gewässer, auch an ungünstigeren Stellen gelten und dass mit dem vorhandenen Messstellennetz lediglich die wichtigsten Fliessgewässer im Kanton überwacht werden können. Es handelt sich um Fluss- und Bachabschnitte, die bedeutende ökologische Funktionen haben.

## Schwermetalle

Die Gewässer werden zweimal jährlich auf den Gehalt gelöster Schwermetalle untersucht. An 9 Messstellen erfüllt Zink die Anforderung der GSchV nicht. Mit Ausnahme von Chrom (3 Messstellen), Blei (2 Messstellen) und Kupfer (1 Messstelle) erfüllen in der jüngsten Messperiode die übrigen Schwermetalle Nickel und Cadmium überall die Anforderungen der GSchV.



**Schwermetalle in Fließgewässern. Auswertung der jüngsten beiden verfügbaren Messjahre.** An 15 der 25 Messstellen erfüllen die untersuchten Schwermetalle die Anforderungen der Gewässerschutzverordnung (GSchV). An 10 Messstellen halten ein oder mehrere Schwermetallkonzentrationen die Anforderungen der GSchV nicht ein.

Die Prognose aus dem letzten Bericht, welche höhere Stoffeinträge für Kupfer und Zink prognostizierte, weil diese Metalle zunehmend im Hausbau eingesetzt werden (Fassaden, Dächer), hat sich nicht bestätigt. Die Anzahl Gewässer, welche die Anforderung der GSchV in Bezug auf Zink nicht erfüllt, ist von 16 auf 9 zurückgegangen. Zink bleibt aber wegen seiner weiten Verbreitung als Korrosionsschutz bei Stahlkonstruktionen ein häufig vorkommendes Schwermetall im Wasser.

	Blei	Cadmium	Chrom	Kupfer	Nickel	Zink
Aare (Solothurn)°						
Emmenkanal (Luterbach)°						
Dünnern (Olten)°						
Lüssel (Breitenbach)						
Limpach (Kyburg)°						
Russbach (Deitingen)						
Emme (Derendingen)°						
Dünnern (Welschenrohr)						
Dünnern (Oensingen)°						
St. Katharinenbach (Solothurn-Feldbrunnen)°						
Biberenbach (Lohn)°						
Wildbach (Bellach-Solothurn)						
Witibach (Grenchen Flugplatz)						
Mülibach (Küttigkofen)						
Chastelbach (Himmelried)°						
Ibach (Steffen)°						
Orisbach (Nuglar St. Pantaleon)°						
Lützel (Kleinlützel)°						
Seebach (Seewen)°						
Wahlenbach (Grindel)						
Augstbach (Balsthal)						
Dorfbach Kienberg (Kienberg)°						
Dorfbach Wisen (Wisen Zwillmatt)°						
Gheidgraben (Olten Gheid)						
Stegbach (Oberbösgen)						

° Messstationen mit Abwasserreinigungsanlagen in ihrem Einzugsgebiet

Anforderung erfüllt  
 Anforderung nicht erfüllt  
 nicht gemessen

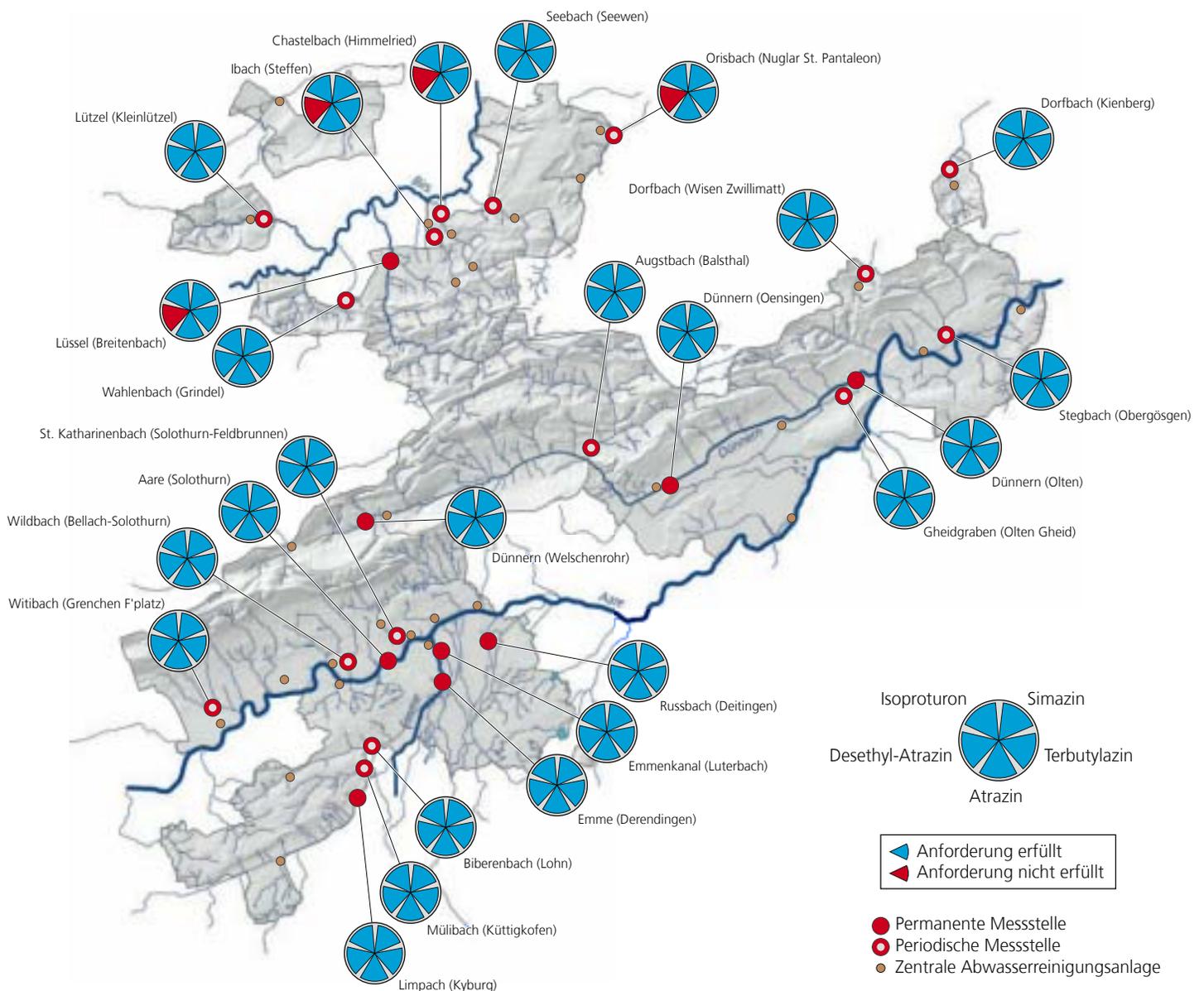
Beurteilungsperioden

**Verunreinigungen durch Schwermetalle in den Fließgewässern von 1994-2007.**  
 Die Punkte stellen die Messresultate von 2-Jahresperioden dar. Die letzten vier Punkte entsprechen somit dem aktuellen Berichtszeitraum 2000 – 2007.

## Pestizide

In der Schweiz sind mehrere tausend Pflanzenschutzmittel mit insgesamt rund 400 Wirkstoffen zugelassen. Für rund einen Drittel davon existieren heute keine standardisierten Analysemethoden. Die Gewässer können deshalb nur auf wenige Wirkstoffe und Abbauprodukte routinemässig untersucht werden.

Atrazin, Simazin, Terbutylazin, Isoproturon sowie das Abbauprodukt Desethyl-Atrazin sind organische Herbizide, die neben weiteren Pestiziden in den Gewässern des Kantons Solothurn zweimal jährlich untersucht werden.



**Pestizide in Fließgewässern.** Auswertung der jüngsten beiden verfügbaren Messjahre. Isoproturon, Atrazin und sein Abbauprodukt Desethyl-Atrazin sind die einzigen Herbizide, die während den letzten sechs Jahren an den Gewässermessstellen im Kanton nachgewiesen wurden.

Das Pflanzenschutzmittel Atrazin wird nach wie vor im Maisanbau gegen Samenunkräuter eingesetzt. In Karstgebieten dürfen die Herbizide Atrazin, Simazin und Terbutylazin seit 1999 nicht mehr eingesetzt werden. Der Verkauf von Atrazin ist noch bis Ende 2008 erlaubt. Ab 2012 gilt ein striktes Anwendungsverbot. Heute sind die Anforderungen der GSchV für Atrazin – nicht aber für sein Abbauprodukt Desethyl-Atrazin – in allen untersuchten Fließgewässern des Kantons eingehalten.

	Atrazin	Desethyl-Atrazin	Isoproturon	Simazin	Terbutylazin
Aare (Solothurn)°	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
Emmenkanal (Luterbach)°	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
Dünnern (Olten)°	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
Lüssel (Breitenbach)	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
Limpach (Kyburg)°	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
Russbach (Deitingen)	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
Emme (Derendingen)°	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
Dünnern (Welschenrohr)	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
Dünnern (Oensingen)°	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
St. Katharinenbach (Solothurn-Feldbrunnen)°	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○
Biberenbach (Lohn)°	●●○●○	●●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○
Wildbach (Bellach-Solothurn)	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○
Witibach (Grenchen Flugplatz)	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○
Müllbach (Küttigkofen)	●●○●○	●●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○
Chastelbach (Himmelried)°	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○
Ibach (Steffen)°	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○
Orisbach (Nuglar St. Pantaleon)°	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○
Lützel (Kleinslützel)°	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○
Seebach (Seewen)°	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○
Wahlenbach (Grindel)	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○
Augstbach (Balsthal)	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○
Dorfbach Kienberg (Kienberg)°	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○
Dorfbach Wisen (Wisen Zwillmatt)°	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○
Gheidgraben (Olten Gheid)	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○
Stegbach (Oberbögen)	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○

° Messstationen mit Abwasserreinigungsanlagen in ihrem Einzugsgebiet

- Anforderung erfüllt
- Anforderung nicht erfüllt
- nicht gemessen

Beurteilungsperioden

1994/95      2006/07

|                      |

○ ○ ○ ○ ○      ○ ○ ○ ○ ○

**Pestizide in Fließgewässern von 1994-2007.** Die Punkte stellen die Messresultate von 2-Jahresperioden dar. Die letzten vier Punkte entsprechen somit dem aktuellen Berichtszeitraum 2000 – 2007.

Die zunehmende Einschränkung des Einsatzes von Atrazin zeigt Wirkung. Während in der vergangenen Berichtsperiode bei 18 von 25 Messstellen die Anforderung für Atrazin nicht eingehalten wurde, ist sie in der jüngsten 2-Jahresperiode bei allen Messstellen erfüllt. Desethyl-Atrazin ist allerdings noch bei drei Messstellen, im Chastelbach bei Himmelried, im Ibach bei Steffen und im Orisbach bei Nuglar St. Pantaleon in Konzentrationen vorhanden, die der Anforderung der GSchV nicht genügen.



*Einsatz von Pflanzenschutzmittel in der Landwirtschaft (Foto: creato).*

Isoproturon ist ein Pflanzenschutzmittel zur Bekämpfung von Ungräsern in Getreidekulturen. Simazin ist eines zur Bekämpfung von Unkräutern und Ungräsern im Ertragsgartenbau, im Rebbau und im Obstbau. Ihre Rückstände in den Gewässern erfüllen 2006/07 das erste Mal an allen Probenahmestellen die Anforderung der GSchV.

Terbutylazin wird verwendet zur Bekämpfung von Unkräutern und Ungräsern in Mais und anderen landwirtschaftlichen Kulturen. Die Terbutylazin-Konzentrationen erfüllen seit jeher bei allen Messstellen die Anforderung der GSchV.

Die Verbesserungen bezüglich der Pestizidrückstände in den Gewässern sind sicher dem restriktiveren, bewussteren und sorgfältigeren Umgang mit diesen Stoffen in der Landwirtschaft und in den privaten Haushalten zu verdanken.

Neben den Pflanzenschutzmitteln für die Landwirtschaft gibt es auch Pestizide (Fungizide, Herbizide, Insektizide etc.), die zum Schutz von Bauten, Geräten, Tieren usw. verwendet werden und deren Anwendung weniger streng geregelt ist als bei den Pflanzenschutzmitteln in der Landwirtschaft. Die grosse Anzahl unterschiedlicher Wirkstoffe und ihre vielfältigen Anwendungsbereiche werden es auch weiterhin nötig machen, die Gewässer auf die Belastung durch Pestizide hin zu überwachen.

## Ökotoxikologische Untersuchungen

Ökotoxikologische Untersuchungen haben zum Ziel, Hinweise auf die Störung des aquatischen Ökosystems durch Stoffe und Stoffgemische zu geben. Es geht dabei nicht nur um die akute und kurzfristige Wirkung der Stoffe, sondern auch um langfristige Veränderungen in Organismen und des ökologischen Gleichgewichtes. Darum sind für die Ökotoxikologie auch sehr niedrige Stoffkonzentrationen und wenig spezifische Auswirkungen relevant. Die Untersuchungsmethoden und die Interpretation der Ergebnisse sind entsprechend komplex.

Ökotoxikologische Untersuchungen sind bis heute im Kanton Solothurn nicht durchgeführt worden. Die entsprechenden Methoden befinden sich zum Teil noch in der Entwicklung und können noch nicht routinemässig und standardisiert durchgeführt werden.



Länge und Gewicht der Fische erlauben Rückschlüsse auf Wachstum und Altersstruktur einer Fischpopulation und können Hinweise auf eventuelle Störungen im ökologischen System geben (Foto: eawag, A. Bryner).

Im Rahmen des Modul-Stufen-Konzeptes arbeitet die EAWAG an Methoden zum Modul «Ökotoxikologie». Vorgesehen ist es, das toxische Potential von Substanzen in Wasserproben durch ein zweistufiges Verfahren zu ermitteln. Im ersten Schritt soll im Labor die Wirkung auf isolierte biologische Zellen untersucht werden. Berücksichtigt werden dabei

- die unmittelbare Zelltoxizität
- die Hemmung der Photosynthese,
- DNA-Schäden
- und Reproduktionsschäden.

Erst wenn auf der Stufe der Zellen toxische Effekte auftreten, soll in einem zweiten Schritt anhand von ausgewählten Organismen überprüft werden, ob das toxische Potential der Substanzen auch in Organismen zu negativen Effekten führt.



**Modul-Stufen-Konzept:** Vorschläge zur Vorgehensweise im Modul Ökotoxikologie, EAWAG 2001 [www.modul-stufen-konzept.ch](http://www.modul-stufen-konzept.ch)

### Die Wasserqualität muss noch verbessert werden

Die Gesamtbeurteilung der überwachten Fließgewässer nach ihren allgemeinen Parametern (Ammonium, Nitrit, Nitrat, Phosphat, BSB<sub>5</sub> und DOC), Schwermetallen (Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Zink) und Pestiziden (Atrazin, Desethyl-Atrazin, Isoproturon, Simazin, Terbutylazin) zeigt, dass trotz deutlichen Verbesserungen auch weiterhin ein Handlungsbedarf besteht.

	Allg. Parameter	Schwermetalle	Pestizide
Aare (Solothurn) <sup>o</sup>			
Emmenkanal (Luterbach) <sup>o</sup>			
Dünnern (Olten) <sup>o</sup>			
Lüssel (Breitenbach)			
Limpach (Kyburg) <sup>o</sup>			
Russbach (Deitingen)			
Emme (Derendingen) <sup>o</sup>			
Dünnern (Welschenrohr)			
Dünnern (Oensingen) <sup>o</sup>			
St. Katharinenbach (Solothurn-Feldbrunnen) <sup>o</sup>			
Bibernbach (Lohn) <sup>o</sup>			
Wildbach (Bellach-Solothurn)			
Witibach (Grenchen Flugplatz)			
Mülibach (Küttigkofen)			
Chastelbach (Himmelried) <sup>o</sup>			
Ibach (Steffen) <sup>o</sup>			
Orisbach (Nuglar St. Pantaleon) <sup>o</sup>			
Lützel (Kleinlützel) <sup>o</sup>			
Seebach (Seewen) <sup>o</sup>			
Wahlenbach (Grindel)			
Augstbach (Balsthal)			
Dorfbach Kienberg (Kienberg) <sup>o</sup>			
Dorfbach Wisen (Wisen Zwillmatt) <sup>o</sup>			
Gheidgraben (Olten Gheid)			
Stegbach (Oberbösgen)			

<sup>o</sup> Messstationen mit Abwasserreinigungsanlagen in ihrem Einzugsgebiet

nicht gemessen

Allgemeine Parameter		Schwermetalle und Pestizide	
Zustand sehr gut	Zustand gut	Anforderung erfüllt	Anforderung nicht erfüllt
Zustand mässig	Zustand unbefriedigend		
Zustand schlecht			

Anforderung der GSchV bzw. Zielvorgabe des BAFU

Beurteilungsperioden 1994/95 | 2006/07

**Gesamtbeurteilung der Fließgewässer.** Für die Gesamtbeurteilung der Fließgewässer ist jeweils der Parameter mit der schlechtesten Einstufung (ohne Gesamtphosphor) innerhalb der 2-jährigen Perioden massgebend. Daher zeichnet diese Beurteilung ein eher ungünstiges Bild der Stoffeinträge.

### Gewässer mit Abwasserreinigungsanlagen im Einzugsgebiet

Sämtliche Fliessgewässer, in deren Einzugsgebiet Abwasserreinigungsanlagen liegen, müssen weiterhin als deutlich bis stark belastet eingestuft werden. Insbesondere kleine Bäche sind stark belastet, 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 bis 1:1 betragen; das heisst, die eingeleitete Abwassermenge ist so gross wie der natürliche Abfluss des Baches.

Aber auch die Emme mit bedeutend grösserer Wasserführung bleibt belastet. Sie kann die Anforderungen der GSchV an die Wasserqualität für  $BSB_5$ , DOC und Gesamtphosphor nicht erfüllen. Offensichtlich vermag auch die Emme die grossen Abwasserreinigungsanlagen in ihrem Einzugsgebiet nicht gänzlich zu verkraften. Einzig die Aare als grösstes Fliessgewässer im Kanton erfüllt mit Ausnahme des DOC alle Anforderungen der GSchV an die Wasserqualität.



Dünnern vor Oensingen  
(Foto: creato)

### Gewässer in landwirtschaftlich intensiv genutzten Gebieten

Unter diese Kategorie fallen fünf Bäche, die nicht auch als Vorfluter für Abwasserreinigungsanlagen dienen. Das ist der Russbach in Deitingen, der Witibach beim Flugplatz Grenchen, der Mülibach in Küttikofen, der Gheidgraben bei Olten und der Stegbach in Obergösgen. Von diesen Bächen erfüllen der Witibach und der Stegbach alle Anforderungen der GSchV. Der Russbach, der Mülibach und der Gheidgraben müssen als belastet bezeichnet werden.



Grütbach bei Obergerlafingen  
(Foto: H. Sommer)

### **Gewässer in forst- und viehwirtschaftlich genutzten Gebieten**

Die Bäche, die in solchen Einzugsgebieten liegen sind die Dünnern bei Welschenrohr, der Wildbach bei Bellach, der Wahlenbach bei Grindel und der Augstbach bei Balsthal. Der Wildbach erfüllt alle Anforderungen der GSchV an die Wasserqualität. Der Augstbach kann als insgesamt mässig belastet bezeichnet werden. Die übrigen beiden Bäche – die Dünnern bei Welschenrohr und der Wahlenbach – erfüllen für mehrere Parameter die Anforderungen der GSchV nicht.



Lüssel bei Erschwil (Foto: creato)

### **Zusammenfassend kann festgehalten werden**

Fließgewässer unterhalb von Abwasserreinigungsanlagen, aber auch solche in ackerbaulich und viehwirtschaftlich genutzten Gebieten erfüllen die Anforderungen der GSchV für mehrere Parameter immer noch nicht. Bei den Flüssen und grösseren Bächen werden diese allerdings nur knapp verfehlt.

## 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 der Bäche, Regenentlastungen, die bei Starkniederschlägen ungereinigte Abwässer einleiten sowie die intensive landwirtschaftliche Nutzung in den Einzugsgebieten der Bäche.

## Die Situation wird sich in Zukunft verbessern

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

- Diverse seit dem Jahr 2000 realisierten Ausbauprojekte im Einzugsgebiet der Aare (ARA Bellach, ARA Emmenspitz in Zuchwil, ARA Regio Grenchen, ARA Schönenwerd, ARA Selzach, ARA Unterer Leberberg in Flumenthal) werden die eingeleiteten Frachten, speziell im Stickstoffbereich, in die Aare deutlich verringern. Zudem wird das Abwasser aus dem Einzugsgebiet der ARA Deitingen seit 2003 in der ARA Emmenspitz gereinigt. Weitere Kläranlagen-Ausbauten an kleineren Vorflutern wie z. B. der ARA Limpachtal am Limpach und der ARA Rodersdorf-Metzerlen am Birsig werden Verbesserungen der Gewässerqualität der jeweiligen Vorfluter bewirken. Nicht zu vergessen sind die positiven Einflüsse durch die Aufhebung von kleineren Kläranlagen in den letzten Jahren wie der ARA Büren und der ARA St. Pantaleon. Deren Abwasser wird grösseren Kläranlagen im Kanton Basel-Landschaft (ARA Ergolz 2 in Füllinsdorf und ARA Zwingen) zugeführt und belasten somit die vorher als Vorfluter genutzten Oberflächengewässer nicht mehr.
- 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, d.h die Trennkanalisation konsequent eingeführt.
- Durch die fortschreitende ökologische Ausrichtung der Land- und Viehwirtschaft kann damit gerechnet werden, dass sich der Zustand der Dünnern in Welschenrohr, des Limpachs, des Mülibachs, des Wahlenbachs, des Gheidgrabens 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. Den Gewässern muss mehr Raum zugestanden werden, um Pufferzonen zwischen landwirtschaftlich genutzten Flächen und dem Gewässer zu schaffen.

## Die zwei einzigen Seen des Kantons sind überdüngt

Der Burgäschisee und der Inkwilersee verdanken ihre Existenz dem am Ende der letzten Eiszeit zurückgewichenen Rhonegletscher. Vor 15'000 bis 20'000 Jahren formten diese Eismassen die Landschaft, hinterliessen Moränenhügel, Toteislöcher und in der Folge Seen. Bereits in der Steinzeit (ca. 4'000 Jahre v. Chr.) war die damals noch weitgehend bewaldete Gegend besiedelt. Die natürliche Sukzession führte zur Verlandung der stehenden Gewässer und zur Bildung von Mooren. Der Burgäschisee und der Inkwilersee sind Relikte dieses Prozesses und gelten als natürlich eutroph.



**Wie geht es dem Burgäschisee heute? 30 Jahre Tiefenwasserableitung.**

Amt für Gewässerschutz und Abfallwirtschaft, Gewässer- und Bodenschutzlabor des Kantons Bern, 2007

Auch wenn die Nährstoffeinträge aus den Einzugsgebieten der beiden Seen auf Null zurück gehen würden, kann nicht mit einem kurz- oder mittelfristigen Rückgang des Algenwachstums und damit einer deutlichen Verbesserung der prekären Sauerstoffverhältnisse gerechnet werden. Die über viele Jahrzehnte angereicherten hohen Phosphorreserven im Sediment und die anaeroben Bedingungen am Seegrund ermöglichen es, dass die Nährstoffe zurück ins Wasser und damit in den pflanzlichen Produktionskreislauf gelangen. Die beide Kleinseen düngen sich selber.

### Der Burgäschisee

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 Amt für Umwelt des Kantons Solothurn überwacht.



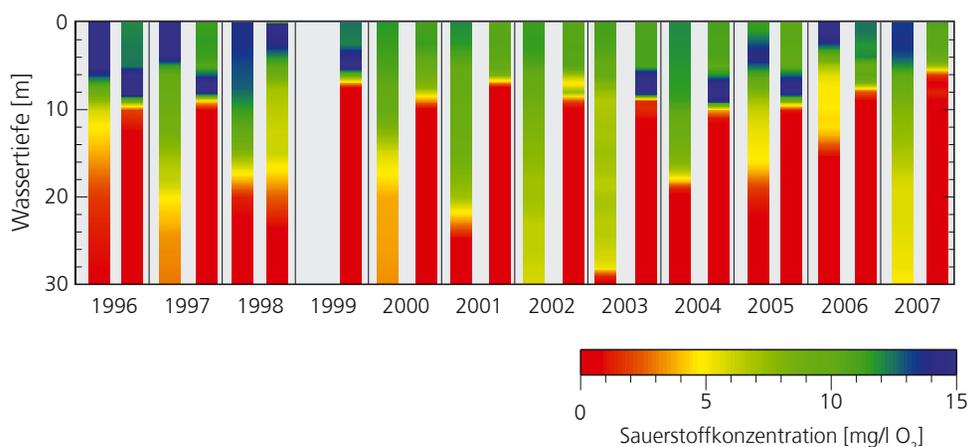
Burgäschisee (Foto: H. Sommer)

Die völlig ungenügenden Sauerstoffverhältnisse haben 1977 die Kantone Solothurn und Bern veranlasst, eine Tiefenwasserableitung im Burgäschisee

zu installieren. Die Bilanz nach 30 Jahren Betrieb fällt durchgezogen aus. Die Tiefenwasserableitung hat die erhofften und hoch gesteckten Ziele nur zum Teil erreicht. Als wichtigster Erfolg kann der teilweise Entzug des stark nährstoffhaltigen und meist sauerstofflosen Tiefenwassers bezeichnet werden. Die Konzentrationen von Gesamtphosphor und Phosphat sind rückgängig.

Die Sauerstoffverhältnisse während der Schichtungsperioden im Sommer und Herbst haben sich nur wenig verbessert. Vom ursprünglich formulierten Ziel der Tiefenwasserableitung, einem ganzjährig mit Sauerstoff versorgten Wasserkörper, ist man weit entfernt. Die Massnahme hat jedoch, als Symptombekämpfungsmassnahme, den See vor einer weiteren Nährstoffanreicherung im Tiefenwasser und einer Verschlechterung der Zirkulationsverhältnisse bewahrt. Um den Seezustand langfristig zu verbessern oder zumindest nicht zu verschlechtern, wird die Tiefenwasserableitung weiter betrieben. Gleichzeitig müssen Massnahmen im Einzugsgebiet getroffen oder weitergeführt werden, welche den Nährstoffeintrag reduzieren.

In einem Natur- und Landschaftsschutzkonzept wurden eine Ausdehnung des Schutzgebietes um den See sowie eine Reihe von Massnahmen vorgeschlagen mit dem Ziel, weiteren Nährstoffeintrag aus der landwirtschaftlichen Nutzung fernzuhalten.



**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 charakterisiert.

In Seen sind 4 mg Sauerstoff pro Liter ein kritischer Wert. Bei diesem Gehalt können die meisten Lebewesen im Wasser noch überleben. Er soll nie und nirgends unterschritten werden, schreibt die Gewässerschutzverordnung ausdrücklich vor. Im Burgäschisee ist diese Anforderung im Frühling und Sommer selten und im Winterhalbjahr nie erfüllt. Eine Besserung dieser Situation ist trotz Tiefenwasserableitung, Phosphatverbot und Düngeschriften nicht eingetreten.

## Der Inkwilersee

Im Gegensatz zum Burgäschisee ist der wesentlich kleinere Inkwilersee ein äusserst flaches Gewässer. Er misst an der tiefsten Stelle nur 5 Meter. Der Inkwilersee ist ein sehr nährstoffreicher See, nicht nur weil unerwünschte Nährstoffe von aussen zugeführt werden, sondern auch weil der See selbst viele Nährstoffe enthält und sich damit selber düngt.

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 bezüglich Wasserqualität überwacht. Zur Sanierung des Inkwilersees besteht eine Arbeitsgruppe unter der Führung des Amtes für Umwelt (AfU) des Kanton Solothurn.



**Ist der Inkwilersee noch zu retten? Massnahmen im Kampf gegen die Verlandung.**  
 Franziska Affolter-Brosi  
 im Jahrbuch des Oberaargaus 2006

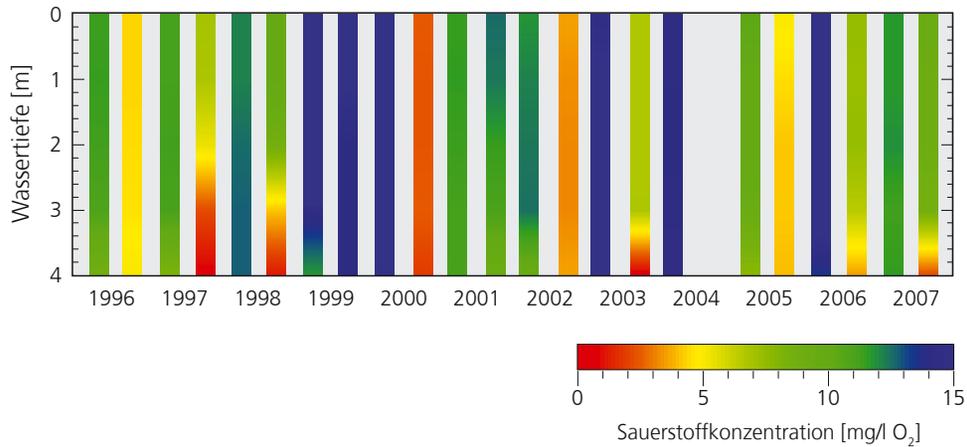


*Inkwilersee (Foto: Peter Brotschi)*

Der See befindet sich heute in der letzten Phase seiner Entwicklung vom offenen Gewässer zum Flachmoor. Soll der Inkwilersee als Landschaftselement, als Erholungsraum für die Bevölkerung, aber auch in seiner ökologischen Funktion erhalten werden, müssen weitere Massnahmen ergriffen werden. Zur Diskussion stehen das Entfernen von Sedimenten im Uferbereich, das Einleiten von Kleinstbächen in den See anstatt in die Kanalisation und die Instandstellung des Drainagesystems rund um den See.

Im Zusammenhang mit dem Bau der Bahn 2000 wurden als ökologische Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen die beiden Zuflüsse des Sees – der Dägernmoosbach und der Moosbach – renaturiert. Die ehemals verbauten Bäche sind wieder natürlicher gestaltet und teilweise verbreitert worden. So kann Erosionsmaterial, wie Sand, Ton und Silt, welches die beiden Zuflüsse mit sich führen, besser aufgefangen und der Eintrag in den See reduziert werden. Im September 2004 wurden beim Moosbächli zusätzlich zwei naturnahe Rückhaltebecken für Erosionsmaterial erstellt.

Das Ufergehölz um den Inkwilersee wurde im Winter 2007/08 seit Jahrzehnten erstmals wieder ausgeholzt, um die gefährdeten Pflanzen zu fördern und Neophyten zu bekämpfen.



**Tiefenprofile der Sauerstoffkonzentration im Inkwilersee.** Die starke biologische Produktion bewirkt, dass in den tieferen Wasserschichten manchmal kein Sauerstoff mehr vorhanden ist.

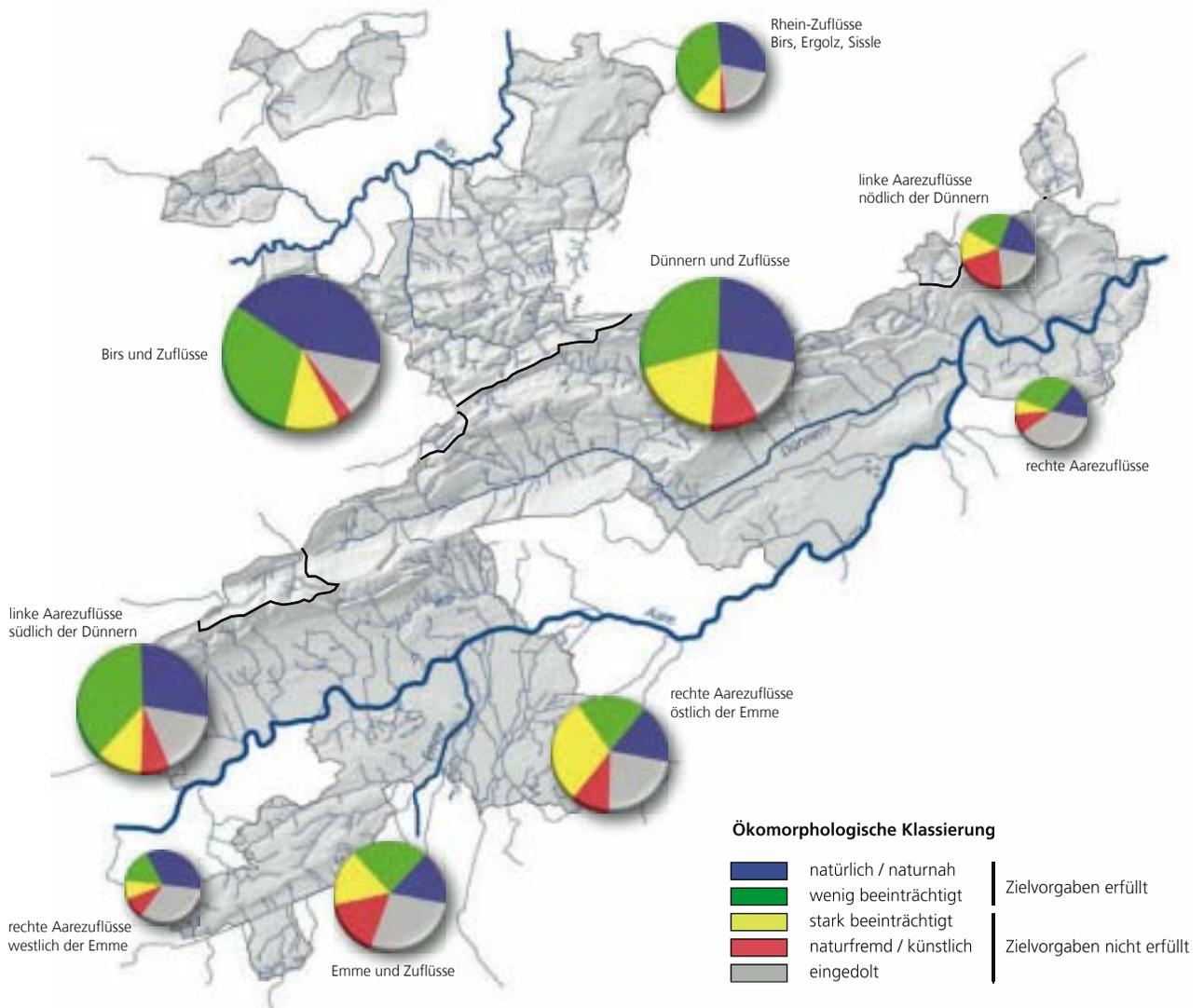
Im relativ seichten Inkwilersee kann sich das Wasser einfacher durchmischen, z. B. wenn Winde, die über den See streichen, die Zirkulation antreiben. Die Sauerstoffkonzentrationen sind im Inkwilersee darum weniger häufig so prekär wie im tieferen Burgäschisee.



Inkwilersee (Foto: creato)

## 4 LEBENSRAUM FLIESSGEWÄSSER

In den Jahren 2000 und 2001 sind knapp 89% der insgesamt 1'150 km Fließgewässer im Kanton kartiert und ökomorphologisch klassiert worden. 440 km davon sind stark beeinträchtigt, naturfremd oder sogar eingedolt. Mit dem neuen Wasserbaukonzept des Kantons Solothurn soll die Situation mittel- und langfristig verbessert werden. Der Kanton Solothurn schafft damit die planerische Grundlage für eine nachhaltige Umgestaltung und Pflege der Fließgewässer. Die Hauptziele sind ein besserer Hochwasserschutz sowie eine ökologische Aufwertung der Bäche und Flüsse.



**Ökomorphologische Klassifizierung der Gewässereinzugsgebiete ohne Aare und Aarekanäle.** Die Klassifizierung der ökomorphologischen Strukturen der Fließgewässer im Kanton Solothurn ergab grosse Unterschiede zwischen den einzelnen Einzugsgebieten: Während die Gewässer im Einzugsgebiet der Birs im Verhältnis zum kantonalen Durchschnitt gut eingestuft werden, bestehen in anderen Einzugsgebieten zum Teil grosse ökomorphologische Defizite.

## Zweck des Wasserbaukonzepts

Das Wasserbaukonzept gibt einen Überblick über die zukünftigen wasserbaulichen Massnahmen zum Hochwasserschutz und zu Gewässeraufwertungen im Kanton Solothurn. Es dient den dafür zuständigen Fachstellen als Grundlage für die Projektierung und Budgetplanung. Das Konzept zeigt die Interessenskonflikte auf, legt die Prioritäten der verschiedenen Massnahmen fest und gewährleistet deren Realisierbarkeit.

Das Wasserbaukonzept dient auch als Koordinationsinstrument. Wasserbauprojekte lassen sich so aufeinander abstimmen. Der aus den kommunalen Gefahrenkarten hervorgegangene Bedarf beim Hochwasserschutz sowie die beträchtlichen Defizite bezüglich der Gewässerstrukturen werden erfasst und dargestellt. An den Grenzgewässern und grenzüberschreitenden Wasserläufen unterstützt das Wasserbaukonzept die Zusammenarbeit mit den Nachbarkantonen Bern, Aargau, Basel-Landschaft und Jura.



**Wasserbaukonzept  
Aufbruch zu neuen  
Ufern.**  
Amt für Umwelt des  
Kantons Solothurn,  
2007

## Gefahrenkarten zeigen den Handlungsbedarf

Die lange praktizierte harte Verbauung der Gewässerläufe und die fehlenden Rückhalteräume für grössere Wassermassen hat zur Folge, dass Abflussspitzen nach intensiven Niederschlägen häufiger als früher zu Überschwemmungen führen. Die Sicherung des Raumbedarfs gilt daher als Kernanliegen um sowohl den Hochwasserschutz entlang der Fließgewässer als auch die Lebensraumqualität zu verbessern. Dank der kantonalen Gefahrenhinweiskarte und den ersten kommunalen Gefahrenkarten liegen für das gesamte Kantonsgebiet vertiefte Kenntnisse über die bestehenden Hochwassergefahren vor, welche einen grossen Handlungsbedarf bescheinigen.

## Verbesserter Hochwasserschutz

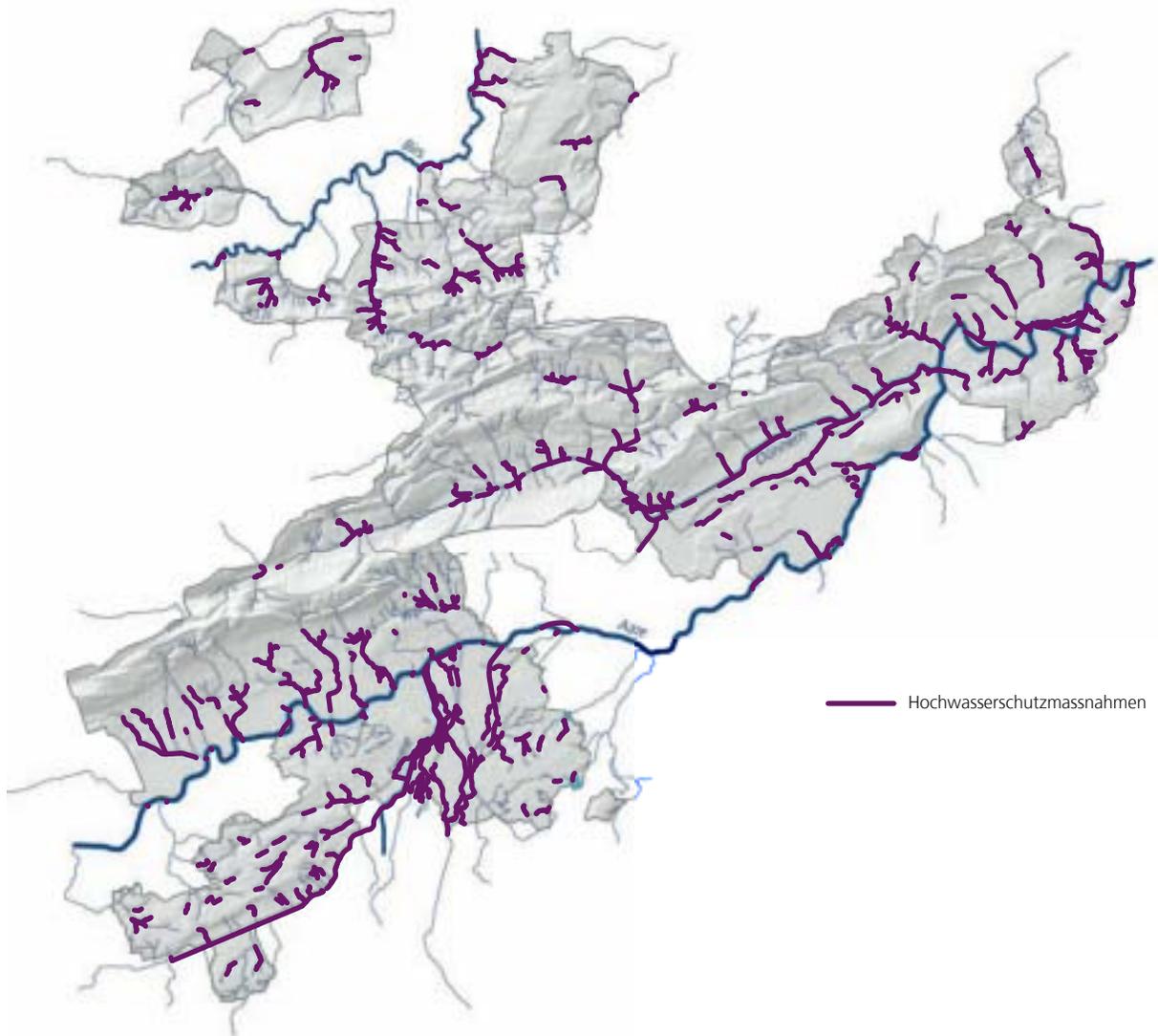
Überschwemmungen gehören durchaus zum natürlichen Charakter von Fließgewässern. Bedingt durch zunehmende Besiedlung in Gewässernähe und die intensivere Nutzung von Untergeschossen ist das Schadenpotenzial in den letzten Jahren deutlich angestiegen. So sind verschiedene Gemeinden im Kanton regelmässig von Überschwemmungen betroffen. Hier sind Massnahmen nötig, welche die Bevölkerung und die Sachwerte besser vor Hochwasserschäden schützen.

Das Wasserbaukonzept will die Hochwassersicherheit durch genügend Rückhalte- und Abflusskapazitäten für Wasser und Geschiebe erhöhen. Dafür werden folgende Massnahmen in Betracht gezogen:

- Freihalten gefährdeter Uferzonen durch raumplanerische Massnahmen
- Aufrechterhalten der Abflusskapazität durch Gewässerunterhalt
- Bauliche Massnahmen wie Kapazitätserweiterungen am Gerinne, Verbreiterungen und Absenkungen der Gewässersohle, Erstellen von Dämmen, Ufermauern, Entlastungskanälen und Rückhaltebecken
- Aktivieren von natürlichen Retentionsräumen

Die Massnahmen erfolgen zeitlich abgestuft und für alle Gewässerabschnitte einheitlich nach einem im Konzept vorgegebenen Entscheidungsraster. Dabei werden drei Kriterien – Schadenpotenzial, Kosten-Nutzen-Verhältnis, Synergien – bewertet und die Projekte je nach Ergebnis den Prioritätsstufen hoch (1), mittel (2) und niedrig (3) zugeordnet.

Im Rahmen jeder Hochwasserschutzmassnahme werden sämtliche Gewässer aufwertungsmöglichkeiten geprüft und wenn möglich gleichzeitig umgesetzt. Es wird auf die koordinierte Planung bzw. Ausführung mit benachbarten Projekten Wert gelegt. Damit können Kosten eingespart respektive ein erhöhter Nutzen erzielt werden.



**Gepplanter Hochwasserschutz.** Die durch das Siedlungsgebiet fliessenden Gewässer sollen gemäss dem Wasserbaukonzept künftig hochwassersicher sein und der Naherholung dienen.

## Aufwertung der Lebensraumqualität

Im Kanton Solothurn können etliche Bäche und Flüsse ihre Funktion als Lebensraum für Tiere und Pflanzen nicht mehr oder nur unzureichend erfüllen. Viele Fließgewässer sind über weite Strecken begradigt, eingedämmt oder eingedolt. Das Wasserbaukonzept will diese gravierenden ökologischen Defizite beseitigen. Zu diesem Zweck wird die Wiederherstellung eines möglichst natürlichen Zustands der Bäche und Flüsse angestrebt. Die Sicherung des Raumbedarfs ist ein Kernanliegen um sowohl den Hochwasserschutz als auch die Lebensraumqualität zu verbessern. Dabei werden folgende Massnahmen unterschieden:

- Ausdolung und naturnahe Neugestaltung von unterirdisch verlaufenden, künstlich gefassten Bächen.
- Gewässeraufwertung, indem die bestehenden harten Verbauungen (Betonmauern, Sohlen- und Uferpflasterungen) nicht mehr instand gestellt werden oder indem Verbauungen rückgebaut werden und gleichzeitig das Gewässer naturnah gestaltet wird.
- Wiederherstellen der Durchgängigkeit durch Beseitigen von Wanderhindernissen wie Schwellen und künstlichen Abstürzen. Dazu gehören auch Massnahmen zur Fischgängigkeit bei Stauanlagen.



*Zeuge einer überholten Wasserbau-Philosophie. Eingeengtes und kanalisiertes Gerinne der Kleinen Oesch in Derendingen. (Foto: AfU SO)*

Die Dringlichkeit einer Ausdolung oder Gewässeraufwertung wird anhand folgender drei Kriterien festgelegt:

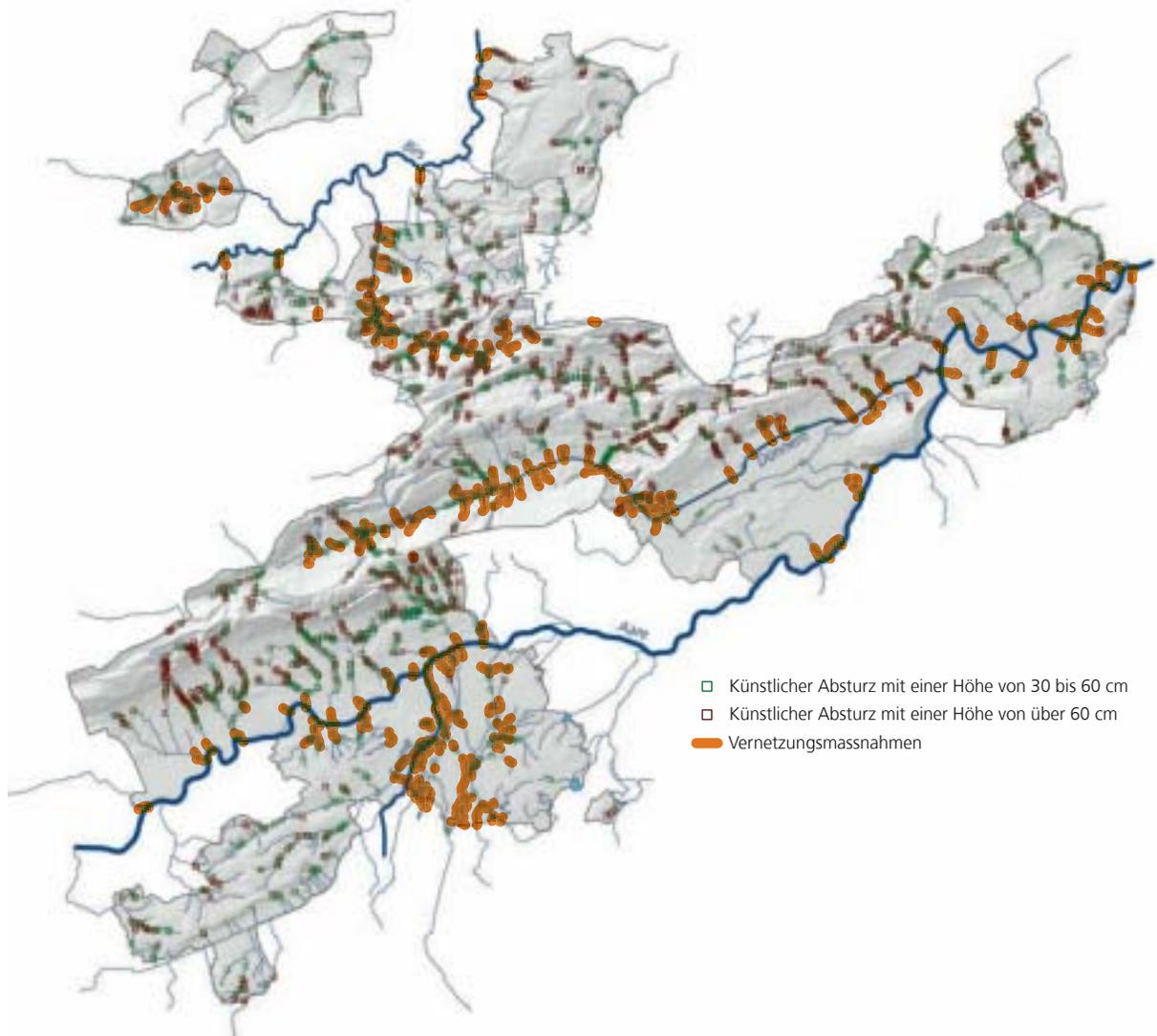
- Ökologisches Defizit
- Ökologische Bedeutung
- Synergien mit anderen Projekten

Dazu muss im Rahmen jeder Gewässeraufwertung auch die Hochwassersicherheit gewährleistet werden.

Den Zuflüssen mit permanenter Wasserführung zu den grösseren Gewässern kommt als Lebensraum und Rückzugsgebiet besondere Bedeutung zu. Aufwertungsmassnahmen – besonders Ausdolungen – an solchen Gewässern werden darum vorrangig behandelt. Als grössere Solothurner Gewässer gelten Aare, Emme, Dünnern, Birs, Lützel, Lüssel, Oesch inkl. Russbach, Alte Oesch und Grützbach.

Schwellen, künstliche Abstürze und Wehre sind für die meisten einheimischen Fischarten unüberwindliche Hindernisse. Das Wasserbaukonzept führt jene Massnahmen mit hoher Sanierungspriorität auf. Dies betrifft in erster Linie alle Verbauungen mit einer Absturzhöhe von mehr als 30 Zentimetern in den grösseren Fließgewässern. In zweiter Priorität sollen die Hindernisse mit einer Absturzhöhe von mehr als 60 cm im Nahbereich der grossen Flüsse saniert werden.

Die Wiederherstellung der Durchgängigkeit im Rahmen der periodischen Unterhaltsarbeiten oder im Zuge von Projekten zur Gewässeraufwertung und zur Optimierung des Hochwasserschutzes. Für grössere Abstürze sind separate Projekte möglich.



**Künstliche Abstürze und geplante Vernetzung der Gewässer.** In den solothurnischen Gewässern gibt es fast 3'000 künstliche Hindernisse. Mit dem Wasserbaukonzept sollen in zusammenhängenden Einzugsgebieten die Gewässer besser untereinander vernetzt werden.

## Raumbedarf als Schlüsselgrösse für Hochwasserschutz und Lebensraumqualität

Die erfolgreiche Umsetzung des Wasserbaukonzepts steht und fällt mit der planerischen Sicherstellung des Raumbedarfs der Gewässer. Von diesem minimal erforderlichen Platz für Gewässersohle und Ufer hängt es ab, ob ein Bach oder ein Fluss seine natürlichen Funktionen zum sicheren Ableiten des Wassers und als Lebensraum für Tiere und Pflanzen erfüllen kann.

Gemessen an diesen Vorgaben macht der Raumbedarf aller Fließgewässer auf Solothurner Gebiet rund 23 km<sup>2</sup> aus, was ungefähr 2.9 % der Kantonsfläche entspricht. Es liegt in der Verantwortung von Kanton und Gemeinden die betroffenen Landparzellen auszuscheiden.



*Der Weierbach in Recherswil  
während und nach seiner Aufwertung  
(Fotos: AfU SO)*

## Die Investitionen zahlen sich aus

Die Kostenschätzung sämtlicher im Wasserbaukonzept vorgesehenen Projekte beläuft sich auf rund 426 Mio. Franken (Stand 2007). Sobald im Jahr 2009 alle Gefahrenkarten vorliegen, dürfte der Aufwand im Bereich Hochwassersicherheit noch etwas ansteigen. Durch Synergien mit benachbarten Projekten sind auch Einsparungen möglich.

Für die Realisierung ist von einem Zeitraum von 70 Jahren auszugehen. Die geschätzten Investitionen belaufen sich auf mindestens 6 Mio. Franken pro Jahr. Gegenwärtig geben Bund, Kanton und Gemeinden für entsprechende Massnahmen an den solothurnischen Fließgewässern rund 2.5 Mio. Franken pro Jahr aus. Um diese Mehrgenerationenaufgabe noch im laufenden Jahrhundert umsetzen zu können, braucht es folglich fast eine Verdreifachung der bisher eingesetzten finanziellen Mittel und zum Teil auch der personellen Ressourcen.

Massnahmen	Kosten für Massnahmen			Gesamtkosten (Mio. Fr.)
	der Priorität 1 (Mio. Fr.)	der Priorität 2 (Mio. Fr.)	der Priorität 3 (Mio. Fr.)	
Hochwasserschutz	80	30	65	175
Ausdolung	3	55	1	59
Gewässeraufwertung	55	100	25	180
Durchgängigkeit	10	2	0	12
<b>Total</b>	<b>148</b>	<b>187</b>	<b>91</b>	<b>426</b>

***Geschätzte Gesamtkosten** der im kantonalen Wasserbaukonzept vorgesehenen Projekte für einen optimierten Hochwasserschutz und zur Aufwertung der Gewässer.*

Bedingt durch die beschränkte Lebensdauer der bestehenden ober- und unterirdischen Wasserbauten fallen diese Kosten längerfristig in jedem Fall an. Eine offene und natürliche Wasserführung wird schlussendlich günstiger sein als ein Ersatz der bestehenden Eindolungen oder Verbauungen.

Gemessen am immensen Schadenpotenzial bei Extremereignissen sind die Mittel gut investiert. Allein die Schäden, durch eine einzige katastrophale Überschwemmung von Siedlungsgebieten entlang der Emme, könnten deutlich mehr kosten als alle vorgesehenen Projekte zur Verbesserung des Hochwasserschutzes im ganzen Kantonsgebiet.

Wasserbauliche Massnahmen können im Widerspruch zu anderen Nutzungen – insbesondere zur landwirtschaftlichen Nutzung – stehen, wenn zusätzlich Land für ein Gewässer beansprucht wird oder wenn Flächen in Rückhalteräumen bei Hochwasser gezielt überflutet werden. Dem gegenüber stehen die Sicherheit vor Hochwasserschäden, die ökologische Aufwertung der Gewässer als Lebensraum für Tiere und Pflanzen, die Nutzung als attraktive Naherholungsgebiete, oft auch die Verbesserung des Landschafts- oder Ortsbildes und die Anreicherung des zur Trinkwassergewinnung genutzten Grundwassers durch sauberes Oberflächenwasser.

## Ökomorphologische Kartierung der Aare

Die Ökomorphologie der Aare kann aufgrund ihrer Grösse nicht mit denselben Methoden untersucht werden, wie die übrigen Gewässer des Kantons. Der Informationsbedarf über die Gewässerstruktur der Aare ist aber gross, zumal ökomorphologische Grundlagendaten für die Erfolgskontrolle wasserbaulicher Massnahmen wichtig sind. Die angewandte Erhebungsmethode basiert auf einer Kombination verschiedener in der Praxis bewährter Methoden (Modulstufenkonzept Stufe F mit Ergänzungen des Kantons Graubünden, Methode der deutschen Länderarbeitsgemeinschaft Wasser LAWA). Als Resultat liegt für beide Aareufer unterhalb des Brienersees eine Bewertung vor.

Es zeigt sich, dass im Kanton Solothurn der ökomorphologische Zustand der Aare bei 74 % der Uferabschnitte «stark beeinträchtigt» bis «naturfremd/künstlich» ist. Nur 6 % sind als «natürlich/naturnah» und 20 % als «wenig beeinträchtigt» eingestuft worden und weisen daher keinen Handlungsbedarf auf.



**Ökomorphologische Kartierung Aare in den Kantonen Bern und Solothurn.**  
Ämter der Kantone Bern und Solothurn, 2006

Natürlichkeitsgrad	Uferkilometer	Anteil
natürlich/naturnah	7.2 km	6 %
wenig beeinträchtigt	22.6 km	20 %
stark beeinträchtigt	25.5 km	22 %
sehr stark beeinträchtigt	52.3 km	46 %
naturfremd, künstlich	6.9 km	6 %
total Uferkilometer	114.5 km	100 %

**Ökomorphologie der Aare.** Im Kanton Solothurn sind an der Aare 74 % der Uferabschnitte «stark beeinträchtigt» bis «naturfremd/künstlich». Nur 6 % sind als «natürlich/naturnah» und 20 % als «wenig beeinträchtigt» eingestuft worden.



**Aareufer oberhalb des Kraftwerkes Ruppoldingen** An dieser Stelle ist das Aareufer als ökomorphologisch «natürlich/naturnah» eingestuft worden (Foto: creato)

Die Resultate der ökomorphologischen Kartierungen der Aare sind wertvoll für Fachstellen und Ämter. Sie sind wichtige Entscheidungshilfen für Renaturierungsprojekte und ermöglichen ökomorphologische Erfolgskontrollen.

## 5 BIOLOGIE DER FLIESSGEWÄSSER

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

### Biologische Untersuchungen geben Auskunft über die Gewässergüte

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



Steinfliegenlarven deuten auf eine geringe Belastung des Gewässers hin (Foto: blickwinkel)

Als Makrozoobenthos oder Makroinvertebraten bezeichnet man die wirbellosen Tiere der Gewässersohle, die von blossen Auge sichtbar sind. Es handelt sich dabei vor allem um Larvenstadien von Insekten, um Krebse, Milben, Schnecken und Muscheln, Egel und Würmer. Sie weiden Algen ab, wirken beim Abbau abgestorbener Pflanzen mit und dienen als Nahrung für die Fische.

Kieselalgen (Diatomeen) sind einzellige Algen, deren zweiteilige Zellwand Kieselsäure enthält und mechanisch wie chemisch sehr beständig ist. Kieselalgen eignen sich gut als Bioindikatoren, da sie in allen Fliessgewässern ganzjährig vorkommen und ihre Reaktionen auf Umweltveränderungen gut bekannt sind.



**Methoden zur Untersuchung und Beurteilung von Fliessgewässern:**  
Kieselalgen Stufe F  
[www.modul-stufen-konzept.ch](http://www.modul-stufen-konzept.ch)

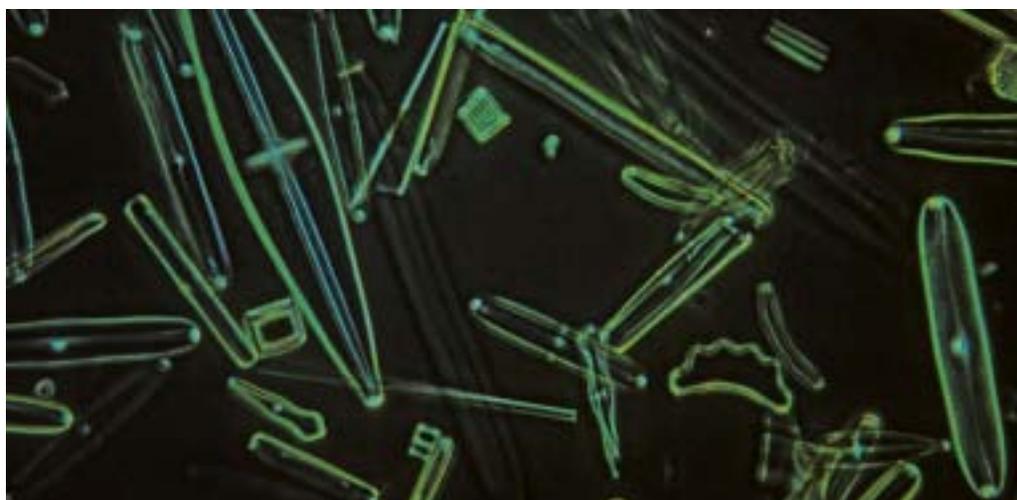
## Biologische Untersuchungen der Aare zwischen Bielersee und Rhein

Eine systematische und dauernde Überwachung mittels biologischer Indikatoren ist aufwändig. Das Amt für Umwelt möchte denn auch in Zukunft keine biologischen Untersuchungen zur Dauerüberwachung der Fließgewässer durchführen, mit Ausnahme der Aare und im Rahmen von Umweltverträglichkeitsprüfungen bei Grossprojekten. Wichtig hierbei sind 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.

In den Jahren 2001 und 2002 wurde in Zusammenarbeit mit den Kantonen Bern und Aargau der biologische Zustand der Aare untersucht. Dazu wurden Proben von 11 ausgewählten Flussquerschnitten und weiteren 50 Stellen in Ufernähe ausgewertet.



**Der biologische Zustand der Aare zwischen Bielersee und Rhein**  
Gewässerschutzfachstellen der Kantone Bern, Solothurn und Aargau, 2003



*Kieselalgen eignen sich gut als Indikatoren für die Wasserqualität  
(Foto: blickwinkel)*

Auf dem Grund der Aare wimmelt es von Kleinstlebewesen. Auf einem einzigen Quadratmeter Flusssohle wurden bei den Untersuchungen stellenweise mehr als 70'000 Insektenlarven, Krebschen, Schnecken, Muscheln und Würmer nachgewiesen. Die Artenzusammensetzung der Lebensgemeinschaften zeigt, ob an den Untersuchungsstellen natürliche oder anthropogen beeinflusste Bedingungen vorliegen. In den freifliessenden Aareabschnitten wie z.B. bei Wynau wurden noch viele anspruchsvolle Arten vorgefunden, die für ihre Entwicklung auf gute Wasserqualität angewiesen sind und auch Stellen mit vielfältigen Strukturen und Strömungen benötigen. In staubeinflussten Abschnitten und an Stellen mit massiv verbauten Ufern dominieren hingegen anspruchslose Arten. In Restwasserstrecken herrschen zwar günstige Strukturverhältnisse, die Wasserführung ist jedoch so eingeschränkt, dass die Lebensgemeinschaft eher derjenigen eines Baches als derjenigen der ursprünglichen Aare gleichen.

Die Ergebnisse der biologischen Untersuchung bestätigen und ergänzen die chemischen Wasseranalysen der kantonalen Gewässerschutzfachstellen. Die beste Wasserqualität wurde am Ausfluss des Bielersees gefunden. Ebenfalls als gut einzustufen sind der naturnahe Bereich um Wynau sowie die Aare bei Winznau und Stilli. In den Flussquerschnitten von Arch, Wangen, Aarburg, Olten sowie in der Restwasserstrecke am Villnacher Schachen und bei Felsenau wurde dagegen ein etwas schlechterer Gewässerzustand festgestellt.

Die biologische Beurteilung der Wasserqualität anhand von Kieselalgen nach dem Modulstufenkonzept zeigt, dass eine Mehrzahl der untersuchten Stellen die Zielvorgaben der Gewässerschutzverordnung knapp nicht erfüllt.

Neben Makroinvertebraten und Kieselalgen wurden auch andere Algen, Moose und Wasserpflanzen erfasst, die den menschlichen Einfluss auf die Aare widerspiegeln. In dem naturnahen Bereich Wynau fand sich die höchste Vielfalt an strömungstypischen Arten. Innerhalb der aufgestauten Bereiche wuchsen teilweise dichte Wasserpflanzenbestände. In Restwasserstrecken, aber auch im freifliessenden Abschnitt bei Aarburg, waren Teile der Sohle dicht mit grünen Fadenalgen bewachsen, eine Folge des fehlenden Geschiebetriebes.



*Noch vor 200 Jahren zählte der Edelkrebs zu den häufigsten Bewohnern der Flüsse und Bäche. Heute ist er selten geworden (Foto: blickwinkel)*

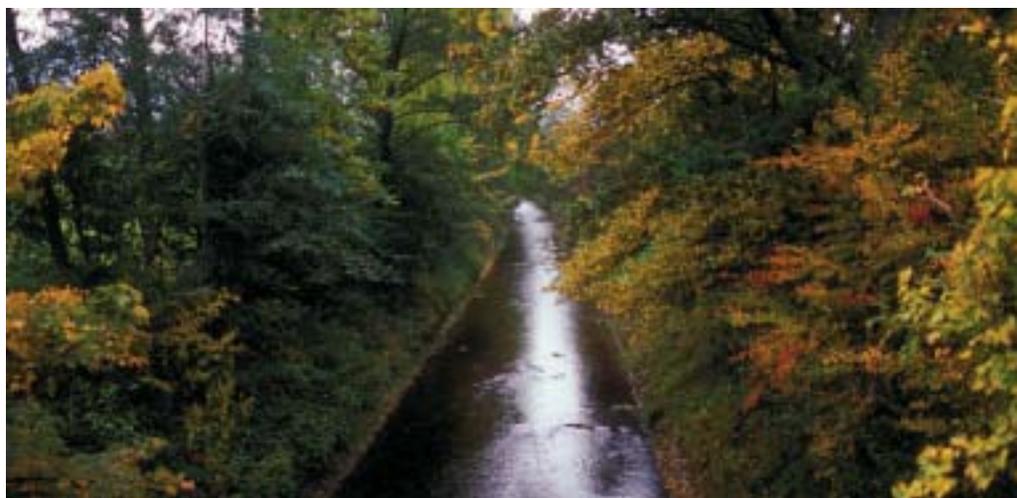
Zur Verbesserung der biologischen Qualität der Aare stehen Massnahmen im Bereich der Ökomorphologie durch Gewässeraufwertungen und die Reaktivierung des Geschiebetriebes im Vordergrund. Mit dem «Konzept zur Renaturierung der Aare» wurden 1992 unter den Anrainerkantonen Entwicklungsziele für die Aare vereinbart. Daraus resultierten beispielsweise die gewässerökologischen Ausgleichsmassnahmen beim Neubau des Kraftwerkes Ruppoldingen und die umfangreichen Renaturierungen im Projekt «Auenschutzpark Aargau».

## Biologische Untersuchungen der Dünnern zwischen Rickenbach und Olten

Im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung zum Verkehrsprojekt «Entlastung Region Olten» wurden in der zweiten Jahreshälfte 2006 biologische Untersuchungen an der Dünnern durchgeführt. Der Untersuchungsperimeter lag im Gebiet zwischen Rickenbach/Müli und Olten/Hammer. Die Biomasse der wirbellosen Tierchen und deren Eignung als Fischnährtiere wurden untersucht, da im Projekt die fischereiliche Ertragsfähigkeit interessierte. Daraus konnten folgende Aussagen über die Wasserqualität abgeleitet werden.

Während bei Rickenbach/Müli vorwiegend Eintagsfliegenlarven, Bachflohkrebse und köcherlose Köcherfliegenlarven auftraten, wurden bei Olten hauptsächlich Bachflohkrebse nebst einer geringen Anzahl von Eintagsfliegenlarven, Köcherfliegenlarven und Egel gefunden. Die Tierchen weisen in der vorgefundenen Zusammensetzung auf eine eher mässig belastete Wasserqualität hin. Vereinzelt wurden sogar Steinfliegenlarven, die üblicherweise auf eine geringe Belastung hinweisen, entdeckt.

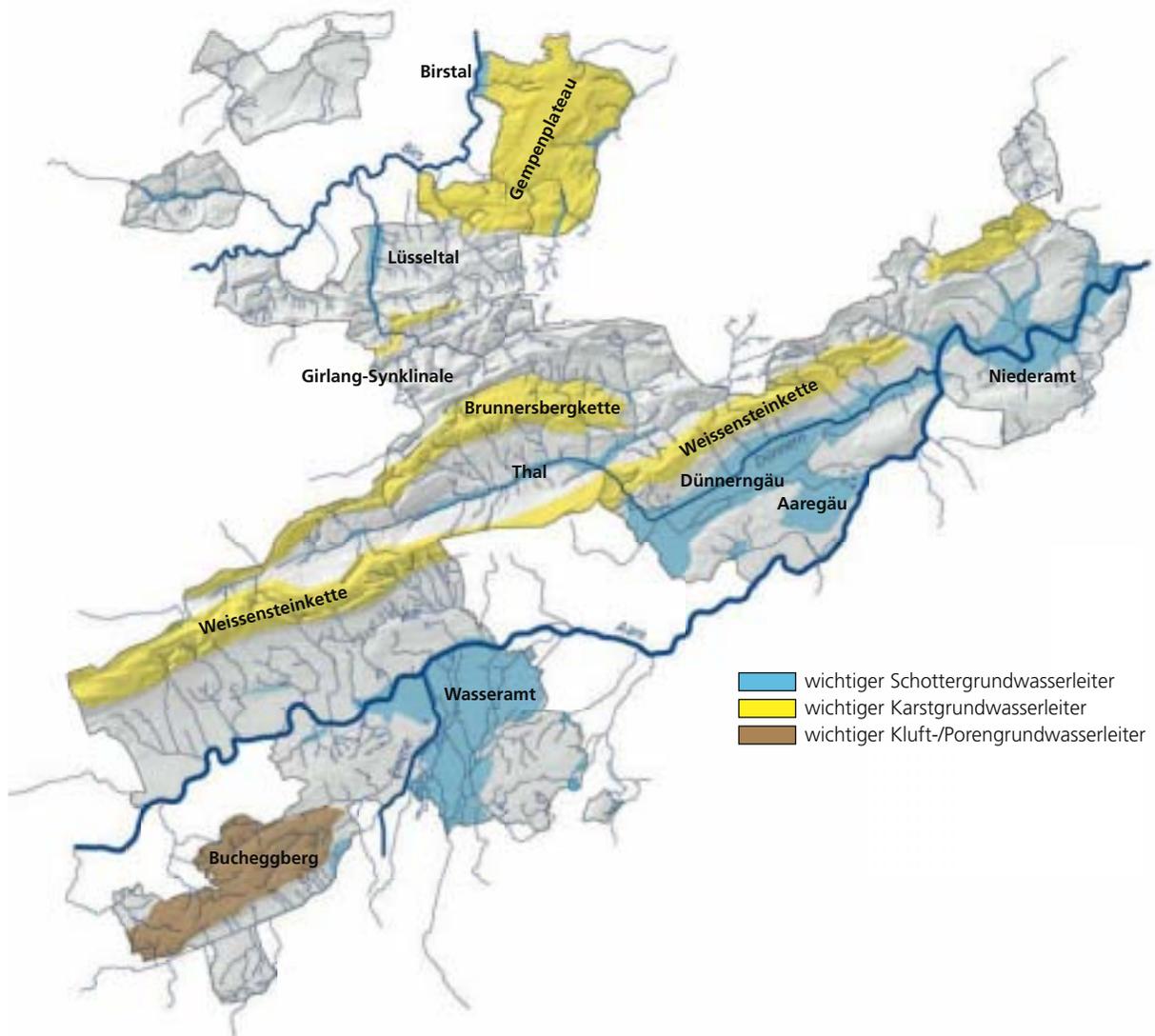
Die Wasserqualität im betrachteten Perimeter wäre gut genug, um auch den höher entwickelten Zehnfusskrebse genügen zu können. Allerdings weist der Lebensraum für Krebse deutliche Mängel auf. Unter anderem ist es für die Krebse praktisch unmöglich im hart verbauten Ufer Wohnröhren zu graben.



Dünnern bei Niederbuchsiten  
(Foto: creato)

## 6 GRUNDWASSERVORKOMMEN

Der Kanton Solothurn ist reich an Grundwasser. Die verfügbaren Grundwassermengen sind gross und haben sich langfristig betrachtet kaum verändert. Für Trink- und Brauchwasser werden jährlich rund 42 Mio. m<sup>3</sup> Grundwasser aus Quelfassungen und Pumpwerken entnommen. Nach den Tiefständen während den trockenen Jahren 2003 - 2005 haben sich die Grundwasserstände in den Jahren 2006 und 2007 wieder erholt.



**Grundwasservorkommen.** Die vorwiegend vom Niederschlag und von der Infiltration der Fließgewässer gespeisten Grundwasserleiter in den Talebenen, aber auch die Karstgrundwasserleiter 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 in den Poren zwischen Kies- und Sandkörnern. Die Fliessgeschwindigkeiten sind in der Regel klein, d.h. einige Meter pro Tag. Die Aufenthaltsdauer ist entsprechend 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 Karstgrundwasserleitern des Juras zirkuliert das Wasser in zahlreichen verschlungenen Klüften und Höhlen. Die Fliessgeschwindigkeit ist in der Regel gross, d.h. bis zu mehreren hundert Metern pro Tag. Die Reinigungswirkung der Karstgrundwasserleiter ist 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 Limpachtals. 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 die Hauptwasserversorgung dieses Bezirks.

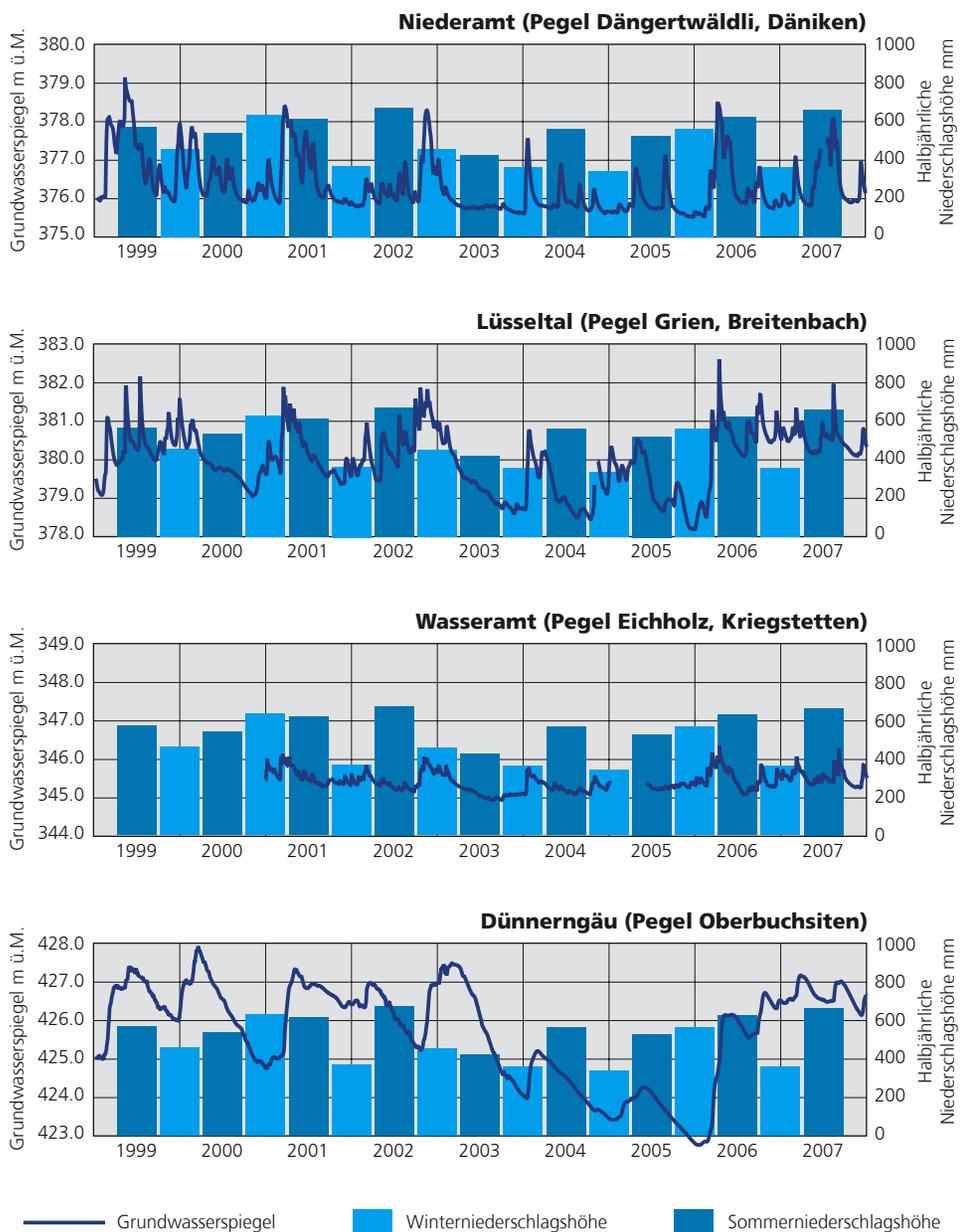


*Tunnelquelle Bibern (Foto: AfU SO)*

Das Amt für Umwelt koordiniert die Nutzung und den Schutz des Grundwassers im Sinne einer nachhaltigen Bewirtschaftung und kontrolliert zusammen mit den Gemeinden die Einhaltung der Auflagen. Sie sorgen gemeinsam für die nachhaltige Bewirtschaftung dieser natürlichen Ressource, sichert den planerischen Grundwasserschutz durch Ausscheidung der notwendigen Schutzzonen und -areale und unterstützt die nachhaltige Nutzung geothermischer Energie unter Berücksichtigung des Grundwasserschutzes.

## Die Grundwasservorkommen müssen nachhaltig bewirtschaftet werden

Die grossen Grundwasserleiter im Niederamt, Lüsseltal, Wasseramt und Dünnerngäu weisen unterschiedliche Ganglinien des Grundwasserspiegels auf. Verantwortlich dafür sind die Ex- und Infiltration von Oberflächenwasser und die Durchlässigkeit des Aquiferes. Wesentlich zur Neubildung des Grundwassers tragen die Niederschläge im Winterhalbjahr bei, weil in der kalten Jahreszeit weniger Niederschlagswasser verdunstet als im Sommer und die Schneeschmelze viel Wasser versickern lässt. Trockene Winter wie 2003/04 und 2004/05 führten somit zu tiefen Grundwasserständen im Sommer.



**Entwicklung der Grundwasserstände im Niederamt, Lüsseltal, Wasseramt und Dünnerngäu.** Nach den Tiefständen, während den relativ trockenen Jahren 2003-2005, haben sich die Grundwasserstände in den Jahren 2006 und 2007 wieder erholt.

Ein hoher Wasserverbrauch wie im trockenen Sommer 2003 zehrt an den Grundwasserressourcen. Die Grundwasserstände erholen sich allerdings nach einem nassen Winter wie 2005/06 wieder.

Der Verbrauch an Trink- und Brauchwasser ist leicht rückläufig. Im Jahr 2007 wurden für Trink- und Brauchwasser rund 42 Mio. m<sup>3</sup> Grundwasser aus Quellen und Pumpwerken entnommen, 1995 waren es knapp 45 Mio. m<sup>3</sup> (siehe Kapitel 8).

Über lange Zeiträume (100 Jahre) ist im schweizerischen Mittelland kein signifikanter Rückgang der Grundwasserspiegel feststellbar, falls dieser nicht durch wasserbauliche Massnahmen oder Meliorationen beeinflusst wurde. Viele Grundwassermessstationen wurden Ende der 1970er und Anfang der 1980er Jahre, ausgerechnet während einer Periode niederschlagsreicher Winterhalbjahre und darum hoher Grundwasserstände, in Betrieb genommen. Die Messreihen dieser Stationen zeigen daher, im Gegensatz zu längerfristigeren Beobachtungen, einen statistisch relevanten Rückgang des Grundwasserspiegels.



**Grundwasserstände** können abgefragt werden unter [www.afu.so.ch](http://www.afu.so.ch)

## Überwachung der Grundwasserstände

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.

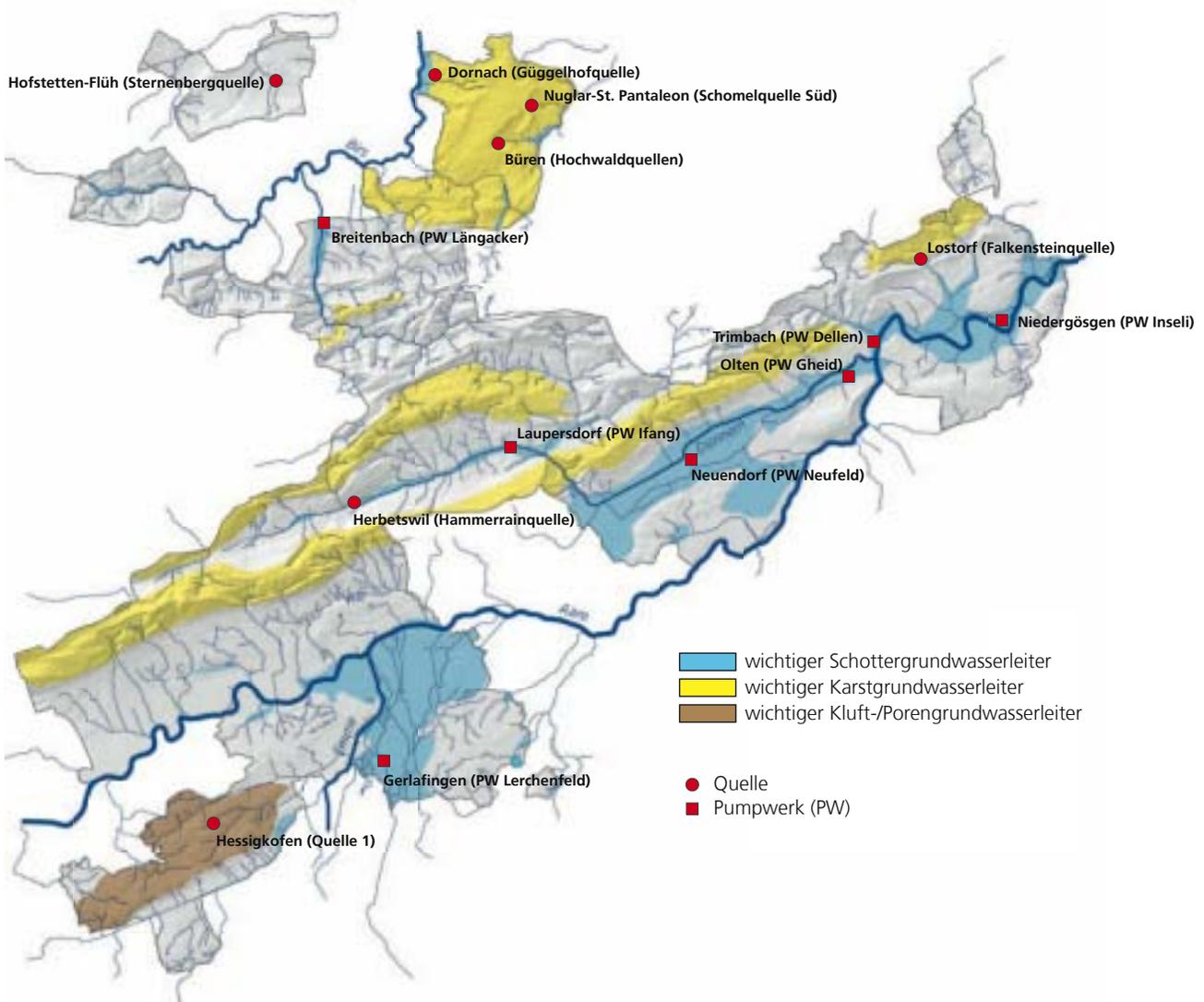
Diese Pegelmessungen sind die Wasserstandsanzeiger im natürlichen Reservoir der Grundwasservorkommen. Besonders wichtig ist dies in Jahren, mit nur wenig Niederschlägen oder dort wo bauliche Eingriffe die Grundwasserhältnisse beeinflussen können.



Automatische Grundwasserpegelmessstelle bei Obergerlafingen  
(Foto: creato)

## 7 GRUNDWASSERQUALITÄT

Die 1998 eingeführte Überwachung der Grundwasserqualität im Kanton Solothurn ermöglicht, langfristige qualitative Veränderungen im Grundwasser frühzeitig zu erkennen. Das Grundwasser weist allgemein eine gute bis sehr gute Qualität auf. Es werden jedoch Stoffe festgestellt, die von Natur aus im Grundwasser nicht vorkommen. Dazu zählen Pflanzenschutzmittel aus der Landwirtschaft, aber auch organische Spurenverunreinigungen wie Lösungsmittel aus dem Gewerbe und der Industrie. Der Nitratgehalt ist bei einigen Messstellen hoch.



**Überwachung der Grundwasserqualität.** Das Messstellennetz wurde in dieser Berichtsperiode um die Messstellen Hofstetten-Flüh, Dornach und Nuglar-St. Pantaleon erweitert. Die Messstelle Luterbach wurde 2005 aufgehoben. Die Grundwasserqualität im Kanton Solothurn wird heute an 14 Messstellen überwacht. Das Messnetz liefert seit 1998 die Grundlage für die Beurteilung der langfristigen Veränderungen der Grundwasserqualität.

Die Grundwasserproben werden zweimal jährlich aus Pumpwerken und Quellen entnommen, die normalerweise auch der Trinkwassergewinnung dienen. Für die analytischen Untersuchungen wird Rohwasser vor einer allfälligen Trinkwasseraufbereitung durch Filter, Ozonierungsanlagen etc. beprobt.

Das Grundwasser reagiert träge auf alle stofflichen Veränderungen in der Umwelt. Die kontinuierliche Überwachung der Grundwasserqualität erlaubt, solche langfristigen Veränderungen des chemischen Zustandes des Grundwassers aufzuzeigen und relevante Entwicklungen frühzeitig zu erkennen. Dies entspricht der Forderung 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 des Grundwassers ermöglicht eine umfassende Beurteilung.

### **Qualitätsüberwachung der Grundwasservorkommen**

Der Kanton Solothurn besitzt eine zeitgemässe qualitative Grundwasserüberwachung. Sie umfasst 14 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 Nitrat, Nitrit, Ammonium sowie Pestizide, Schwermetalle und halogenierte Kohlenwasserstoffe hin untersucht. Die Untersuchungen sind mit dem nationalen Netz zur Qualitätsüberwachung des Grundwassers (NAQUA) koordiniert. Die vom Kanton Solothurn erhobenen Messresultate werden an die zentrale Datenbank zur Grundwasserüberwachung des Bundes übermittelt.



Quelle Messen (Foto: AfU SO)

Messstelle	Fassung	Typ	Grundwasservorkommen
Büren Breitenbach Herbetswil	Hochwaldquellen Längacker Hammerrainquelle	Quelle Pumpwerk Quelle	Gempenplateau Lüsseltal Thal
Laupersdorf Niedergösgen Lostorf	Bifang Inseli Falkensteinquelle	Pumpwerk Pumpwerk Quelle	Thal Niederamt Leutschenbergkette
Trimbach Olten Neuendorf	Dellen Gheid Neuenfeld	Pumpwerk Pumpwerk Pumpwerk	Niederamt Dünnergäu Dünnergäu
Gerlafingen Hessikofen Nuglar-St. Pantaleon	Lerchenfeld Quelle Hessikofen Schomelquelle Süd	Pumpwerk Quelle Quelle	Wasseramt Bucheggberg Gempenplateau
Hofstetten-Flüh Dornach	Sternenbergquelle Güggelhofquelle	Quelle Quelle	- Gempenplateau

**Die 14 Messstellen des Kantons zur flächendeckenden Grundwasserüberwachung.**  
Die qualitative Überwachung des Grundwassers bei 7 Pumpwerken und 7 Quellen deckt die wichtigsten Grundwasservorkommen ab.

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

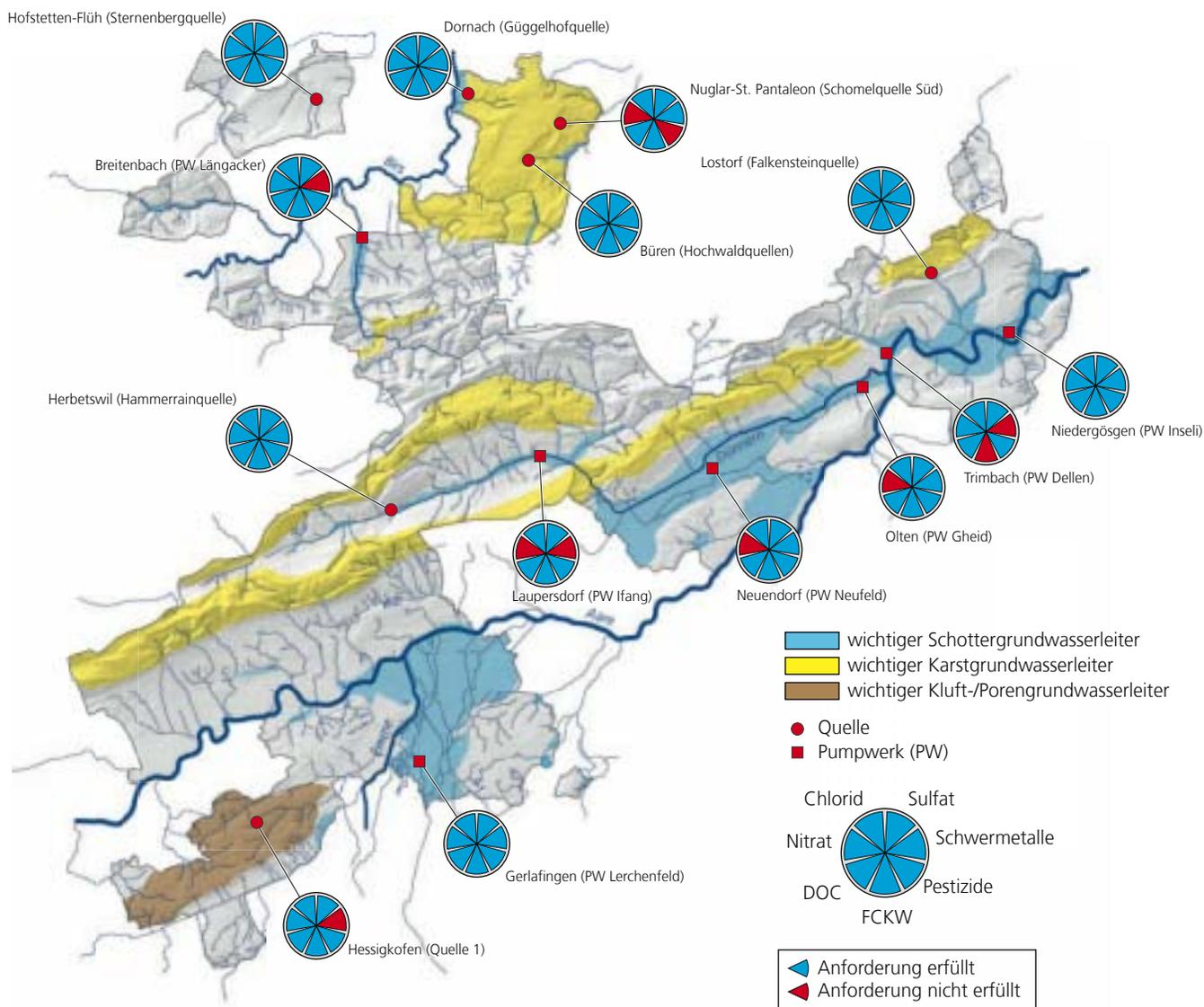
Bei Bedarf werden Spezialuntersuchungen im Grundwasser durchgeführt, zum Beispiel bei der Sanierungen oder Überwachung von Standorten, die mit Abfällen belastet sind (alte Deponien, Unfallstandorte, Betriebsstandorte).

## **Die Grundwasserqualität erfüllt mehrheitlich die Zielvorgaben**

Auf den folgenden Seiten wird auf die Messresultate eingegangen, die den chemischen Zustand des Grundwassers charakterisieren und für die Zielvorgaben oder Indikatorwerte in der Gewässerschutzgesetzgebung oder in den eidgenössischen Richtlinien festgelegt sind. Die Anforderungen und Indikatorwerte an die Wasserqualität des Grundwassers sind im Anhang A zusammengestellt.

Die im Grundwasser untersuchten Stoffe können in allgemeine Parameter (Nitrat, Sulfat, Chlorid etc.), Schwermetalle (Arsen, Blei, Cadmium etc.), Pestizide (Atrazin, Simazin, Terbutylazin etc.), halogenierte Kohlenwasserstoffe (FKHW) und Treibstoffrückstände (MTBE) unterteilt werden.

### Überblick über die gemessenen Parameter

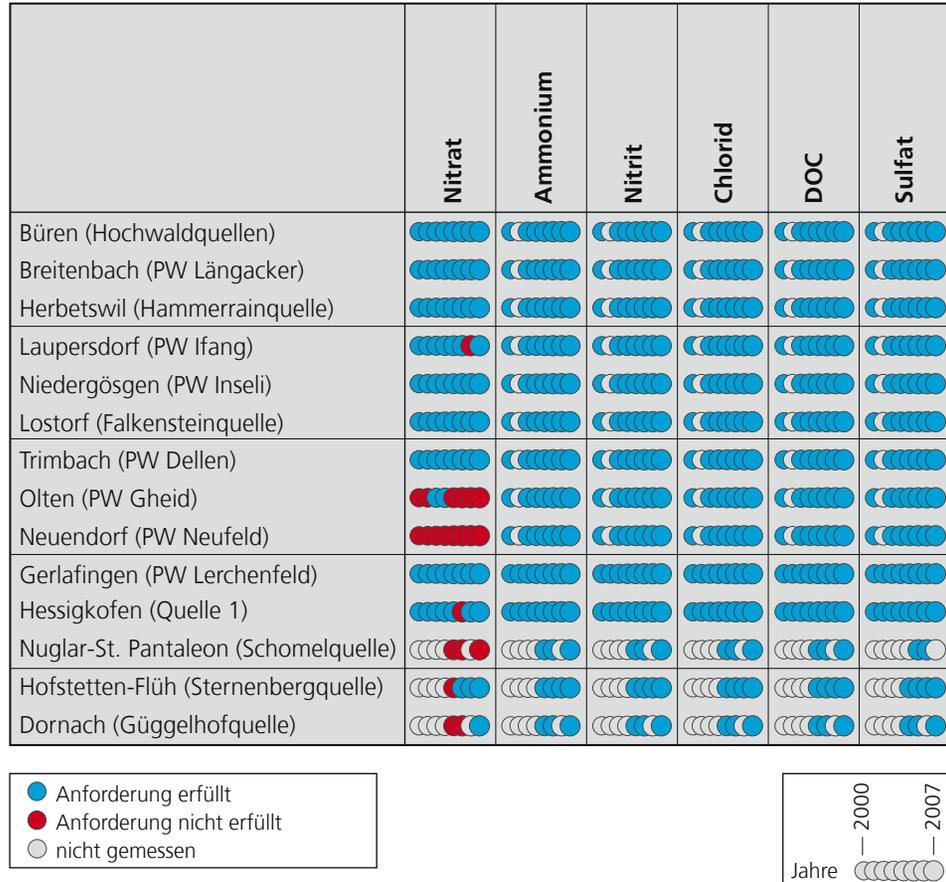


**Belastung des Grundwassers mit DOC, FCKW, Nitrat, Chlorid, Sulfat, Schwermetallen und Pestiziden. Maximalwerte der Jahre 2006/07.** Die Qualität des Grundwassers erfüllt mehrheitlich die Zielvorgaben. Das Messstellennetz wurde seit der letzten Publikation des Berichtes um die Standorte Hofstetten-Flüh, Dornach und Nuglar-St. Pantaleon ergänzt.

Probleme bezüglich der Grundwasserqualität bestehen hauptsächlich beim Nitrat und bei den Schwermetallen. Bei den Schwermetallen sind Chrom, Kupfer und Zink für die ungenügende Qualitätseinstufung verantwortlich. Die Toleranz- und Grenzwerte für Trinkwasser der Fremd- und Inhaltsstoffverordnung (FIV) werden überall deutlich eingehalten.

### Nitrat, Ammonium, Nitrit etc.

Chlorid, Sulfat, Nitrat und auch geringe organische Belastungen kommen im Grundwasser natürlicherweise vor, in der Regel jedoch in geringeren Konzentrationen als die in der jüngsten Berichtsperiode 2006/07 gemessenen.

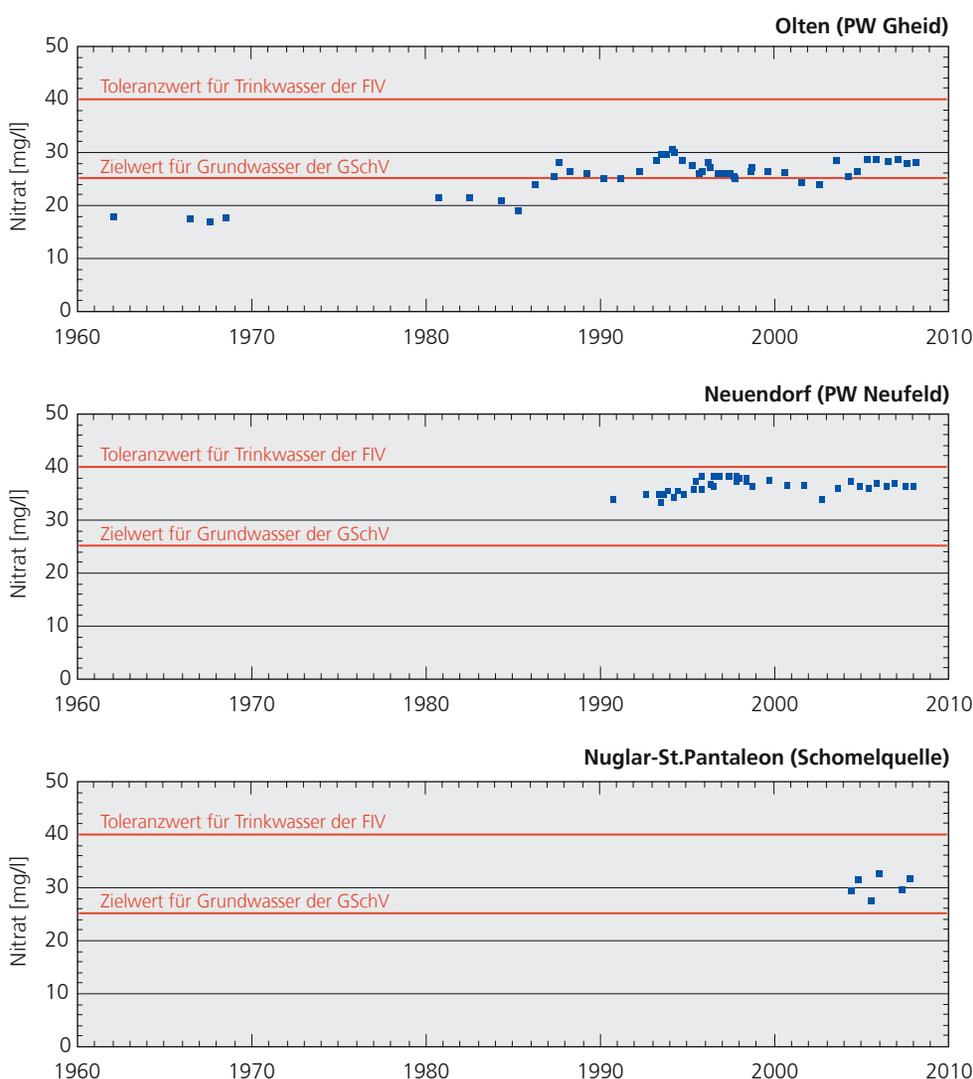


**Entwicklung von Stickstoffverbindungen, Chlorid, DOC und Sulfat im Grundwasser von 2000 bis 2007.** Nicht erfüllt sind die Anforderungen der GSchV für Nitrat seit Jahren im Dünnerngäu. Im Quellwasser der Schomelquelle in Nuglar-St. Pantaleon sind die Nitratwerte auch heute noch zu hoch.

Viele Grundwasservorkommen und Trinkwasserefassungen liegen in landwirtschaftlich genutzten Gebieten. Die Art der landwirtschaftlichen Nutzung spielt daher für den Grundwasserschutz eine wichtige Rolle. Die Qualität des Trinkwassers hängt stark von der Wirtschaftsweise der Land- und Forstwirte ab. Unter gewissen Bedingungen können eingesetzte Pflanzenschutzmittel das Grundwasser beeinträchtigen. Erhöhte Nitratwerte deuten auf Gülle und Kunstdünger hin.

Für die jüngste Messperiode 2006/07 gilt: Die Ammonium-, Nitrit-, Chlorid-, DOC- und Sulfatgehalte sind generell gering und erfüllen überall die Anforderungen der Gewässerschutzverordnung (GSchV).

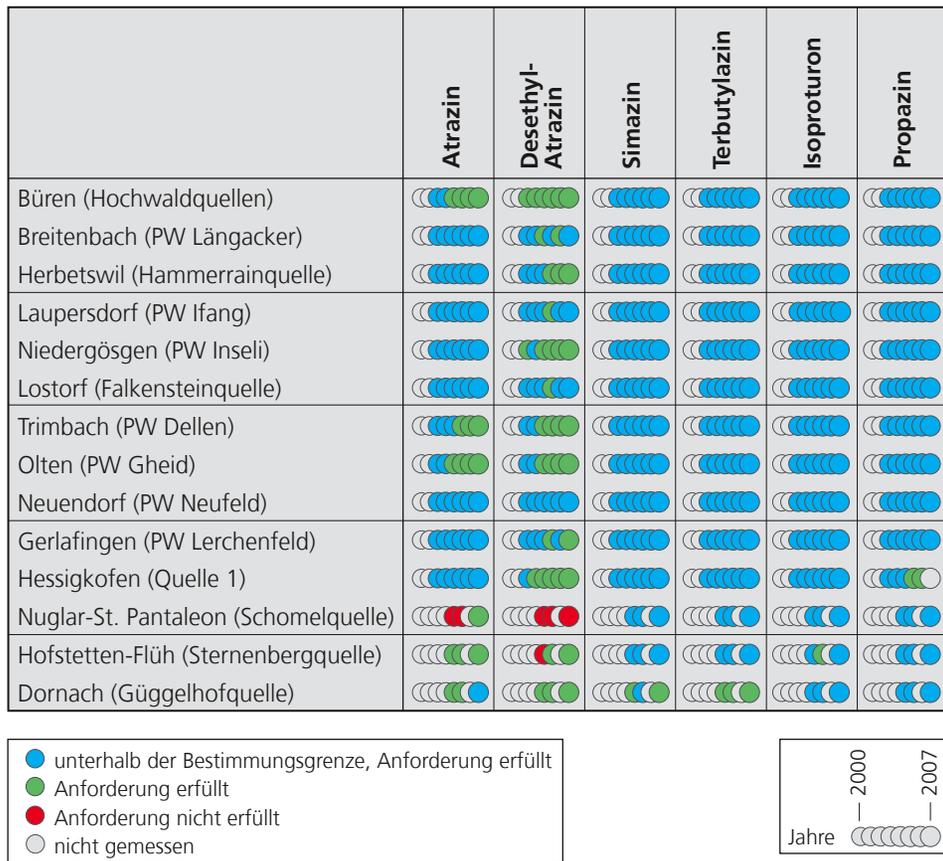
In Laupersdorf, Olten, Neuendorf und Nuglar-St.Pantaleon ist für Nitrat die Anforderung in den Jahren 2006/07 nicht immer erfüllt. In diesen Gebieten hat die Intensivierung der Landwirtschaft in den 1990er-Jahren zu einem kontinuierlichen Anstieg der Nitratwerte geführt. Diese Entwicklung kann bei vielen Grundwasserfassungen festgestellt werden, in deren Einzugsgebieten grosse Flächen ackerbaulich genutzt werden. Die in den vergangenen Jahren gemachten Anstrengungen zur Reduktion der Nitratbelastung haben zwar bereits Wirkung gezeigt, aber leider noch nicht so, dass heute die Anforderungen der GSchV überall und immer eingehalten sind.



**Die Entwicklung der Nitratbelastung im Grundwasser.** Die Zielvorgabe für Grundwasser von 25 mg/l wird im Dünnerngäu (Messstellen Olten, Neuendorf, Laupersdorf) und in Nuglar-St. Pantaleon deutlich überschritten. Bei Neuendorf wurde zeitweise beinahe der Toleranzwert für Trinkwasser von 40 mg/l erreicht.

### Pestizide

Ausser bei Nuglar-St. Pantaleon werden bei allen Messstellen die Anforderungen für Pestizide eingehalten. Von den untersuchten Pestiziden (Atrazin, Simazin, Terbutylazin, Isoproturon, Propazin) wurde nur Atrazin und sein Abbauprodukt Desethyl-Atrazin im Grundwasser in Konzentrationen nachgewiesen, die über der numerischen Anforderung der GSchV liegen. Dauernd und deutlich nicht erfüllt sind die Anforderungen in der Schomelquelle bei Nuglar-St. Pantaleon. In der Sternenbergquelle sind die Anforderungen 2004 nicht erfüllt seither jeweils nur knapp erfüllt. Desethyl-Atrazin wird bei fast allen Messstellen nachgewiesen und genügen mit einer Ausnahme gerade der Anforderung der GSchV.



**Entwicklung der Pestizidbelastung im Grundwasser 2000 bis 2007.** Keine Probleme machen Simazin, Terbutylazin, Isoproturon und Propazin. Hingegen Atrazin oder sein Abbauprodukt Desethyl-Atrazin kommt an fast allen Messstellen vor. In der Schomelquelle bei Nuglar-St. Pantaleon sind für Desethyl-Atrazin die Anforderungen der GSchV nicht erfüllt.

### Schwermetalle

Die Gewässerschutzverordnung gibt für Schwermetalle im Grundwasser keine Anforderungen vor. Die «Wegleitung Grundwasserschutz» des BAFU legt darum für Schwermetalle Indikatorwerte fest. Diese Indikatorwerte orientieren sich an den empfindlichsten Organismen in Grund- und Oberflächengewässern und liegen deutlich unter den Toleranz- und Grenzwerten für Trinkwasser der Fremd- und Inhaltsstoffverordnung (FIV).

In der Regel stellen die Schwermetallgehalte in der Schweiz kein grosses Problem dar. Ausnahmen können Altlasten und in einigen Alpentälern die natürliche (geogene) Vorbelastung durch Arsen sein. Die Ursachen für die Schwermetallbelastung im Grundwasser bei Laupersdorf, Trimbach und Hessigkofen und die Zinkbelastung an anderen Messstellen sind nicht genau bekannt.



Wegleitung Grundwasserschutz  
Bundesamt für Umwelt, 2004

	Arsen	Blei	Cadmium	Chrom	Kupfer	Nickel	Zink	Bor
Büren (Hochwaldquellen)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Breitenbach (PW Längacker)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Herbetswil (Hammerrainquelle)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Laupersdorf (PW Ifang)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Niedergösgen (PW Inseli)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Lostorf (Falkensteinquelle)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Trimbach (PW Dellen)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Olten (PW Gheid)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Neuendorf (PW Neufeld)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Gerlafingen (PW Lerchenfeld)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Hessigkofen (Quelle 1)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Nuglar-St. Pantaleon (Schomelquelle)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Hofstetten-Flüh (Sternenbergquelle)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Dornach (Güggelhofquelle)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

- Anforderung erfüllt
- Anforderung nicht erfüllt
- nicht gemessen

Jahre

— 2000 — 2007

●●●●●●●●

**Entwicklung der Schwermetallbelastung im Grundwasser 2000 bis 2007.** Die nachgewiesenen und oft über den Indikatorwerten der «Wegleitung Grundwasserschutz» liegenden Konzentrationen von Chrom, Kupfer und Zink im Grundwasser können von Strassenabwässern, Dachentwässerungen, Bodenbelastungen, Altlasten oder aus der Landwirtschaft (z.B. Weinbau) stammen. Die Toleranz- und Grenzwerte für Trinkwasser der Fremd- und Inhaltsstoffverordnung sind allerdings überall deutlich eingehalten.

## **Flüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (FHKW)**

Die Anforderung der GSchV ist bei den Fluorchlorkohlenwasserstoffen (FCKW) nur bei der Messstelle in Trimbach nicht erfüllt. Die Ursache für diese Belastung ist nicht bekannt.

## **Treibstoffrückstände**

Methyl-tert-butylether (MTBE) ersetzt als Antiklopfmittel seit einigen Jahren im Benzin das giftige Tetraethyl-Blei. In der Schweiz gehört es mit einem Jahresverbrauch von 100'000 t zu den am häufigsten eingesetzten organischen Substanzen überhaupt. Es ist sehr flüchtig (verdampft leicht) und wird in der Atmosphäre relativ schnell abgebaut (Halbwertszeit ca. 7 Tage). Es ist gut wasserlöslich und wird im Boden kaum zurück gehalten. Diese Eigenschaften führen dazu, dass es gelegentlich auch im Grundwasser nachgewiesen wird. MTBE ist nicht so sehr ein toxikologisches Problem, doch es kann aufgrund der tiefen Geruchs- und Geschmacksschwelle schon in kleinen Mengen Grundwasser ungeniessbar machen.

Im Kanton Solothurn wurde MTBE mehrfach in Laupersdorf (Pumpwerk Ifang) nachgewiesen. Andere Treibstoffkomponenten (Benzol, Ethylbenzol, Toluol, Xylol) wurden in den vergangenen Jahren in keiner Grundwasser- oder Quellfassung gefunden.

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

Die vorhandenen Analyseresultate der Überwachung 2000 - 2007 belegen, dass im Grundwasser in den letzten Jahren 2006/07 an 4 von 14 Messstellen zu hohe Nitrat- und an einer Messstelle zu hohe Pestizidgehalte vorkommen. Diese Verunreinigungen sind auf die intensive Landwirtschaft, letztere insbesondere auf den Ackerbau (Maisanbau) im Einzugsgebiet der Grundwasservorkommen zurückzuführen.

## **Die Situation wird sich weiter verbessern**

### **Landwirtschaft**

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 1990er-Jahre wurde auf dem Gempfenplateau der Einsatz von Atrazin, das am häufigsten nachgewiesene Pestizid, verboten. Dieses Verbot gilt in der Zwischenzeit für alle Karstgebiete und hat dazu geführt, dass die Atrazinkonzentrationen im Grundwasser generell abnehmen.

Im Dünnerngäu, mit zu hohen Nitratgehalten im Grundwasser, wurde bereits Mitte der 1990er-Jahre die Zusammenarbeit zwischen Landwirtschaft, Wasserversorgung und Grundwasserschutz verstärkt.

1998 wurde ein neuer Artikel im Eidg. Gewässerschutzgesetz eingeführt, der Abgeltungen für Massnahmen in der Landwirtschaft zur Verhinderung der Abschwemmung und Auswaschung von Stoffen in die Gewässer vorsieht. 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 Dünnerngäu sieht im Wesentlichen zwei 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 verringert werden, indem weniger problematische Kulturen angebaut (z.B. kein Maisanbau), die Fruchtfolgen geändert und die Düngung und Bodenbewirtschaftung optimiert werden.

Im Jahr 2000 konnte mit der Umsetzung des Projektes im oberen Dünnerngäu zwischen Oensingen und Neuendorf begonnen werden. Im Laufe des Jahres 2002 wurden die Massnahmen auf das untere Dünnerngäu ausgedehnt. Erste Erfolge waren bald ersichtlich. Nachdem der Nitratgehalt beim Pumpwerk Neufeld in Neuendorf seit dessen Inbetriebnahme anfangs der 1990er-Jahre kontinuierlich bis 39 mg/l angestiegen war, konnte dieser Trend Ende der 1990er-Jahre gestoppt werden. Die Nitratgehalte waren sogar leicht rückgängig und lagen 2003 mit 34 mg/l so tief wie schon lange nicht mehr. Trotz diesen Bemühungen zeigen die Messresultate der letzten Jahre wieder eine leicht steigende Tendenz.

### **Altlasten**

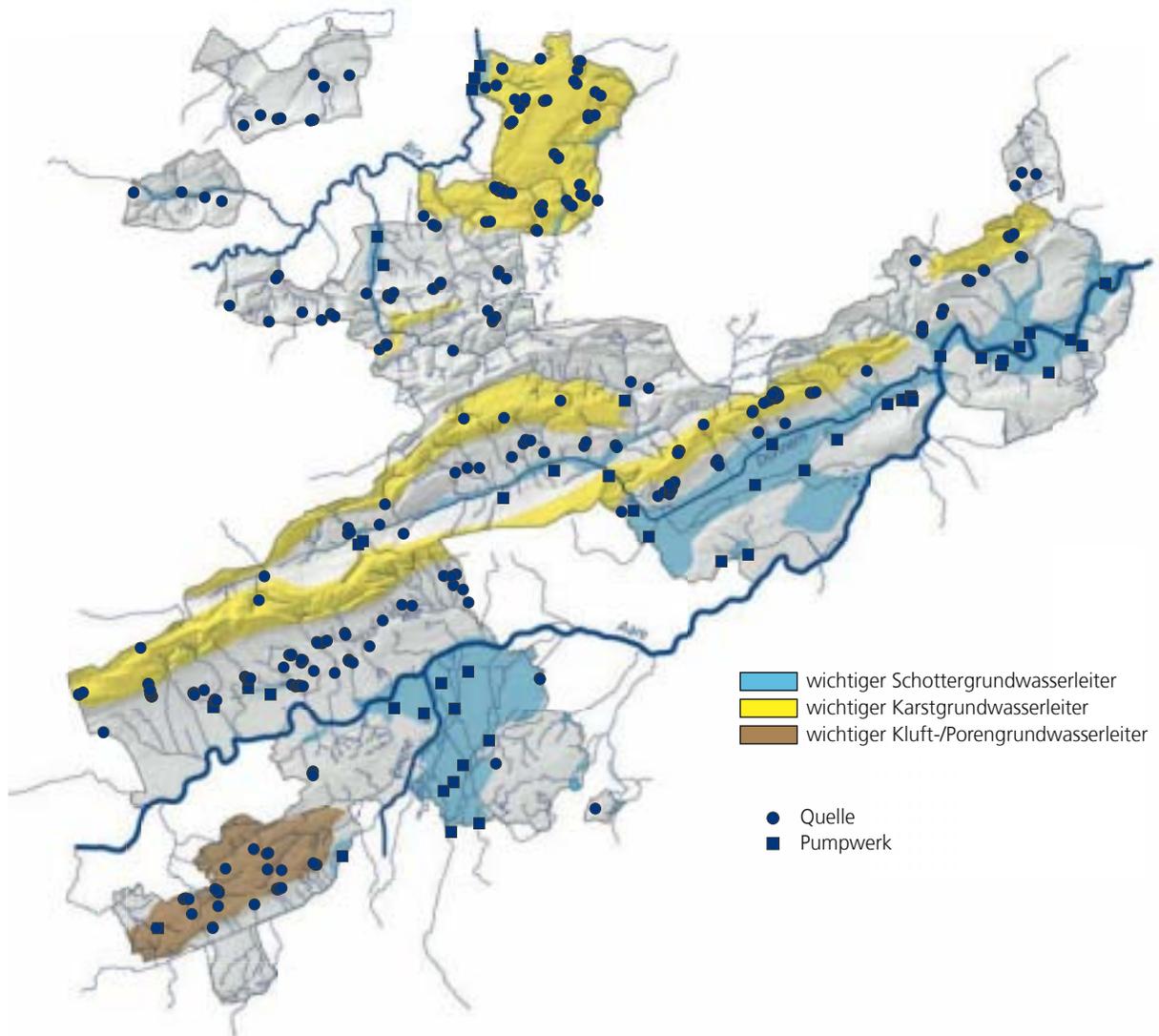
Die systematische Erfassung aller mit Abfällen belasteten Standorte im Kanton Solothurn (Abfallablagerungen, Betriebs- und Unfallstandorte) und die Sanierung der Standorte, welche die Umwelt und insbesondere das Grundwasser belasten (sog. Altlastenstandorte), wird ebenfalls einen wichtigen Beitrag zur Verbesserung der Grundwasserqualität leisten. Die Sanierungen all dieser Standorte wird allerdings noch etwa zwanzig Jahre in Anspruch nehmen.

### **Siedlungsentwässerung**

Undichte Abwasserkanäle können das Grundwasser mit Fäkalkeimen und Schadstoffen belasten. Ein guter Unterhalt und die rechtzeitige Erneuerung der Abwasseranlagen sind darum für den Grundwasserschutz wichtig.

## 8 WASSERVERSORGUNG

Das Trinkwasser im Kanton Solothurn stammt ausschliesslich aus dem Grundwasser. Zum Grundwasser zählt auch das Quellwasser. Die jährliche Fördermenge an Grund- und Quellwasser beträgt 42 Mio. m<sup>3</sup>. Etwa drei Viertel des als für Trink- und Brauchwasser genutzten Grundwassers stammen aus gut 100 Pumpwerken und ein Viertel aus 326 öffentlichen von insgesamt rund 2'700 bekannten Quellen.



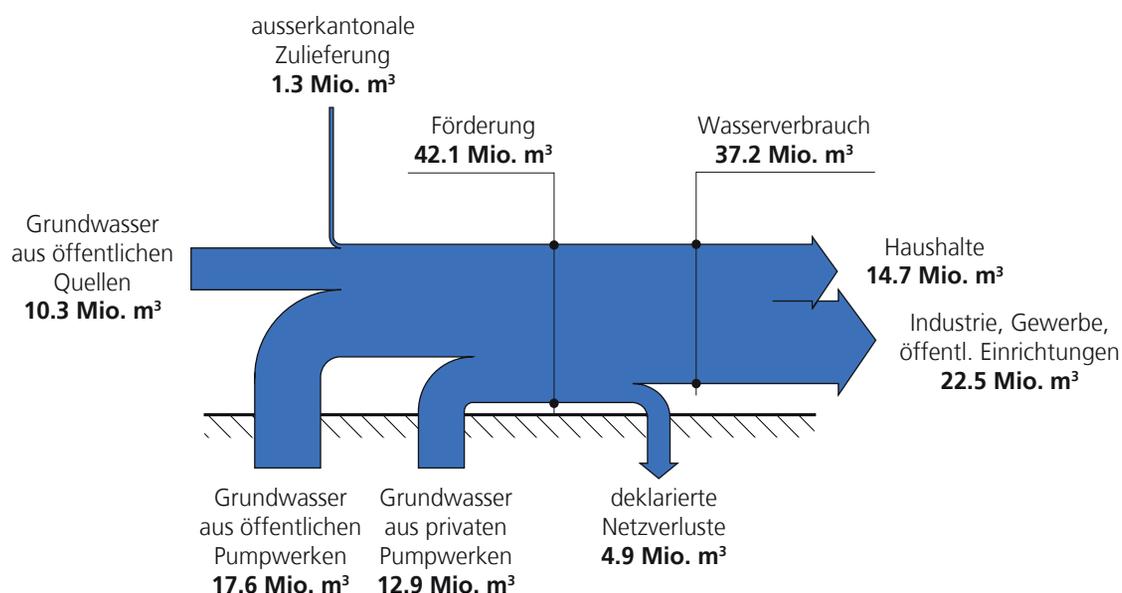
**Grundwasserfassungen (Pumpwerke und Quellfassungen).** Die grossen Pumpwerke der öffentlichen Wasserversorgung liegen entlang der Grundwasserleiter von Aare, Emme, Dünern und Lüssel. Die grossen Quellen werden vom Karstgrundwasser gespeisen.

## Trinkwasserbilanz des Kantons Solothurn

Aufgabe der Wasserversorgungen ist die Lieferung von Trink- und Brauchwasser für Haushalte, Industrie und Gewerbe und das in einwandfreier Qualität. Üblicherweise sind die Wasserversorgungen auch für die Bereitstellung von genügend Löschwasser zur Brandbekämpfung zuständig.

Alles Trinkwasser im Kanton wird aus dem Grundwasser bezogen. Es stammt zu drei Vierteln aus Pumpwerken in den Talsohlen und zu einem Viertel aus Quellen. Die Ergiebigkeit einer Quelle weist naturbedingt meistens deutliche Schwankungen auf. Während Niederschlagsperioden ist der Quellertrag hoch, das Wasser kann dann aber Trübungen aufweisen. In Trockenzeiten hingegen nimmt die Quellschüttung stetig ab. Die Wasserversorgungen sind während dieser Zeit darauf angewiesen, Wasser aus den Grundwasserfassungen in den Talsohlen beziehen zu können. Die dazu notwendigen technischen Anlagen sind grösstenteils bereits in den 1970er-Jahren erstellt worden. Dank diesen Anlagen konnten die Wasserversorgungen im Kanton Solothurn selbst im Trockenjahr 2003 die Bevölkerung und die Wirtschaft praktisch ohne Einschränkungen mit einwandfreiem Trink- und Brauchwasser versorgen.

Zudem besteht ein gutes Dutzend grösserer Anlagen, welche zu Kühl- oder Heizzwecken verwendet werden und bei denen das Grundwasser nach der Nutzung in der unmittelbaren Umgebung des Fassungsbauwerkes wieder versickert wird.



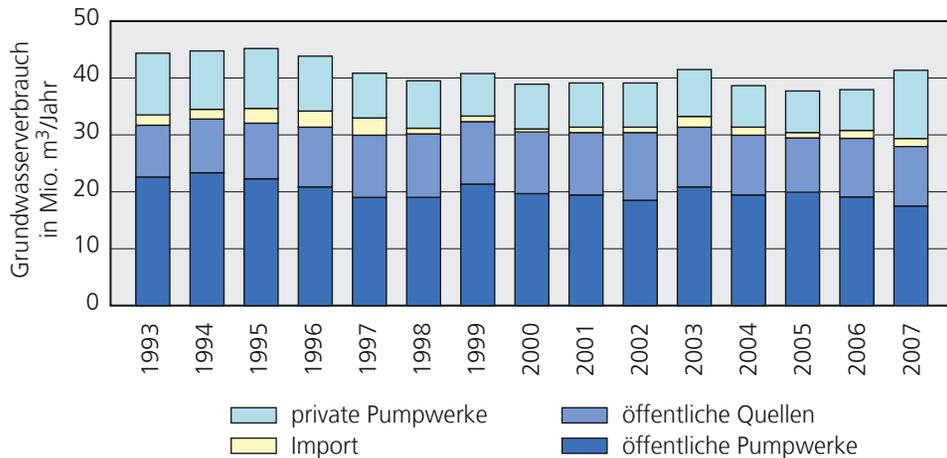
**Trinkwasserbilanz.** Im Kanton wurden im Jahr 2007 rund 41 Mio. m<sup>3</sup> Grundwasser aus Quellen und Pumpwerken entnommen und ca. 1 Mio. m<sup>3</sup> aus Nachbarkantonen importiert.



**Umweltdaten Kanton Solothurn**  
Amt für Umwelt des Kantons Solothurn,  
erscheint jährlich

## 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 Wasserverbrauches 1993 - 2007.** In den vergangenen Jahren ist der Wasserverbrauch leicht rückgängig. Das liegt vor allem daran, dass verbrauchsärmere Armaturen und Sanitärapparate eingesetzt werden und die Sensibilität für den nachhaltigen Umgang mit Wasser bei den Konsumentinnen und Konsumenten sowie der Industrie zugenommen hat.

Der jährliche Pro-Kopf-Wasserverbrauch betrug im Jahr 2007 rund 147 m<sup>3</sup>. Dies entspricht einem Verbrauch von 400 Litern pro Einwohner und Tag. Untersuchungen des Schweizerischen Vereins des Gas- und Wasserfaches zusammen mit dem BAFU haben ergeben, dass etwa 160 Liter pro Tag im Haushalt effektiv verbraucht werden. Der grössere Teil des geförderten Wassers wird in der Industrie, im Gewerbe und für öffentliche Zwecke verwendet. Zudem bestehen teilweise grosse Netzverluste.

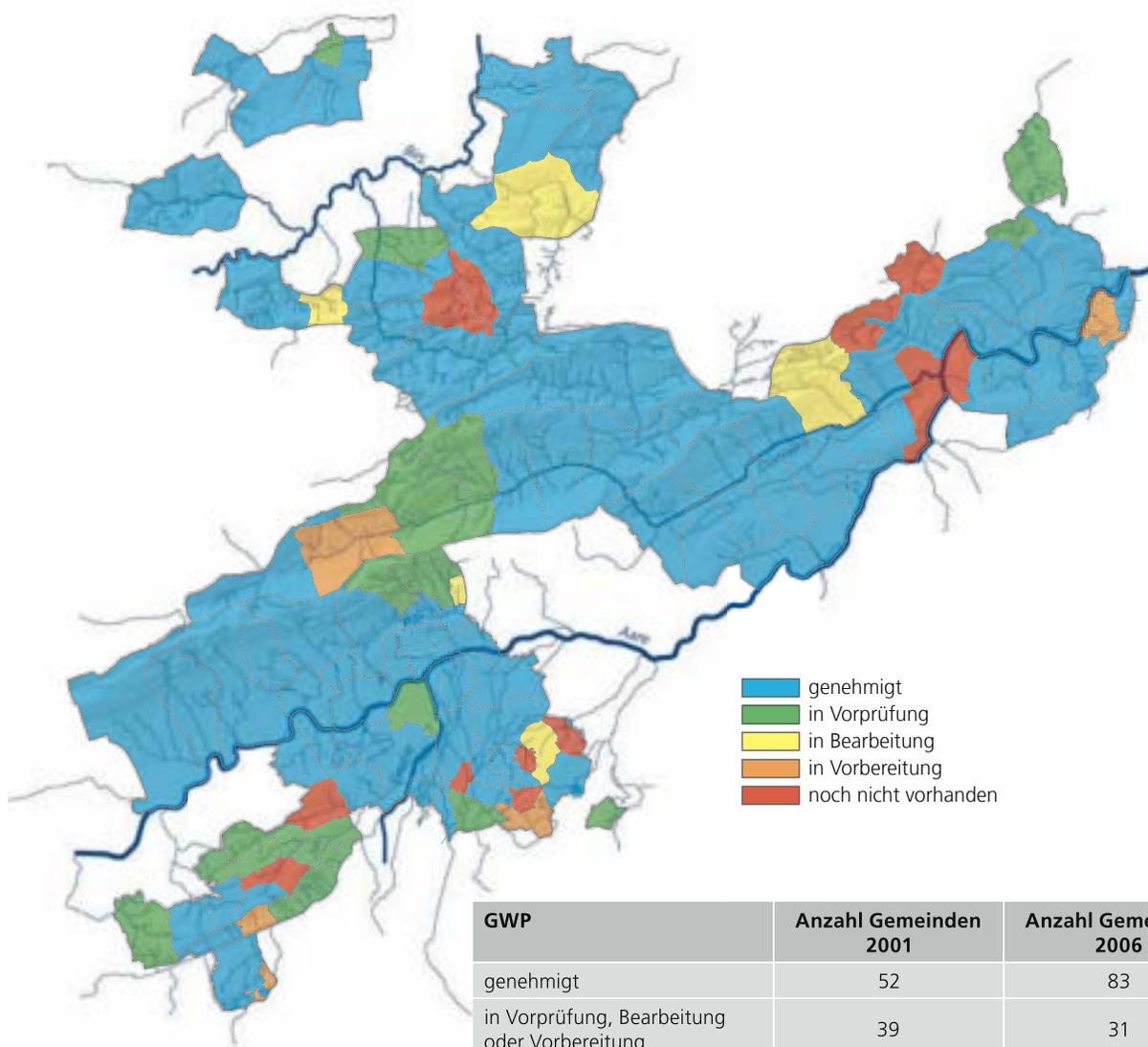
## Hohe Verbrauchsspitzen im Trockenjahr 2003

Im Trockenjahr 2003 wurde rund 5 % mehr Wasser verbraucht als in anderen Jahren. Der tägliche Spitzenverbrauch war im Sommer durchschnittlich doppelt so hoch, in einigen Gemeinden sogar drei- bis viermal höher, als der über das Jahr gemittelte Tagesverbrauch. In gewöhnlichen Jahren liegt der Spitzenverbrauch etwa 25 % bis 50 % über dem durchschnittlichen Verbrauch.

Mit einigen Ausnahmen führte die Hitzeperiode 2003 bei den meisten Wasserversorgungen zu keinen Engpässen. In einigen Gemeinden wurden die Einwohner mittels Merkblättern oder Hinweisen dazu aufgerufen, sparsam mit dem kostbaren Nass umzugehen. Prekär allerdings wurde die Wasserversorgungssituation bei verschiedenen Betrieben auf den Jurahöhen, da dort die hofeigenen Quellen grösstenteils versiegten.

### Entwicklung der Generellen Wasserversorgungsplanung (GWP) seit der letzten Erhebung

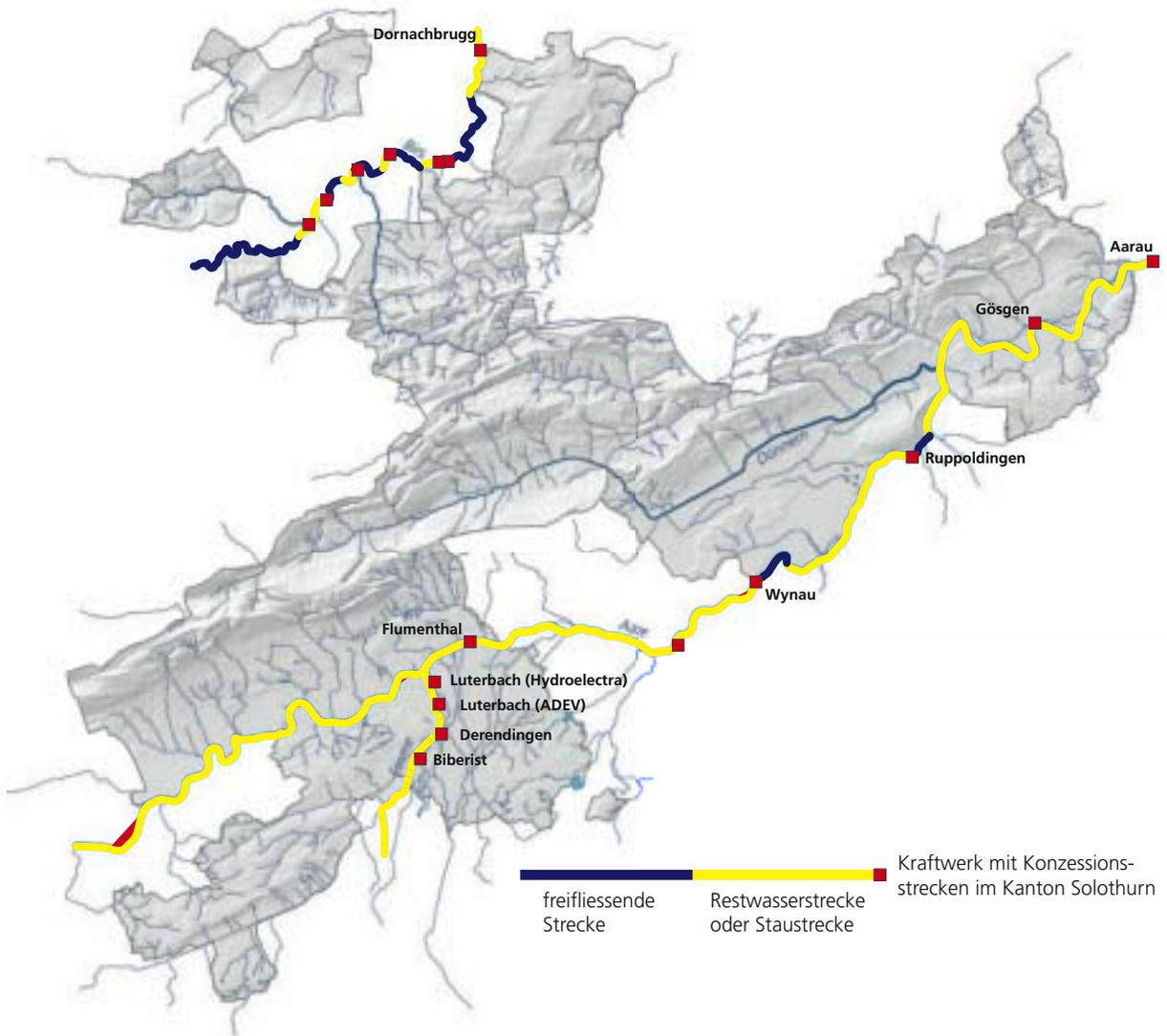
Im Zuge der Überarbeitung der Bauzonenpläne in den Gemeinden müssen auch die Generellen Wasserversorgungsplanungen (GWP) überprüft und nachgeführt werden. Im Rahmen dieser GWP-Bearbeitung sind die Gemeinden ebenfalls aufgefordert darzulegen, wie die Trinkwasserversorgung in Notlagen sicherstellt und wie die Wasserversorgung ausserhalb der Bauzone wahrgenommen werden kann.



**Vergleich Stand Ende 2001 und 2006 der Anpassung der Generellen Wasserversorgungsplanungen – GWP.** Die Reduktion der Anzahl Gemeinden von 128 auf 125 ist auf den Zusammenschluss der Gemeinden Nieder- und Obererlinsbach zu Erlinsbach SO sowie auf zwei Zweckverbände, welche für ihr Versorgungsgebiet einen regionalen GWP ausgearbeitet haben, zurückzuführen.

## 9 WASSERKRAFTNUTZUNG

Das Energiepotenzial der Aare und der Emme wird zur Erzeugung von Elektrizität praktisch ausgeschöpft. Das gleiche gilt für die Birs. Dementsprechend bestehen nur noch wenige freifliessende Strecken an diesen Gewässern. Zusammen 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 stehen insgesamt 10 grössere Wasserkraftwerke. Ihre Gesamtjahresproduktion beträgt ca. 770 GWh. Sie decken damit rund die Hälfte des Solothurner Stromkonsums.

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

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 Wasserkraftpotenzial ist ausgeschöpft.

Es gibt nur noch wenige freifliessende Gewässerstrecken an der Aare. Auf den rund 52 km des Solothurners Aarelaufs sind noch etwa 15 % 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.

Kraftwerk	Installierte Leistung	Maximale Leistung	Mittlere Jahresproduktion
Gösgen (Aare)	52.1 MW	45.5 MW	300 Mio. kWh/a
Neu Ruppoldingen (Aare)	23.0 MW	20.8 MW	114 Mio. kWh/a
Flumenthal (Aare)	23.4 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
Luterbach (ADEV, Emmenkanal)	0.86 MW	0.82 MW	5.2 Mio. kWh/a
Biberist (Emmenkanal)	0.06 MW	0.42 MW	2.2 Mio. kWh/a
Derendingen (Emmenkanal)	0.34 MW	0.31 MW	2.1 Mio. kWh/a
Luterbach (Hydroelectra, Emmenkanal)	0.28 MW	0.28 MW	1.4 Mio. kWh/a

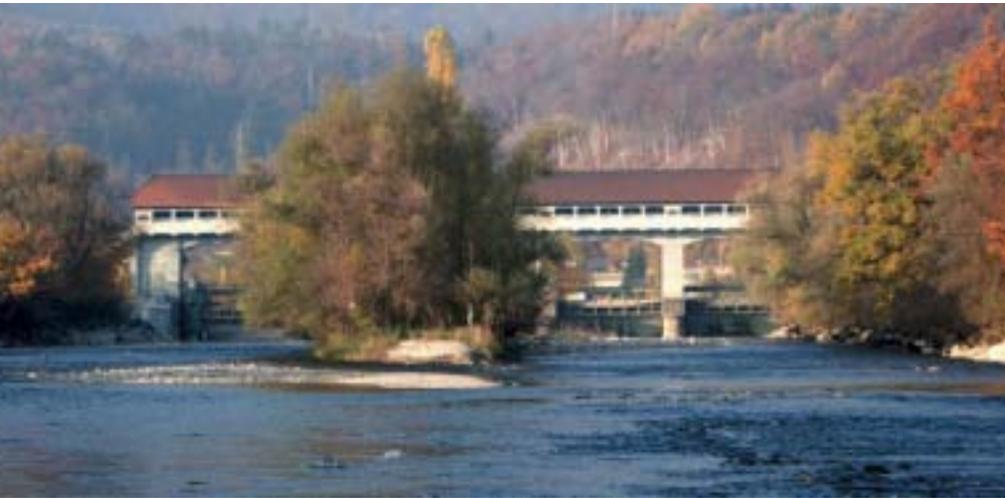
**Wasserkraftwerke im Kanton Solothurn.** Neben diesen 10 Wasserkraftwerken von unterschiedlicher Grösse gibt es noch eine ganze Reihe von Kleinkraftwerken.



Kraftwerk Ruppoldingen  
(Foto: creato)

## Integrale Wasserwirtschaft

Die Wasserwirtschaft umfasst alle Aktivitäten des Menschen in den drei Bereichen Wassernutzung, Gewässerschutz und Schutz vor dem Wasser. Mit dem Begriff der «Integralen Wasserwirtschaft» wird die Herausforderung bezeichnet, die genannten drei Spannungsfelder für Oberflächengewässer und Grundwasser in Einklang zu bringen, dies im Sinne der Nachhaltigkeit.



Wehr Winznau (Foto: creato)

Je stärker ein Gewässer beansprucht wird, desto mehr tauchen durch Wechselwirkungen Zielkonflikte unter Betroffenen und Beteiligten auf. Die integrale Wasserwirtschaft hat hier eine Koordinationsaufgabe. Bei der Planung von neuen Massnahmen ist das ganze Umfeld zu berücksichtigen, um die Systemdynamik bestmöglich unter Kontrolle zu bekommen. So sollen in Zukunft Partikularinteressen aufeinander abgestimmt werden. Bei der integralen Massnahmenplanung gilt es zu berücksichtigen, dass Auswirkungen nicht nur lokal auftreten, sondern auch die Verhältnisse flussabwärts beeinflussen. Dies schliesst auch Wechselwirkungen zwischen Oberflächengewässern und Grundwasser mit ein. Der Projektperimeter für Massnahmen an einer Anlage kann also nicht nur ihre direkte Umgebung sein, sondern soll das ganze Einzugsgebiet des Gewässers mit berücksichtigen.



**Spannungsfelder, in denen ein Gewässer und sein Einzugsgebiet steht.** Zielkonflikte sollen vermieden werden.

## Realisierte Verbesserungen

In der jüngsten Berichtsperiode konnten folgende Verbesserungen der Lebensraumverhältnisse für Wasserorganismen im Einflussbereich von bestehenden Wasserkraftwerken realisiert werden:

- 2004 wurde im Rahmen der Erneuerung der Maschinenanlagen des Kraftwerkes Gösgen beim Wehr Winznau ein Umgehungsgewässer als naturnahe technische Fischaufstiegshilfe realisiert.
- Im Zusammenhang mit demselben Projekt wurde die Restwassermenge in der Alten Aare auf 7.5 m<sup>3</sup>/s (Oktober bis April), auf 10 m<sup>3</sup>/s (April bis Juni und September bis Oktober) und auf 15 m<sup>3</sup>/s (Juni bis September) erhöht.
- Im Jahr 2003 wurde beim Stauwehr des Kraftwerkes Aarau in Niedererlinsbach ein Fischpass erstellt und die Restwassermenge von ursprünglich 5 auf 10 m<sup>3</sup>/s erhöht.

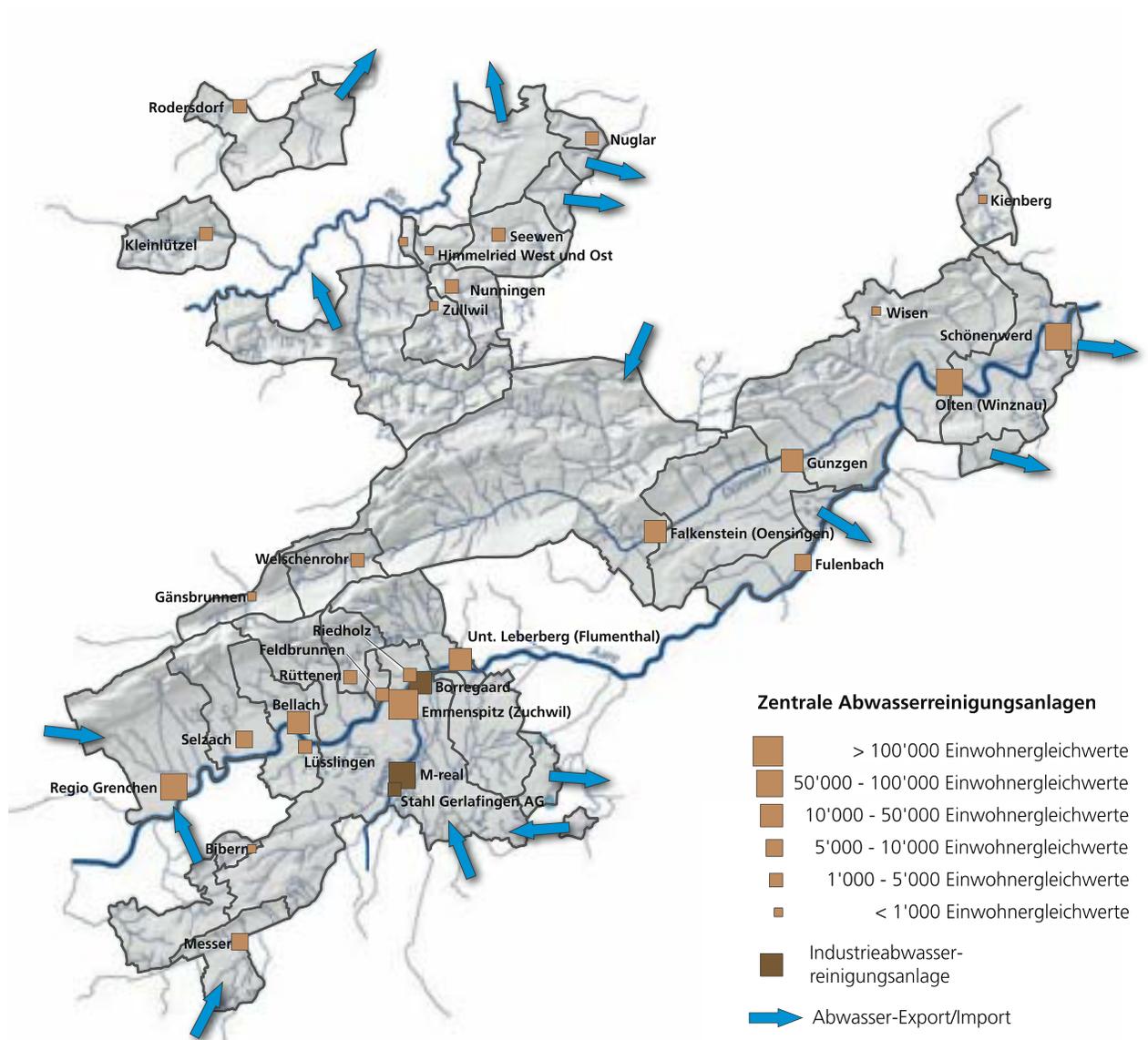


Raugerinnefischpass Wehr IBAarau  
(Foto: creato)

- Stauhaltungen und Kraftwerksanlagen unterbrechen den Geschiebetransport. Eine entsprechende Studie aus dem Jahr 1996 wurde schrittweise umgesetzt. Der Geschiebetrieb in der Aare wurde stellenweise reaktiviert. So wird heute das Geschiebe aus den Seitengewässern, insbesondere der Emme, wieder der Aare zugeführt und bewegt sich Aare abwärts, damit wie früher eine natürliche Gewässersohle entstehen kann. Um diesen Prozess zu unterstützen, wurden unter anderem zwei Kiesbänke bei Wangen und Aarwangen aufgeschüttet.

# 10 ABWASSERBESEITIGUNG

Seit dem Jahrtausendwechsel wurden die letzten der mittleren und grösseren Abwasserreinigungsanlagen (ARA) des Kantons Solothurn im Einzugsbereich der Aare saniert und die Reinigungsleistung erhöht. Weiterer Sanierungs- und Erweiterungsbedarf besteht noch in der Region Thal-Gäu und bei einigen kleineren Abwasserreinigungsanlagen.

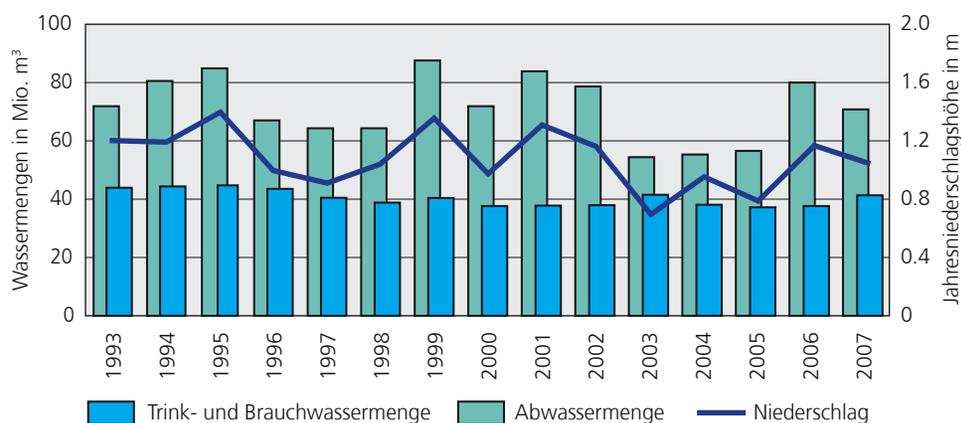


**Im Kanton Solothurn gibt es heute 28 kommunale und regionale sowie 3 grosse Industrie-Abwasserreinigungsanlagen (Stand 2007).** Sei der letzten Berichtsperiode wurden 3 ARA aufgehoben und an grössere, regionale ARA angeschlossen. Das Thema Zusammensetzung dürfte in den nächsten Jahren zudem für diverse, vor allem kleinere Anlagen, aktuell bleiben.

## Einfluss der Niederschläge auf die Abwassermengen

Das auf der Kläranlage ankommende Abwasser besteht nicht nur aus Schmutzwasser, sondern auch aus Regenwasser und Fremdwasser. Regenwasser besteht aus Niederschlagswasser, welches von Dächern, Parkplätzen, Strassen etc. in die Kanalisation eingeleitet wird. Fremdwasser gelangt beispielsweise aus Drainage- und Sickerleitungen, die an die Kanalisation angeschlossen sind, und über undichte Abwasserkanäle im Grundwasser in die Kläranlagen.

Die Niederschlagshöhe hat direkt Einfluss auf den Abwasserzufluss, indem mehr Regenwasser anfällt und indirekt, indem im Nachgang zu einem Regenereignis via Drainage- und Sickerleitungen vermehrt Fremdwasser in die Kanalisation eingeleitet wird. Der Gesamteffekt des Niederschlags zeigt sich im Verlauf der in den letzten Jahren in den Kläranlagen gemessenen Abwassermengen (siehe Grafik).

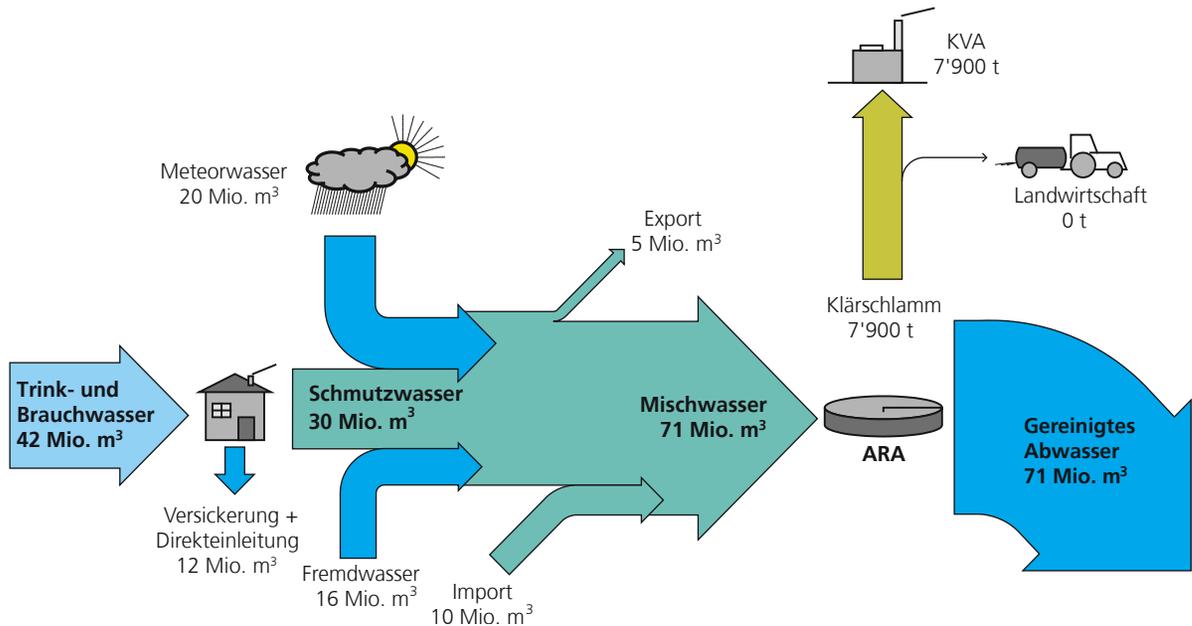


**Der Mengenvergleich Abwasser-Trinkwasser.** Ein grosser Anteil des Abwassers ist Niederschlagswasser (Regenabwasser), das von befestigten Flächen (Hausdächern, Strassen, Plätzen) abfließt und sogenanntes Fremdwasser (Sickerwasser, Wasser aus Brunnenüberläufen etc.). Regenabwasser und Fremdwasser machen,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



ARA Himmelried West  
(Foto: HOAG Team AG)

In den trockenen Jahren 2003 - 2005 wurde ein totaler Abwasseranfall von rund 50 bis 60 Mio. m<sup>3</sup> gemessen. In den hinsichtlich Niederschlagsmengen «normalen» Jahren beträgt der Abwasseranfall etwa 70 bis 80 Mio. m<sup>3</sup>. Diese Differenz von rund 20 Mio. m<sup>3</sup> ist auf die geringeren Niederschläge in den Jahren 2003 - 2005 zurückzuführen, d.h. auf niedrigere Einleitmengen von Regen- und Fremdwasser.



**Abwasserbilanz 2007: 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.

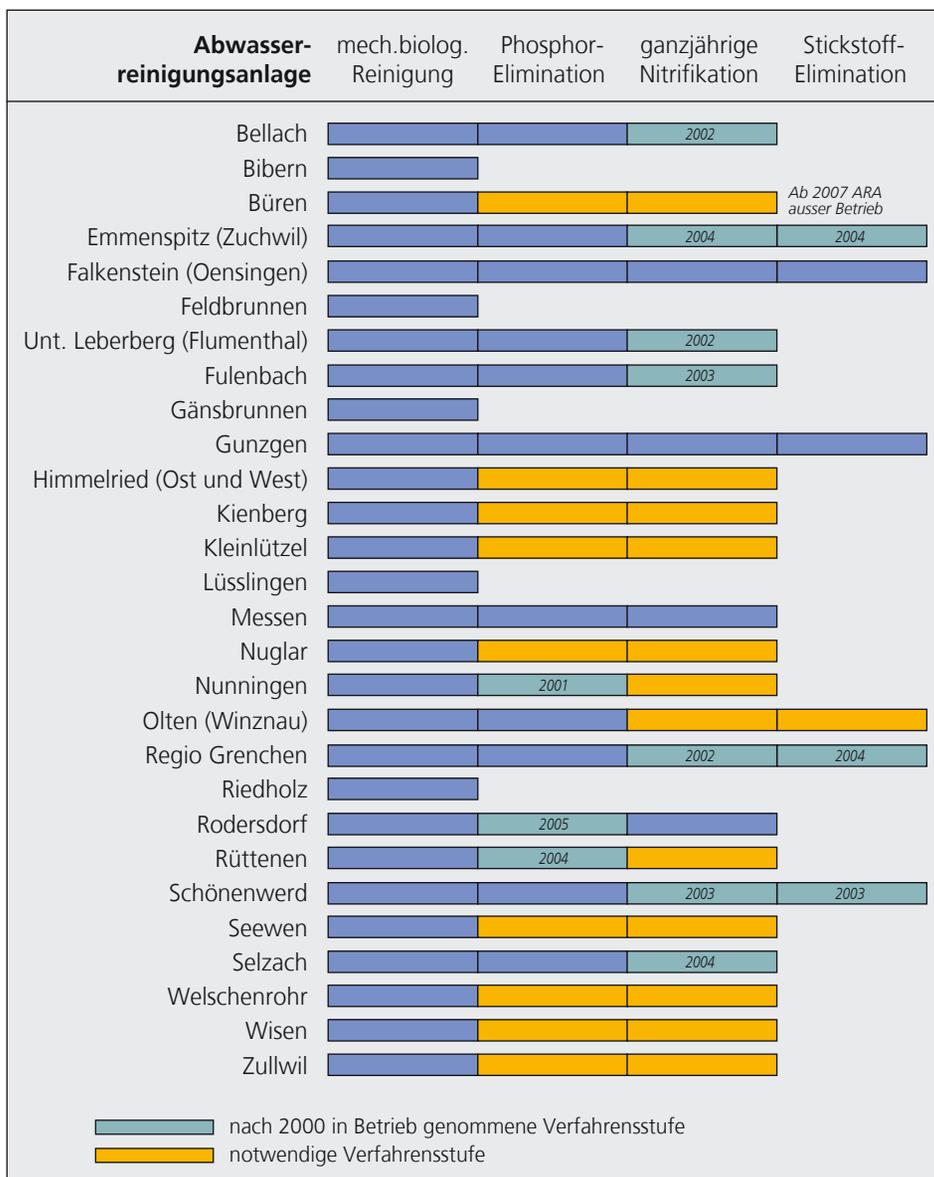
## Der Stand der Solothurner Abwasserreinigung

### Entwicklung in den letzten Jahren

In der Berichtsperiode wurden diverse Ausbau- und Sanierungsprojekte abgeschlossen. So weisen mittlerweile, mit Ausnahme der ARA Olten, sämtliche solothurnischen Kläranlagen mit einer Ausbaugröße von mehr als 10'000 Einwohnergleichwerten eine ganzjährige Nitrifikation auf. Fünf der sechs grössten Anlagen können zudem, zumindest während der wärmeren Jahreszeit, Stickstoff mittels Denitrifikation aus dem Abwasser eliminieren.

Einige kleinere Anlagen haben in den letzten Jahren eine Phosphatfällungsanlage installiert und damit einen wichtigen Beitrag zur Entlastung der Oberflächengewässer geleistet.

Trotzdem besteht bei einigen Kläranlagen, welche das gereinigte Abwasser in kleine Vorfluter einleiten, weiterhin Handlungsbedarf (siehe Grafik). Hierbei handelt es sich meistens um eher kleinere Anlagen.



**Stand der Abwasserreinigung im Kanton Solothurn 2007.** Sämtliche der 28 kommunalen und regionalen Abwasserreinigungsanlagen sind bereits seit längerer Zeit in Betrieb. Wie aus der Grafik hervorgeht, müssen vor allem bei kleineren Anlagen Ausbaumassnahmen in Angriff genommen werden. Alternativ zum Ausbau dürfte sich bei einigen dieser Anlagen auch die Frage des Anschlusses an eine grössere regionale ARA stellen.



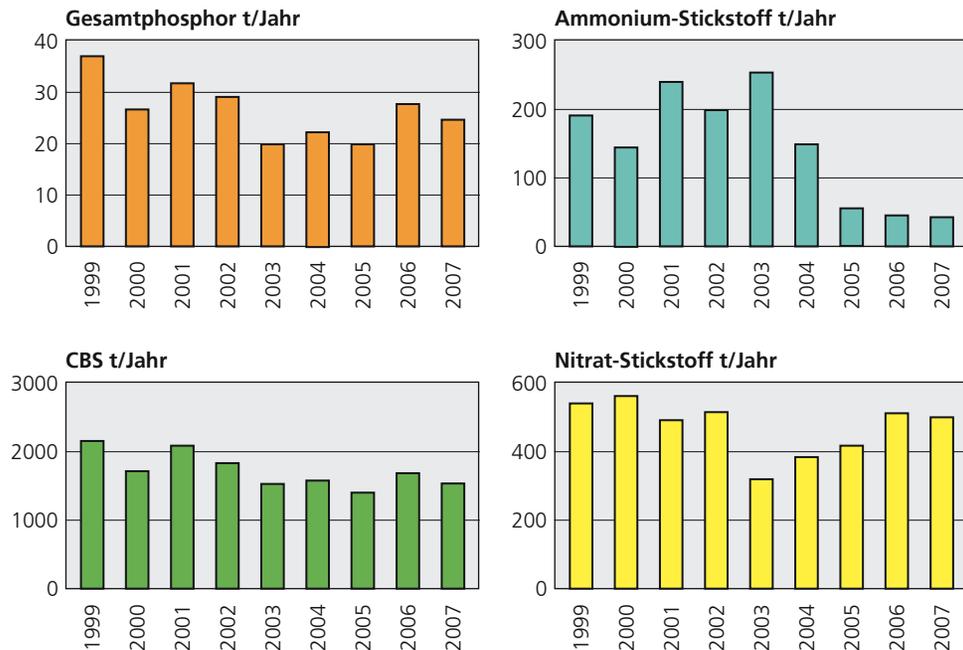
**Gewässerschutz  
kommunale Abwasserreinigung**  
 Amt für Umwelt des Kantons Solothurn,  
 erscheint jährlich

## Abwasserfonds

Die oben aufgeführte positive Entwicklung der Abwasserreinigung im Kanton Solothurn wurde massgeblich durch die Einführung des Abwasserfonds beeinflusst.

Die Solothurner haben am 27. September 1998 der auf 10 Jahre befristeten Einführung eines kantonalen Abwasserfonds zugestimmt. Der Fonds wurde durch eine verursacherorientierte Abwasserabgabe seit dem 1. Januar 2000 gespeisen. Aus diesem Fonds entrichtet der Kanton seither seine Beiträge an Gewässerschutzanlagen und an weitere Massnahmen zu Gunsten des Gewässerschutzes und löst damit seine bisherige Finanzierung aus dem allgemeinen Staatshaushalt (Subventionen) ab.

Die Abwasserabgabe wird grundsätzlich bei den solothurnischen Kläranlagen basierend auf der Restverschmutzung und Abwassermenge erhoben. Bei den 11 grössten Kläranlagen werden die dazu benötigten Daten alle fünf Tage ermittelt. Damit werden rund 90 % der im Kanton Solothurn anfallenden Abwässer messtechnisch erfasst. Bei den kleineren Kläranlagen und bei den Gemeinden, deren Abwässer in ausserkantonalen Kläranlagen gereinigt werden, wird die Abwasserabgabe anhand der Zahl der vorhandenen Einwohnergleichwerte und der Daten aus den 11 grösseren Kläranlagen berechnet.



**Restverschmutzung und Abwassermengen:** Die 11 grössten Kläranlagen des Kantons beproben alle 5 Tage die Restverschmutzung des gereinigten Abwassers. Die Grafik zeigt den Verlauf der Restfrachten seit Einführung des Abwasserfonds.

In der Grafik sind die Effekte der verschiedenen Ausbauten der solothurnischen ARA, vor allem im Bereich des Ammonium-Abbaus, ersichtlich. Die leicht erhöhten Werte im Jahr 2006 zeigen den Einfluss der im Vergleich zu den vorherigen Jahren grösseren Niederschlägen. Die steigenden Nitratwerte geben einen Hinweis darauf, dass zwar markant mehr Ammonium in Nitrat umgewandelt wird (Nitrifikation), das Nitrat jedoch nicht vollständig in elementaren Stickstoff umgewandelt werden kann (Denitrifikation). Speziell in den kälteren Jahreszeiten kann die Denitrifikation in den ARA nicht vollständig gewährleistet werden, was im Vergleich zum Sommer zu höheren Nitratfrachten im Abfluss der ARA führt. Die Denitrifikation weist somit noch Optimierungspotenzial auf.

Gesamthaft werden jedoch die Vorfluter infolge der realisierten Ausbauten deutlich weniger stark belastet.

Viele der seit der Jahrtausendwende realisierten ARA-Ausbauprojekte sind durch Abwasserfondsbeiträge mitfinanziert worden. Phosphatfällungen bringen einen grossen ökologischen Nutzen. Sie wurden wegen der Einsparungen bei der Abwasserabgabe auch wirtschaftlich interessant.



ARA Schönenwerd  
(Foto: HOAG Team AG)

Ende 2009 läuft der Abwasserfonds aus. Im neuen Gesetz über Wasser, Boden und Abfall, welches das bisherige Wasserrechtsgesetz ablöst, wird die Verwendung der nach der Abrechnung der beitragsberechtigten Projekte im Fonds noch vorhandenen Mittel festgelegt. So können auch in Zukunft Beiträge für erfolgsversprechende neuartige Verfahren und Anlagen zur Vermeidung, Verminderung, Reinigung und Verwertung von Abwässern zugesichert werden. Ausserdem kann die Bildung und Förderung von regionalen Trägern unterstützt werden.

## Zukunft der Abwasserreinigung

Dank dem guten Ausbaustandard der Siedlungsentwässerung hat sich der Zustand der schweizerischen Gewässer in den letzten Jahrzehnten deutlich verbessert. Der Eintrag von organischen Spurenstoffen, sogenannte Mikroverunreinigungen, über die Siedlungsentwässerung stellt aber eine neue und besondere Herausforderung für den Gewässerschutz dar.

Bei den Mikroverunreinigungen handelt es sich beispielsweise um Pflanzen- und Materialschutzmittel, um Zusätze in täglich zur Körperpflege oder zur Reinigung verwendeten Produkten oder um Medikamentenrückstände.

Diese biologisch schwer abbaubaren Stoffe werden in sehr tiefen Konzentrationen (Milliardenstel- bis Millionstel-Gramm pro Liter) in den Gewässern nachgewiesen. Sie werden als Mikroverunreinigungen bezeichnet. Sie können trotz den geringen Konzentrationen nachteilig auf das aquatische Ökosystem wirken.

Das Bundesamt für Umwelt (BAFU) hat zur Klärung der Frage nach der Möglichkeit, diese Spurenstoffe aus dem Abwasser zu eliminieren bzw. dem Abwasser fernzuhalten (dezentrale Massnahmen an der Quelle, z.B. Spitäler) das Projekt «Strategie Micro Poll» gestartet.

Im Rahmen dieses Projektes wird unter anderem auf der ARA «Wüeri» in Regensdorf ein Pilotversuch mit einer zusätzlichen Reinigungsstufe (Ozonierung) durchgeführt. Bis Ende 2009 werden Ergebnisse erwartet, welche als Basis für die weitere Strategie hinsichtlich der Optimierung der Siedlungsentwässerung dienen sollen.



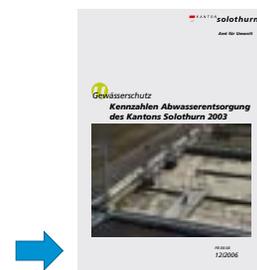
ARA Fulenbach  
(Foto: HOAG Team AG)

## Zusammenarbeit der ARA

### Aufgehobene Kläranlagen / Anschluss an benachbarte Anlagen

Seit der letzten Berichtsperiode wurden die Kläranlagen Deitingen (Anschluss an ARA Emmenspitz in Zuchwil) sowie Büren und St. Pantaleon (Anschluss an die ARA Ergolz 2 in Füllinsdorf/BL) aufgehoben.

Die Frage des Anschlusses an eine regionale Kläranlage dürfte sich bei vielen kleineren Kläranlagen mit Sanierungsbedarf früher oder später stellen. Diverse Studien zeigen auf, dass in der Regel das Abwasser in grösseren regionalen Anlagen kostengünstiger und besser gereinigt wird. Dieser Trend wird durch den Bericht «Kennzahlen Abwasserentsorgung des Kantons Solothurn 2003», der vom Amt für Umwelt 2006 veröffentlicht wurde, bestätigt. Eine unvoreingenommene Prüfung der Frage, ob mittel- oder langfristig die eigene ARA ausgebaut, oder ob ein Zusammenschluss mit einer anderen ARA realisiert werden soll, kann sich je nach lokalen Gegebenheiten sehr wohl lohnen.



**Kennzahlen Abwasserentsorgung des Kantons Solothurn 2003**  
Amt für Umwelt des Kantons Solothurn, 2006

### Abwasserentsorgung Thal-Gäu

Dass die Zusammenarbeit und der Zusammenschluss von Kläranlagen nicht nur für die sogenannten kleinen Anlagen ein Thema ist, zeigt die Situation der Abwasserbehandlung in der Region Thal-Gäu.

Heute reinigen vier Kläranlagen die Abwässer der Region Thal-Gäu. Die Kläranlagen werden gut betrieben und wurden verschiedentlich erneuert und ausgebaut. Aufgrund steigender Belastungen stehen insbesondere bei der Kläranlage Gunzgen weitere Ausbauten an. Dies war der Anstoss für eine regionale Betrachtung der Abwasserentsorgung, die das Amt für Umwelt zusammen mit den Betreibern der Kläranlagen auslöste.

Die Wasserqualität der Dünnern muss trotz gut funktionierenden Kläranlagen nach wie vor beanstandet werden. Dies vor allem bei Niedrigwasser, weil dann das eingeleitete gereinigte Abwasser ungenügend verdünnt wird. Die Art der Abwasserbeseitigung beeinflusst zudem auch andere wasserwirtschaftliche Aspekte der Region, so vor allem die Trink- und Brauchwassernutzung und den Hochwasserschutz.

Unter Berücksichtigung der heutigen Situation und den künftigen Anforderungen an eine zweckmässige Abwasserentsorgung für die Region wurden für den Zeitraum bis ins Jahr 2040 verschiedene Varianten geprüft, welche unter anderem auch die Ableitung des gereinigten Abwassers in die Aare aufzeigen. Die nun vorliegende erste Fassung des Masterplans «Optimierung der Abwasserentsorgung in der Region Thal-Gäu» ermöglicht eine fundierte und partnerschaftliche Weiterentwicklung der Planung durch die Region und den Kanton. Diese wird sich insbesondere auf eine vertiefte Auseinandersetzung mit den vorgeschlagenen Best-Varianten im Quervergleich zum Status quo konzentrieren.

## **Vereinigung Solothurner Abwasser**

Im Kanton Solothurn beschäftigte sich die Fachgruppe Klärschlamm mit der Klärschlammverwertung und –entsorgung der solothurnischen Kläranlagen. Sie bestand aus einigen ARA-Betriebsleitern und Mitarbeitern des landwirtschaftlichen Bildungszentrums Wallierhof (Düngeberater). Seit dem Verwertungsverbot des Klärschlammes in der Landwirtschaft hat die Fachgruppe ihren Zweck verloren.

Es zeigte sich jedoch, dass der Wunsch nach einem geeigneten Forum zum Gedanken- und Erfahrungsaustausch weiterhin vorhanden war. Im November 2004 wurde darum die Vereinigung Solothurner Abwasser (VSoA) gegründet, der mittlerweile 15 kommunale und regionale Kläranlagen sowie eine Industriekläranlage und eine ARA-Betreiberfirma angehören.

Hauptziel der VSoA ist die Förderung der Zusammenarbeit zwischen den Verantwortlichen der solothurnischen Kläranlagen.

An diversen Treffen der Präsident(inn)en und des Klärwerkpersonals der Mitgliedsanlagen wurde seither der Erfahrungsaustausch und das gegenseitige Kennenlernen gefördert. Diese Treffen und dort stattfindenden Gespräche können durchaus der Boden für eine fruchtbare Zusammenarbeit sein, wie sie beispielsweise aktuell im Raum Thal-Gäu bereits angedacht wurde.

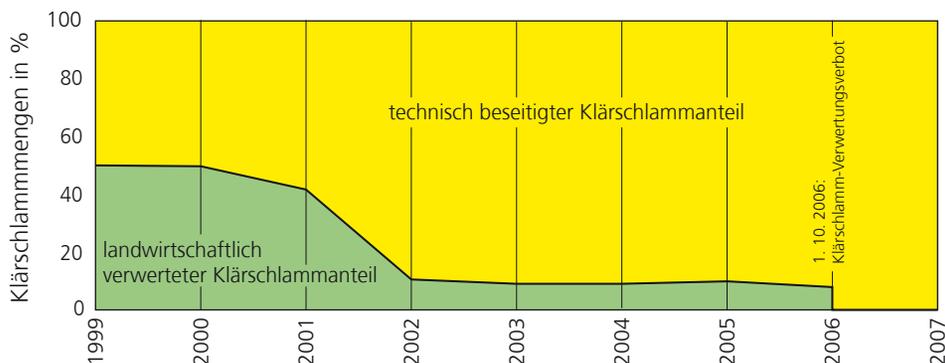
## **Wie weiter mit der Klärschlammabeseitigung nach dem 1. Oktober 2006?**

### **Klärschlammabeseitigung**

Bis ins Jahr 2001 wurde rund die Hälfte des auf den solothurnischen Kläranlagen anfallenden Klärschlammes (ca. 7'000 t Trockensubstanz pro Jahr) in der Landwirtschaft verwertet. Im Jahr 2001 wurde eine radikale Kehrtwende in der schweizerischen Klärschlammabeseitigung eingeleitet, welche im Mai 2003 das generelle Verbot der Klärschlammverwertung in der Landwirtschaft ab dem 1. Oktober 2006 vorsah. Ausgelöst wurde diese Kehrtwende unter anderem durch die Tierseuche BSE. Es konnte nicht ganz ausgeschlossen werden, dass mittels Dünger aus tierischen Abfällen wie Blut- oder Hornmehl 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.

Im Kanton wurden aufgrund dieser Entwicklung bereits ab 2002 nur noch etwa 12 % des Klärschlammes in der Landwirtschaft verwertet, der Rest wird seither technisch beseitigt bzw. verbrannt.

Seit dem 1. Oktober 2006 gilt gemäss neuer Chemikaliengesetzgebung (Chemikaliengesetz und Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung) jedoch für alle Kläranlagen das Klärschlammverwertungsverbot in der Landwirtschaft.



**Klärschlammabeseitigung Kanton Solothurn.** Bis 2001 wurde rund die Hälfte des Klärschlammfalls der Solothurner ARA in der Landwirtschaft verwertet. Ab 2002 werden nur noch knapp 12% in der Landwirtschaft verwertet, der Rest wird technisch beseitigt (Verbrennung).

Den Kläranlagenbetreibern wird nicht vorgeschrieben, wo sie ihren Klärschlamm entsorgen müssen, sie sind jedoch für die sachgerechte Entsorgung des Klärschlammes verantwortlich. Die kantonale Abfallplanung sieht für die Klärschlammabeseitigung drei Regionen mit folgenden Entsorgungsanlagen vor:

- Region West mit der Kehrichtverbrennungsanlage in Zuchwil (KEBAG)
- Region Ost mit der Regionalen Entsorgungsanlage Niedergösgen (RENI)
- Region Nord mit der ProRheno AG in Basel

In allen diesen Entsorgungsanlagen wird die Verbrennungsabwärme genutzt, so dass nicht nur von einer Klärschlammabeseitigung, sondern auch von einer thermischen Klärschlammabeseitigung gesprochen werden kann.

### Klärschlammanalytik

Eine Voraussetzung, dass der Klärschlamm früher in der Landwirtschaft verwertet werden durfte, war eine strenge Kontrolle der Schlammqualität. Der Schlamm wurde hinsichtlich Nährstoffgehalt (im Hinblick auf die Düngebilanz der bewirtschafteten Flächen) und Schadstoffen (Schwermetalle und AOX) analysiert. So sollte die langfristige Bodenfruchtbarkeit erhalten bleiben. Falls Schadstoffgrenzwerte überschritten wurden, durfte der Schlamm nicht in der Landwirtschaft verwertet werden.

Der Schadstoffgehalt im Klärschlamm ist aber nach wie vor ein wichtiger Indikator für die Abwasserentsorgung um die Wirksamkeit der getroffenen Massnahmen in Industrie- und Gewerbebetrieben zu verfolgen. Der Schlamm wird daher trotz der technischen Beseitigung bzw. dem Verzicht auf die landwirtschaftliche Verwertung auch künftig analytisch auf Schwermetall- und AOX-Gehalt untersucht. Mit der qualitativen Überwachung wird zudem überprüft, ob der Klärschlamm entsprechend der geltenden Stoffverordnung entsorgt wird.

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

### Genereller Entwässerungsplan, Stufe Gemeinde

In der Erarbeitung der kommunalen GEP konnte seit 2001 ein grosser Fortschritt verzeichnet werden. Seit der letzten Berichtsperiode wurden über 50 weitere kommunale Generelle Entwässerungsplanungen genehmigt. Zudem sind seither über 30 GEP in Angriff genommen worden. Einzig 6 Gemeinden haben die GEP-Bearbeitung noch nicht begonnen.

	2001	2007
• Gemeinden mit vollständigem GEP	6	58
• Teilgemeinden mit GEP	3	3
• Gemeinde ohne GEP-Bedarf	1	1
<b>Gemeinden mit GEP oder ohne Bedarf für GEP</b>	<b>10</b>	<b>62</b>
• GEP-Pflichtenheft in Bearbeitung oder genehmigt	14	0
• GEP in Bearbeitung	62	57
• GEP vor regierungsrätlicher Genehmigung	1	6
<b>Gemeinden, die ein GEP vorbereiten oder daran arbeiten</b>	<b>77</b>	<b>63</b>
<b>Gemeinden, die noch nichts unternommen haben</b>	<b>42</b>	<b>6</b>

**Stand der Generellen Entwässerungsplanung im Kanton Solothurn.** *Grosser Fortschritt im Bereich der GEP-Erarbeitung seit 2001.*

Somit verfügen mittlerweile praktisch die Hälfte der Solothurner Gemeinden über einen genehmigten GEP. Bei der anderen Hälfte wird der GEP bearbeitet. Mit dem Abschluss dieser GEP kann in den nächsten zwei Jahren gerechnet werden. Die noch ausstehenden GEP betreffen ausschliesslich Gemeinden mit rund 100 bis 700 Einwohnern, insgesamt knapp 1 % der Solothurner Bevölkerung.

Das Ziel, dass sämtliche solothurnischen Gemeinden bis Ende 2010 einen GEP erarbeitet haben, dürfte somit knapp nicht erreicht werden, wenn man davon ausgeht, dass die GEP-Bearbeitung etwa zwei Jahre in Anspruch nimmt.

## Genereller Entwässerungsplan, Stufe Verband

Neu wurden in der Zwischenzeit Generelle Entwässerungsplanungen auf Stufe Verband, sogenannte Verbands-GEP, ausgelöst bzw. bereits teilweise abgeschlossen. Die grösseren Abwasserverbände mit einer regionalen Kläranlage verfügen meistens über relativ lange Verbandskanalnetze und besitzen oder betreuen diverse Sonderbauwerke wie Regenbecken, Abwasserpumpwerke oder Hochwasserentlastungen.

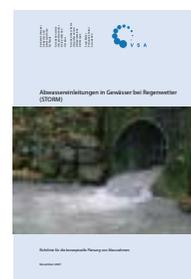
Diese Bauwerke sind zusammen mit den Kläranlagen in die Jahre gekommen. Um die begrenzten finanziellen Mittel der Verbände effizient einzusetzen, wird heute auch auf Stufe Verband ein entsprechendes Planungsmittel benötigt, welches beispielsweise den Zustand der Kanäle und den entsprechenden Sanierungsbedarf in den nächsten Jahren aufzeigt.

Zudem werden im Gewässerschutz die Anforderungen der Vorfluter an die Regenwasserbehandlung (Regenbecken, Retentionsfilterbecken, Ölabscheider, Strassenabwasserbehandlungsanlagen) vermehrt beachtet. Speziell in Verbänden mit relativ kleinen Vorflutern gewinnt diese Problematik an Bedeutung, u. a. auch weil die Frachten, welche bei Regenwetter in die Gewässer gelangen, eine ähnliche Grössenordnung erreichen können wie die Einleitung der ARA. Die Auswirkungen der Regenwasserbehandlung auf die betroffenen Oberflächengewässer werden künftig hinsichtlich Faktoren wie Ästhetik, Kolmation der Gewässersohle, Hygiene, hydraulische Belastung, Ammoniak, Sauerstoffmangel, Toxizität, Eutrophierung etc. beurteilt. Ungenügende Regenwasserbehandlungsanlagen müssen saniert werden.

Im Rahmen des kommunalen GEP werden in der Regel nur die gemeindeeigenen Regenwasserbehandlungsanlagen bezüglich deren Auswirkungen auf den Vorfluter beurteilt. Den Gesamtüberblick über alle Anlagen innerhalb eines Verbandsgebietes haben die Gemeinden üblicherweise nicht.

Auf Stufe Verband sollen heute die diversen Regenwasserbehandlungsanlagen und Hochwasserentlastungen innerhalb des gesamten Einzugsgebietes eines ARA-Verbandes gemäss der Richtlinie STORM beurteilt werden. So ist es möglich, die Schwachstellen der Regenwasserbehandlung im entsprechenden Verbandsgebiet festzustellen. Mittels Optimierung der Nutzung der bereits vorhandenen Behandlungsanlagen und einer allfälligen Ergänzung durch weitere Anlagen können solche Schwachstellen gemeindeübergreifend optimiert werden.

Mittels Verbands-GEP können die Gemeindenetze und Abwasserbehandlungsanlagen untereinander abgestimmt werden. Dies mit dem Ziel, möglichst das gesamte Abwasser auf die ARA zu bringen und sofern Entlastungen nötig sind, diese mit entsprechenden Behandlungsanlagen auszurüsten und in möglichst robuste Vorfluter einzuleiten.



**Abwassereinleitungen in Gewässern bei Regenwetter (STORM)**  
Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute, 2007

## Regionale Entwässerungsplanung Birs

Nach dem Verbands-GEP bedeutet der Regionale Entwässerungsplan (REP) die nächst übergeordnete Stufe der Entwässerungsplanung, welche sich nicht nur auf die Gemeinden innerhalb eines Verbandsgebietes beschränkt, sondern auf das gesamte Einzugsgebiet eines Gewässers.



REP Birs  
www.labirse.ch

Im Regionalen Entwässerungsplan werden, im Unterschied zu den kommunalen und den Verbands-GEP, nebst der Siedlungsentwässerung und deren Auswirkung auf die Gewässer, weitere Themen wie z.B. Hochwasserschutz, Nutzung der Gewässer etc. behandelt.

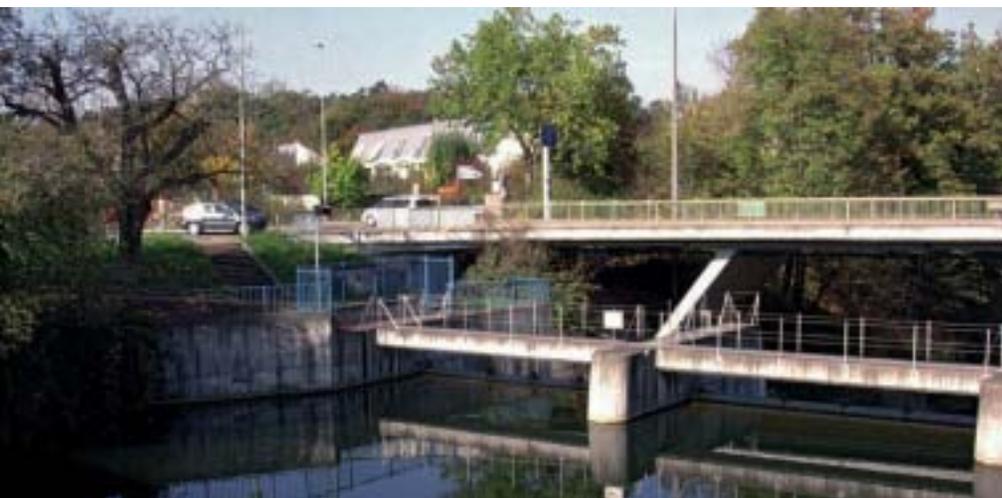
Für den REP Birs, ein Gemeinschaftswerk der Kantone Basel-Landschaft, Basel-Stadt, Bern, Jura und Solothurn, wurde folgender Leitsatz formuliert: «Für die Birs wird ein möglichst natürlicher Zustand und eine natürliche Dynamik unter angemessener Berücksichtigung der örtlichen Situation (Schutz und Nutzung) angestrebt.»

Aus diesem Leitziel wurden folgende Ziele für den REP Birs abgeleitet:

- die Birs und ihre Seitengewässer als Lebensraum der ursprünglichen Artenvielfalt
- möglichst unbelastete Oberflächengewässer
- ein ausreichendes Grundwasservorkommen und eine einwandfreie Trinkwasserqualität
- den Schutz des Menschen und seiner Güter vor Hochwasser
- eine attraktive Naherholung.

Der REP Birs wurde ab 2001 bis 2006 in drei Phasen erarbeitet. Der Ist-Zustand (1. Phase) wurde im September 2002 in einem Bericht zusammengefasst, welcher als Basis für die 2. Phase, das Entwicklungskonzept diente.

Im Entwicklungskonzept wurden die Defizite ermittelt und das Potenzial ökologischer Verbesserungsmaßnahmen für jeden Gewässerabschnitt und jeden Themenbereich aufgezeigt. Zudem stellt der Bericht eine Liste möglicher Massnahmen zusammen.

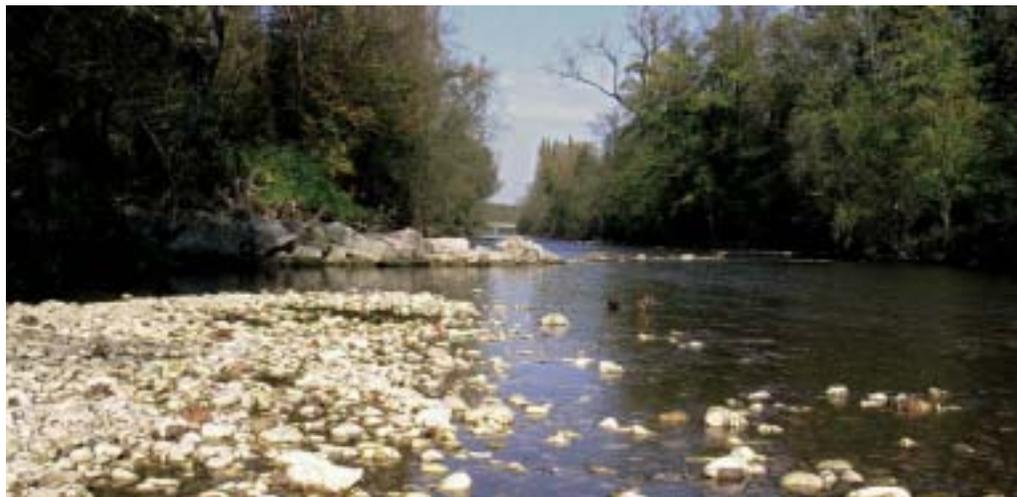


Birs Wehr Dornach  
(Foto: Chantal Schmitt, AfU SO)

Diese Massnahmen wurden in der Phase 3 des REP Birs detailliert beschrieben, räumlich zugeordnet und nach Prioritäten eingestuft. Der Massnahmenplan wurde 2006 vorgestellt und kann wie folgt zusammengefasst werden:

- Die Bestandsaufnahme, die Massnahmen sowie die Prioritäten wurden auf der Ebene des Einzugsgebietes der Birs erarbeitet. Die Instrumente für die Umsetzung dieser Massnahmen müssen nun entwickelt werden.
- Das grösste Entwicklungspotenzial für die Birs liegt in der Verbesserung von Gewässerraum und -struktur.
- In den anderen Bereichen (Wasserqualität, Wasserführung) ist das Entwicklungspotenzial niedrig, auch wenn lokale Defizite noch behoben werden müssen. Der heutige Zielerreichungsgrad in diesen Bereichen muss mindestens erhalten bleiben.
- Die neu durch den REP Birs ausgelösten Massnahmen sind hauptsächlich Gewässerrenaturierungen (mit oder ohne Hochwasserschutzkomponente) im Umfang von rund 100 Mio. Fr. bis ins Jahr 2050.
- Weitere durch den REP Birs beurteilte Massnahmen und Daueraufgaben (vor allem Abwasserentsorgung) entsprechen Aufwendungen von ca. 1950 Mio. Fr. bis ins Jahr 2050.
- Die Investitionskosten für die Defizitbehebung im Bereich Lebensraum und Gewässermorphologie (100 Mio. Fr.) sind vergleichsweise gering.

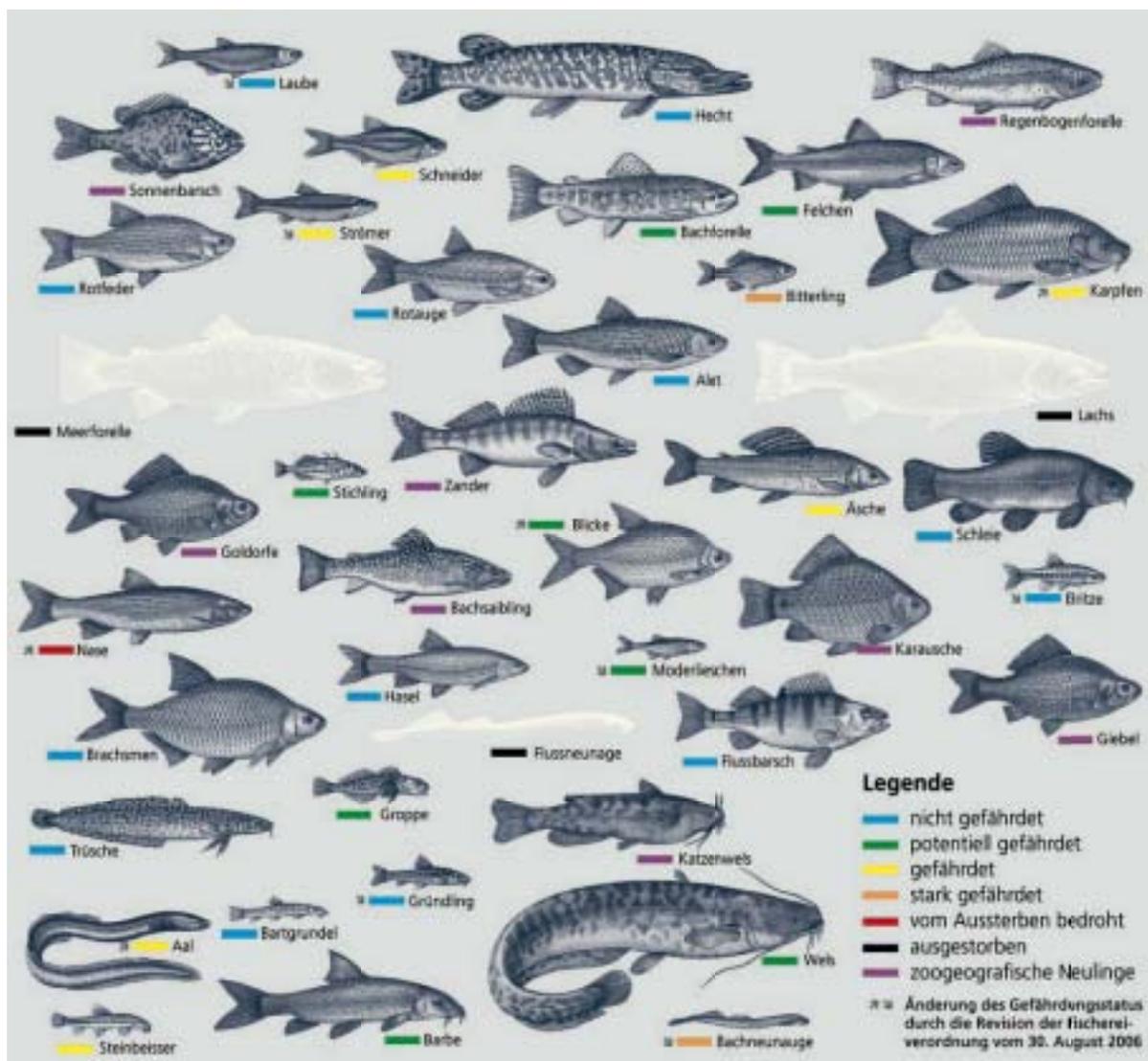
Weitere Informationen zum REP Birs, unter anderem sämtliche Berichte zu den drei Phasen und der detaillierte Massnahmenplan, können unter [www.labirse.ch](http://www.labirse.ch) eingesehen werden.



*Birs bei Dornach  
(Foto: Chantal Schmitt, AfU SO)*

# 11 FISCHEREI

Fische sind aussagekräftige Zeigerorganismen für Veränderungen in der aquatischen Umwelt. Sie reagieren sensibel auf Eingriffe in das natürliche Fließregime, in ihre Auf- und Abstiegswege oder in die Gewässersohlenbeschaffenheit. Im Kanton Solothurn sind die Fischbestände in den letzten Jahrzehnten drastisch zurückgegangen. Die aktuelle Situation erfordert eine Verbesserung der Lebensbedingungen für die einheimische Gewässerfauna.



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

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

Fischarten und Fischvarietäten		Häufigkeit 1890		Häufigkeit heute		Gefährdungs- status 2008
		Aare		Aare	übrige Gew.	
Flussneunauge	<i>Lampetra fluviatilis</i>	+				⊙ E
Bachneunauge	<i>Lampetra planeri</i>	+	+	1		↘ ② E
Aal	<i>Anguilla anguilla</i>	+	2-3	1		↗ ③
Lachs	<i>Salmo salar</i>	+				⊙ E
Meerforelle	<i>Salmo trutta trutta</i>	+				⊙
Bachforelle	<i>Salmo trutta fario</i>	+	1-3	2-3		④
Regenbogenforelle	<i>Oncorhynchus mykiss</i>		1-2	1-2		ZN
Bachsaibling	<i>Salvelinus fontinalis</i>		1	1		ZN
Äsche	<i>Thymallus thymallus</i>	+	2	1		③ E
Felchen	<i>Coregonus sp.</i>	+	1-2			④ E
Hecht	<i>Esox lucius</i>	+	2	1		ng
Karpfen	<i>Cyprinus carpio</i>	+	2	1		↗ ③
Blicke	<i>Abramis bjoerkna</i>	+	1-2			↗ ④
Brachsmen	<i>Abramis brama</i>	+	2-3	1		ng
Schneider	<i>Alburnoides bipunctatus</i>	+	1-2	1		③ E
Laube	<i>Alburnus alburnus</i>	+	1-3			↘ ng
Barbe	<i>Barbus barbus</i>	+	2-3	1		④
Karausche	<i>Carassius carassius</i>		o			ZN
Goldorfe/Goldfisch	<i>Carassius auratus auratus</i>		o	o		ZN
Giebel	<i>Carassius auratus gibelio</i>		+			ZN
Nase	<i>Chondrostoma nasus</i>	+	1	1		↗ ① E
Gründling	<i>Gobio gobio</i>	+	1-2	1		↘ ng
Moderlieschen	<i>Leucaspis delineatus</i>		1			↘ ④ E
Hasel	<i>Leuciscus leuciscus</i>	+	2	1		ng
Alet	<i>Leuciscus cephalus</i>	+	2-3	1		ng
Strömer	<i>Leuciscus souffia</i>	+	1	1		↘ ③ E
Elritze	<i>Phoxinus phoxinus</i>		1	1-3		↘ ng
Bitterling	<i>Rhodeus amarus</i>	+	1			② E
Rotauge	<i>Rutilus rutilus</i>	+	2	1		ng
Rotfeder	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	+	2	1		ng
Schleie	<i>Tinca tinca</i>	+	1-2	1		ng
Bartgrundel	<i>Barbatula barbatula</i>	+	1-2	1-3		ng
Steinbeisser	<i>Cobitis taenia</i>		1	1		③ E
Wels	<i>Silurus glanis</i>	+	1			④ E
Katzenwels	<i>Ameiurus spp.</i>		+			ZN
Trüsche	<i>Lota lota</i>	+	1-2	1		ng
Dreistachl. Stichling	<i>Gasterosteus aculeatus</i>		1-2	1		④
Flussbarsch	<i>Perca fluviatilis</i>	+	2-3	1		ng
Zander	<i>Sander lucioperca</i>		1			ZN
Sonnenbarsch	<i>Lepomis gibbosus</i>		1-2	1-2		ZN
Groppe	<i>Cottus gobio</i>	+	1-2	2-3		④

### Gefährdungs-/Schutzstatus:

- ⊙ ausgestorben
- ① vom Aussterben bedroht
- ② stark gefährdet
- ③ gefährdet ↘ neuer Gefährdungs-  
status erniedrigt
- ④ potentiell gefährdet ↗ neuer Gefährdungs-  
status erhöht
- ng nicht gefährdet
- ZN zoogeograph. Neulinge

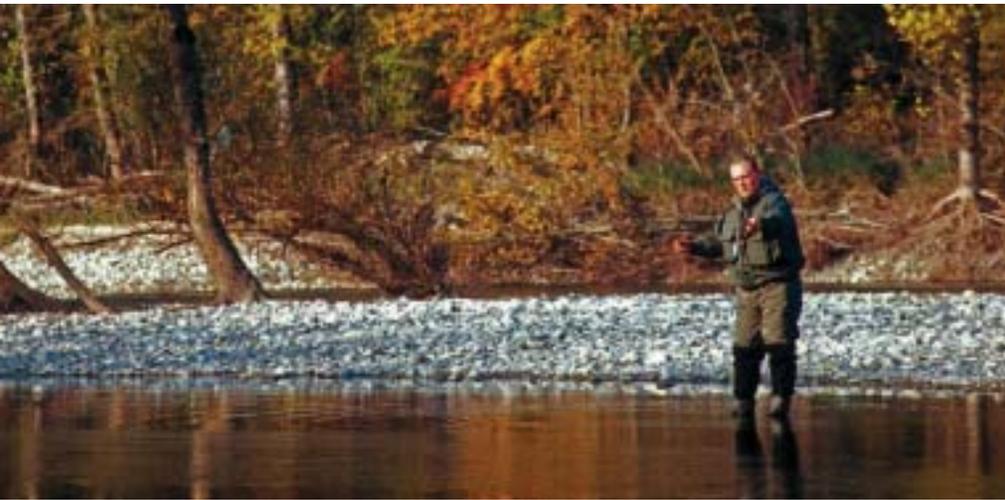
### Häufigkeit (Vorkommen):

- 1 selten
- 2 verbreitet
- 3 häufig
- + vorhanden (ohne Häufigkeitsangabe)
- o Irrgast, Zufallsbefund
- E 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 dem 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 anzutreffen. Die Bestände dieser für die meisten Angelfischer begehrteste Fischart werden wo nötig durch Besatz gestützt. Neben Bachforellen werden in die Aare auch Äschen und Hechte in grösseren Stückzahlen eingesetzt.



Fischer an der Aare (Foto: creato)

## Neues Fischereigesetz

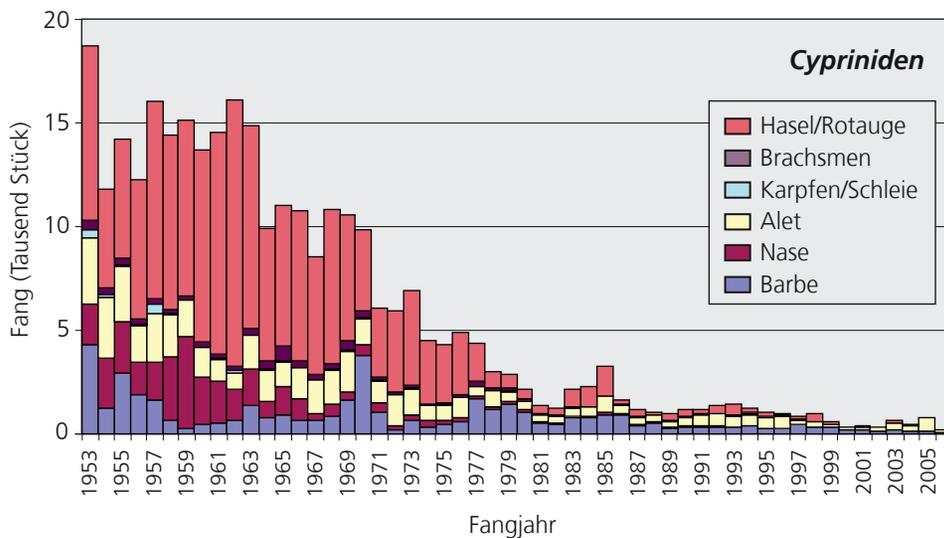
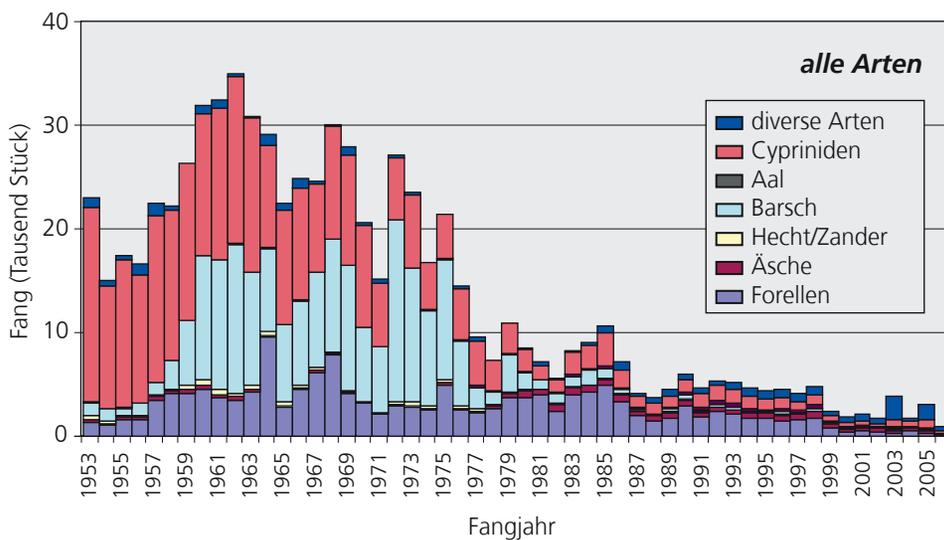
Auf den 1. Januar 2007 ist die Verordnung zum Bundesgesetz über die Fischerei revidiert worden. Unter anderem wurde der Gefährdungstatus einiger Arten der Entwicklung der Fischpopulationen angepasst (in der obigen Tabelle die rot markierten Einträge). Für die Nase besteht neu für die ganze Schweiz ein vollständiges Fangverbot.

Ab 2009 müssen Anglerinnen und Angler über eine ausreichende Sachkenntnis verfügen um eine Fangberechtigung zu erwerben. Die Artenkenntnis und die tierschutzgerechte Behandlung des Fanges sollen verbessert werden. Damit wird die Fischereigesetzgebung den neuen Tierschutzvorschriften angepasst.

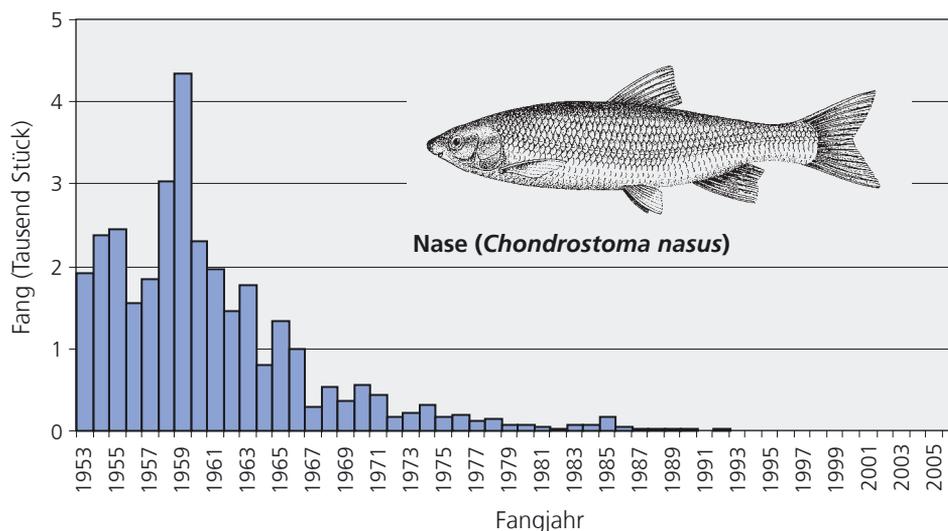
Am 1. Januar 2009 tritt das neue, an die veränderte Bundesgesetzgebung angepasste kantonale Fischereigesetz in Kraft. Im Kanton Solothurn wird die bisherige Fischereipacht abgeschafft und durch ein kantonales Fischerpatent abgelöst. Bis anhin erhielten die Fischerin oder der Fischer die Berechtigung zum Fischen nur mit dem Eintritt in einen Verein. Diese Zwangsmitgliedschaft entfällt mit dem Patentsystem. Die freiwillige Fischereiaufsicht, der Fischbesatz und die Jungfischerausbildung bleiben auch weiterhin in der Zuständigkeit der Vereine. Als Leistungsaufträge werden sie jedoch vom Kanton eingekauft und entgolten.

## Seit den 1970er-Jahren ist bei bestimmten Fischarten ein massiver Bestandesrückgang zu beobachten

Die bis in die 50er-Jahre zurückreichenden Erhebungen des Fischereiver eins «Olten und Umgebung» zeigen einen allgemeinen Rückgang des Fischertrages in der Aare zwischen Fulenbach und Gösgen ab Mitte der 1970er-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 einen längeren Zeitraum 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 Fischereiver eins «Olten und Umgebung» in den Jahren 1953 - 2006.** Der Einbruch der Fänge Mitte bis Ende der 70er-Jahre lässt auf einen massiven Bestandesrückgang früher im Fang häufig verteilter Fischarten (insbesondere Barsch und Rotauge) schliessen.



**Nasenfänge im Aarerevier des Fischereivereins «Olten und Umgebung» in den Jahren 1953 - 2006.** Die Nase ist eine Fischart, die stark unter ihrem Lebensraumverlust leidet: Als ehemals sehr häufiger Fisch steht sie heute als «stark gefährdete» Art auf der Roten Liste und ist seit dem 1. Januar 2007 vollständig geschützt.

### Nasenfangverbot seit dem 1. Januar 2007

Seit dem 1. Januar 2007 gilt in der Schweiz ein vollständiges Fangverbot für alle stark gefährdeten oder vom Aussterben bedrohten Arten. Dazu gehört auch die Nase.

Die Nase (*Chondrostoma nasus*) ist eine typische Flussfischart, die sowohl beim Laichen als auch in den übrigen Lebensabschnitten auf Strömung angewiesen ist. Diese Flussabschnitte sind selten geworden. Die freien Fließstrecken in der Aare zum Beispiel machen nur noch rund 15 % der gesamten Strecke aus. Der grosse Rest ist für die Wasserkraftnutzung aufgestaut. Die Nase hat darum Arten wie Alet und Flussbarsch Platz gemacht, die sowohl in fließendem als auch in stehendem Wasser ablaichen und leben können.



Nasen (*Chondrostoma nasus*) sind heute vom Aussterben bedroht (Foto: blickwinkel)

## Fischaufstiege

Die Durchgängigkeit der Gewässer ist für viele Fischarten eine zentrale Voraussetzung um sich in unseren Gewässern heimisch zu fühlen. Die Gewässer müssen flussaufwärts und -abwärts passierbar sein. Hierfür müssen Hindernisse beseitigt und, dort wo das nicht möglich ist, Umgehungsgewässer oder technische Aufstiegshilfen geschaffen werden.

Unüberwindbare Barrieren für Fische stellen Abstürze in Nebengewässern dar, die oft an der Mündung in das Hauptgewässer liegen. Im Rahmen von Hochwasserschutzmassnahmen und Revitalisierungen werden solche Hindernisse beseitigt und die Gewässer den Fischen wieder zugänglich gemacht.



*Fischpass am Kleinwasserkraftwerk Mühle Derendingen (Foto: S. Gerster)*

An Wehren und Flusskraftwerken sind Umgehungsgewässer (z. B. bei Ruppoldingen) oder technische Aufstiegshilfen (Fischtrepfen, Fischpässe) nötig. Alle Wehre und Flusskraftwerke an der Aare und an der Birs sind heute mit solchen Einrichtungen ausgestattet. Wichtig ist, dass die Fische den Einstieg in die Aufstiegshilfe finden und sie auch zu durchschwimmen vermögen. Der Bau und Betrieb von Fischaufstiegshilfen setzt viel Erfahrung und Wissen voraus.

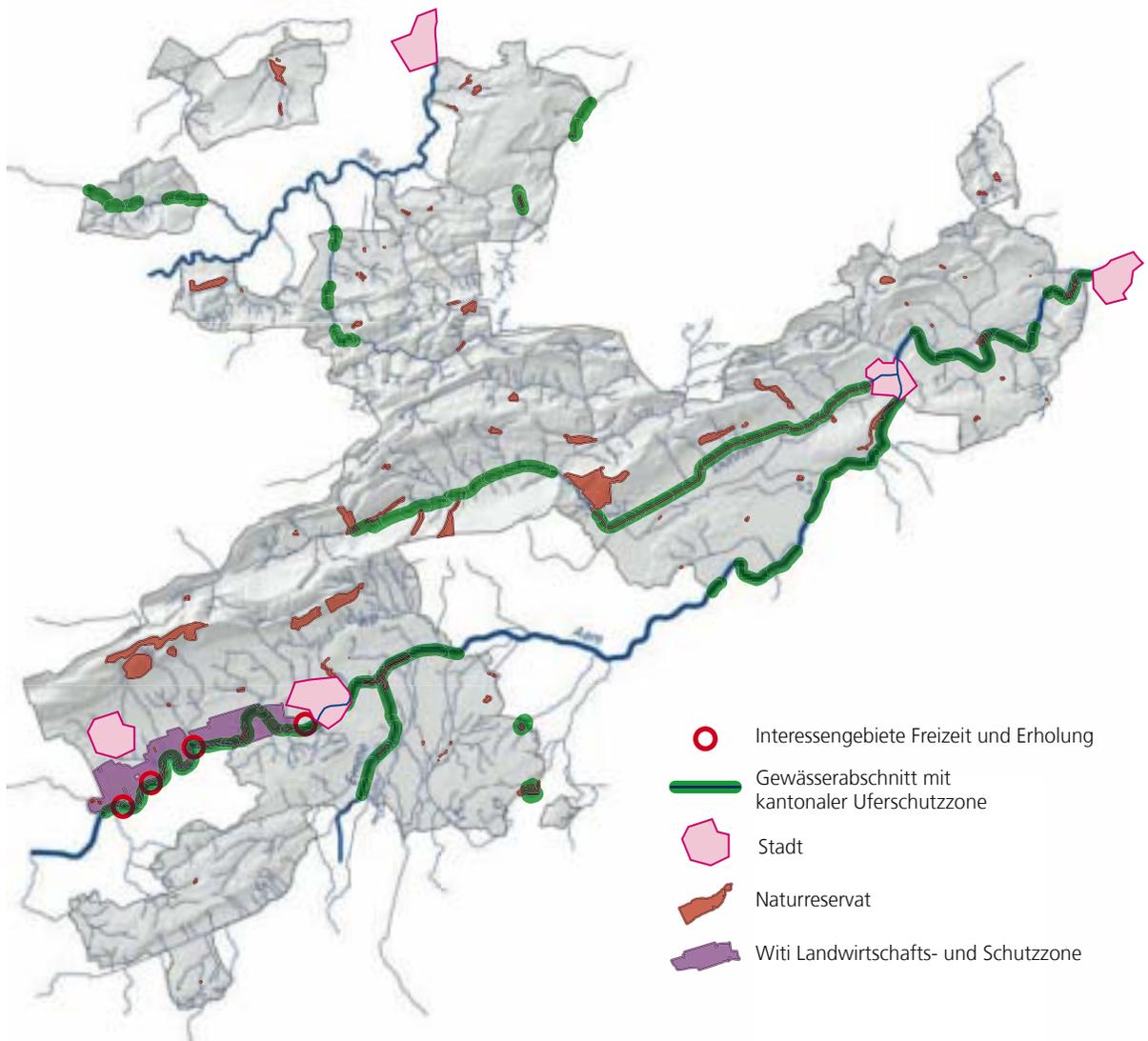
An der Aare zwischen Bielersee und Mündung in den Rhein liegen 12 Kraftwerke mit insgesamt 19 Fischaufstiegshilfen. In einer koordinierten Untersuchung bei 15 Fischaufstiegshilfen im Jahre 2005 wurden während mehrerer Monate die Fische gezählt. Die Auswertungen zeigen, dass die Fischaufstiegshilfen sehr unterschiedlich genutzt werden. Die meisten werden sehr rege benutzt (1'000 und mehr Fische pro Monat), einige wenige jedoch nur schwach (200 und weniger Fische pro Monat). Während Alet, Blicke und Schleie vor allem nachts aufsteigen, benützen Schneider, Rotfeder, Rotaugen und Forellen die Aufstiegshilfen hauptsächlich tagsüber.



**Fischaufstiegs-  
kontrollen an den  
Aare-Kraftwerken  
Schlussbericht 2006.**  
Aquatica GmbH im  
Auftrag der Kantone  
Aargau und Solothurn

# 12 ERHOLUNG UND FREIZEIT

Gewässer und ihre Ufer sind attraktive Orte für Freizeit und Erholung. Um diese Naturräume vor übermässiger Freizeitnutzung zu schützen und um ihren Erholungswert auch langfristig zu gewährleisten sind Rücksichtnahme und planerischer Schutz notwendig. Geeignete Schutzzonen und die «Interessengebiete Freizeit und Erholung» sollen Konflikte vermeiden und den unterschiedlichen Ansprüchen von Natur und Erholung gleichermaßen gerecht werden.



**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, die 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 Radfahren auf Uferwegen, Fischen und Picknicken, aber auch Baden sowie Kanu- und Schifffahren auf dem Wasser etc. Bei intensiver Erholungs- und Freizeitnutzung können Konflikte mit dem Naturschutz entstehen.



Freizeit am Wasser (Foto: creato)

Die Aarelandschaft ist ein beliebtes und attraktives Naherholungsgebiet, das von der Bevölkerung stark frequentiert wird. Der Naturraum ist unterschiedlichsten menschlichen Aktivitäten ausgesetzt, und eine naturverträgliche Erholungs- und Freizeitnutzung drängt sich 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. Ziel war es, die Erholungsnutzung auf bestimmte Gebiete zu konzentrieren und die für die Natur wertvollen Gewässerabschnitte vom Erholungsdruck zu entlasten. Dazu wurde das Freizeitverhalten an der Aare untersucht und Gebiete ausgeschieden, in denen eine intensive Freizeitnutzung möglich ist. Folgende «Interessengebiete Freizeit und Erholung» im Kanton Solothurn und «Freiflächen für Erholung und Sport» im Kanton Bern wurden festgelegt:

- Solothurn: Städtisches Freibad inkl. Muttenhof
- Altreu: Bereich beim Restaurant «Zum Grüene Aff» inkl. Badebucht Sängli
- Grenchen: Bereich Aarbrügg
- Grenchen: Staad
- Leuzigen: Rohrboden
- Leuzigen: Vis-à-vis Altreu
- Arch: Östlich der Aarbrügg
- Rüti: Oberhalb Rütibachmündung
- Rüti: Au-Stücki, Faracher

Damit eine naturverträglichen Erholungsnutzung möglich ist, sind in erster Linie Verständnis für die Natur, Rücksichtnahme und der Verzicht auf vermeindliche Gewohnheitsrechte nötig. Mit Informationstafeln und Flugblätter werden die Besucher auf die Anliegen der Natur und auf Nutzungseinschränkungen aufmerksam gemacht. Nicht alle Besucher nehmen – aus Unkenntnis, Bequemlichkeit oder bösem Willen – die geforderte Rücksicht auf die Natur. Darum sind leider auch Verbote und Kontrollen nötig.



*Nicht überall ist der Mensch gern gesehen (Foto: creato)*

Im Jahr 1994 hat der Kanton die Witi Landwirtschafts- und Schutzzone in der Aareebene zwischen Solothurn und Grenchen ausgeschieden. Die Witi mit Auenwäldern, Schilfflächen, periodisch vernässten Äckern, kleinen Inseln und Altwasser entlang der Aare ist eine einmalige Landschaft. Das Gebiet ist von nationaler Bedeutung, weil hier die Bedingungen für Wildtiere und für bodenbrütende Vögel noch intakt sind. Die Witi gilt zudem als international bedeutender Rastplatz für Watvögel.

Die Witi Landwirtschafts- und Schutzzone will eine unverbaute Landschaft erhalten, Platz für Erholungsuchende gewähren, eine naturnahe Landwirtschaft ermöglichen und Lebensraum für eine vielfältige Tier- und Pflanzenwelt sichern.



*Hides (Verstecke) ermöglichen das Beobachten ohne die Tiere übermässig zu stören (Foto: creato)*

### Baden in der Aare

Das kantonale Labor des Gesundheitsamtes überprüft während der Badesaison an ausgewählten Stellen die hygienische Qualität des Aarewassers und des Wassers des Burgäschisees. Dabei wird das mengenmässige Auftreten der Bakterien *Escherichia coli* und *Salmonella* untersucht. Diese gelten in den Badegewässern als Indikatoren für das Vorkommen von krankheits-erregenden Keimen. In der Sommersaison wird die Öffentlichkeit regelmässig über die Badewasserqualität informiert.

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Altreu (Sandbank)	●	●●●●	●●●●●●	●●●●●●	●●●●●●	●	●●●●
Solothurn (Badi)	●	●●●●	●●●●●●	●●●●●●	●●●●●●	●	●●●●
Zuchwil (Emmemündung)	●	●●●●	●●●●●●	●●●●●●	●●●●●●	○	●●●●
Wolfwil (Fährstation)	●	●●●●	●●●●●●	●●●●●●	●●●●●●	○	○
Luterbach (Golf)	○	○	○	●●●●●●	●●●●●●	●	○
Winznau	○	○	○	●●●●●●	●●●●●●	○	○
Olten (Badi)	●	●●●●	●●●●●●	●●●●●●	●●●●●●	●	●●●●
Schönenwerd (Badi)	●	●●●●	●●●●●●	●●●●●●	●●●●●●	●	●●●●
Burgäschisee (Badi)	●	●●●●	●●●●●●	●●●●●●	●●●●●●	●	●●●●

● Qualitätsklasse A      ● Qualitätsklasse C      ○ keine Messung  
 ● Qualitätsklasse B      ● Qualitätsklasse D

**Badewasserqualität in der Aare 2001 - 2007.** Qualitätsklassen: A und B = kann ohne Bedenken zum Baden benutzt werden, C = gründliches Duschen nach dem Baden ist empfohlen, D = Baden kann mit gesundheitlichen Risiken verbunden sein. Die Anzahl Punkte entspricht der jährlichen Anzahl Messungen.



Spielen am Wasser (Foto: creato)

Aufgrund der vorliegenden Daten kann festgestellt werden, dass die Badewasserqualität der Aare im westlichen Teil des Kantons besser ist als weiter flussabwärts. Dies ist darauf zurückzuführen, dass vor allem die Zuflüsse aus der Emme und der Dünnern die Aare zusätzlich belasten. Der Burgäschisee wies in all den Untersuchungsjahren während der Badesaison immer eine einwandfreie Badewasserqualität auf.

# A BEURTEILUNGSKRITERIEN FÜR OBERFLÄCHENGEWÄSSER UND GRUNDWASSER

## Beurteilungskriterien für Oberflächengewässer

Parameter	Anforderungen 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 Trinkwasserversorgung 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)	0.03 µg/l Hg (gesamt) <sup>1)</sup> 0.01 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, Antifouling 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.

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

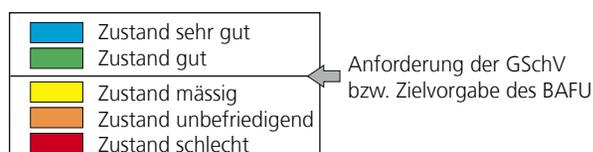
## Ergänzende Zielvorgaben für Fließgewässer des Bundesamtes für Umwelt

Parameter	Ergänzende Anforderungen
Ortho-Phosphat (PO <sub>4</sub> )	0.04 mg/l P
Gesamtphosphor (P <sub>tot</sub> )	0.05 mg/l P (filtriert) 0.07 mg/l P (unfiltriert)
Nitrit (NO <sub>2</sub> )	0.05 mg/l N
Total organische Kohlenstoffe (TOC)	3.0 bis 5.0 mg/l C Bei natürlicherweise wenig belasteten Gewässern gilt der kleinere Wert

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

## Qualitätsstufen

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



Mit den numerischen Anforderungen und den Qualitätsstufengrenzen verglichen werden die 90. Perzentile der 2-jährigen Messreihen. Eine Ausnahme bilden die Schwermetalle und Pestizide. Für sie sind die Maximalwerte der 2-jährigen Messreihen massgebend, weil zuwenig Messungen für eine zuverlässige Berechnung der 90. Perzentile zur Verfügung stehen.

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

In der vorhergehenden Berichtsperiode kam das 80. Perzentil, in dieser das 90. Perzentil zur Verwendung, weil das Modul-Stufen-Konzept das heute so vorsieht. Dies ergibt höhere Werte, dadurch werden die Gewässer strenger bewertet.

**Biochemischer Sauerstoffbedarf BSB<sub>5</sub>**

Zustand sehr gut	< 1.5 mg/l O <sub>2</sub>	
Zustand gut	1.5 < 3.0 mg/l O <sub>2</sub>	← Anforderung der GSchV
Zustand mässig	3.0 < 4.5 mg/l O <sub>2</sub>	
Zustand unbefriedigend	4.5 < 6.0 mg/l O <sub>2</sub>	
Zustand schlecht	≥ 6.0 mg/l O <sub>2</sub>	

**Gelöster organischer Kohlenstoff DOC**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Zustand sehr gut	< 0.025 mg/l P	
Zustand gut	0.025 < 0.05 mg/l P	← Zielvorgabe des BAFU
Zustand mässig	0.05 < 0.075 mg/l P	
Zustand unbefriedigend	0.075 < 0.1 mg/l P	
Zustand schlecht	≥ 0.1 mg/l P	

## Beurteilungskriterien für Grundwasser

Parameter	Anforderungen
Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)	2 mg/l C
Ammonium (Summe von NH <sub>4</sub> und NH <sub>3</sub> )	Bei oxidischen 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 <sub>3</sub> )	25 mg/l (entspricht 5.6 mg/l N)
Sulfat (SO <sub>4</sub> )	40 mg/l SO <sub>4</sub>
Chlorid (Cl)	40 mg/l Cl
Aliphatische Kohlenwasserstoffe	0.001 mg/l je Einzelstoff
Monozyklische aromatische Kohlenwasserstoffe	0.001 mg/l je Einzelstoff
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	0.1 µg/l je Einzelstoff
Flüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (FHKW)	0.001 mg/l je Einzelstoff
Adsorbierbare organische Halogenverbindungen (AOX)	0.01 mg/l X
Organische Pestizide (Pflanzenbehandlungsmittel, Holzschutzmittel, Antifoulings usw.)	0.1 µg/l je Einzelstoff. Vorbehalten bleiben andere Werte aufgrund von Einzelstoffbeurteilungen im Rahmen des Zulassungsverfahrens

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

## Indikatorwerte für Grundwasser des Bundesamtes für Umwelt

Parameter	Indikatorwerte
Blei gelöst (Pb)	0.001 mg/l Pb
Cadmium gelöst (Cd)	0.05 µg/l Cd
Chrom gelöst (Cr)	0.002 mg/l Cr
Kupfer gelöst (Cu)	0.002 mg/l Cu
Nickel gelöst (Ni)	0.005 mg/l Ni
Quecksilber gelöst (Hg)	0.001 µg/l Hg
Zink gelöst (Zn)	0.005 mg/l Zn
Arsen (As)	0.005 mg/l As
Bor (B)	höchstens 0.05 mg/l mehr als im naturnahen Zustand
MTBE	0.2 µg/l
Nitrit (NO <sub>2</sub> )	höchstens 0.05 mg/l mehr als im naturnahen Zustand

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

## **B** GLOSSAR

**Aerobe Organismen** Lebewesen, die zum Leben auf Sauerstoff angewiesen sind. →Anerobe Organismen

**Abflussregime** Der charakteristische mittlere jahreszeitliche Verlauf des Abflusses eines Fließgewässers.

**Ammonium NH<sub>4</sub>** Kommunale Abwässer und landwirtschaftliche Dünger, namentlich Gülle und Kunstdünger, enthalten Ammonium. Bei hohen pH-Werten und erhöhten Temperaturen in Gewässern kann sich das Ammonium zum fischtoxischen Ammoniak umwandeln. Die Anforderungen der Gewässerschutzverordnung für Ammonium-Stickstoff sind darum temperaturabhängig: 0.2 mg/l N bei über 10 °C und 0.4 mg/l N bei unter 10 °C Wassertemperatur.

**Anerobe Organismen** Lebewesen, die zum Leben keinen Sauerstoff benötigen oder sogar durch Sauerstoff lebensbedrohlich beeinflusst werden. →Aerobe Organismen

**AOX** Adsorbierbare organisch gebundene Halogene. Das sind organische Fluor-, Chlor-, Brom- und Jodverbindungen. Da die chlorhaltigen Verbindungen in der Regel deutlich überwiegen, wird als Einheit für AOX «mg/l Cl» verwendet.

**Aquifer** →Grundwasserleiter

**Atrazin** Pflanzenschutzmittel zur Bekämpfung von Unkräutern und Ungräsern in Maiskulturen. →Herbizid

**Aufwuchsalgen** Algen, die auf Oberflächen (Schlamm, Sand, Steinen, Pflanzen oder Tieren) wachsen.

**Ausdolung** Die Freilegung und naturnahe Neugestaltung von unterirdisch verlaufenden, künstlich gefassten Bächen.

**BAFU** Das Bundesamt für Umwelt ist die Umweltfachstelle der Schweizer Eidgenossenschaft und gehört zum Eidg. Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

**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.

**Blei (Pb)** Blei und seine Verbindungen gehören zu den starken Umweltgiften. Blei kann bei sehr hohen Belastungen das Nervensystem und die Blutbildung beeinträchtigen. →Schwermetall

**BUWAL** Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (heute →BAFU)

**Cadmium (Cd)** Cadmium und seine Verbindungen sind hochgiftig und zählen zu den Kumulationsgiften. Es reichert sich über die Nahrungskette in aquatischen Organismen und beim Verzehr von Fisch auch im Mensch an. →Schwermetall

**Chrom (Cr)** Metallisches Chrom und Chrom(III)-Verbindungen sind gewöhnlich nicht gesundheitsschädigend. Oral aufgenommene Cr(VI)-Verbindungen sind mutagen (erbgutverändernd) und werden als krebserzeugend angesehen. →Schwermetall

**Cypriniden** Karpfenartigen Fische. Zu ihnen gehören u. a. Barbe, Brasse, Gründling, Karausche, Karpfen, Nase, Rotauge, Rotfeder und Schleie.

**Denitrifikation** Der Abbau von Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) zu Stickstoff ( $\text{N}_2$ ) in natürlichen Gewässern und in der biologischen Abwasserreinigung durch Mikroorganismen (z. B. *Pseudomonas denitrificans*). →Nitrifikation

**Desethyl-Atrazin** Abbauprodukt von Atrazin. Die Gefahr, dass Desethyl-Atrazin ins Grundwasser gelangt, ist aufgrund seiner im Vergleich zu Atrazin grösseren Mobilität erhöht. →Herbizid

**DOC** Dissolved Organic Carbon. →Gelöster organischer Kohlenstoff

**EAWAG** Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz, das Wasserforschungs-Institut des ETH-Bereichs.

**EDTA** Ethylendiamintetraessigsäure bzw. Ethylendiamintetraacetat ist einer der am häufigsten verwendeten Komplexbildner in Waschmitteln (Ent Härter) und in der Papierindustrie.

**Einwohnergleichwert (EW)** Vergleichswert von gewerblichen oder industriellen Abwasser mit häuslichen Abwasser hinsichtlich des täglichen Anfalls von Abwasser oder Abwasserinhaltsstoffen.  $\text{EW}_{\text{BSB}_5}$  ist der Einwohnergleichwert für einen fünftägigen biochemischen Sauerstoffbedarf des Schmutzabwassers von 60 g  $\text{O}_2$  pro Einwohner und Tag.

**Einzugsgebiet** Ein hydrologisches Einzugsgebiet eines Gewässers ist jenes Gebiet, aus dem alle Niederschläge und die daraus entstehenden Abflüsse dem Gewässer zufließen.

**eutroph** Nährstoffreicher Zustand eines Gewässers. →Trophie

**Exfiltration** Austritt von Grundwasser in ein Gewässer. →Infiltration

**FCKW** →Fluorchlorkohlenwasserstoff

**FHKW** →Flüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe

**Flüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (FHKW)** Zu den flüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffen gehören z.B. Dichlormethan (Methylenchlorid), Chloroform, 1.1.1-Trichlorethan, Tetrachlorkohlenstoff, Trichlorethylen, Dibromchlormethan und Tetrachlorethylen (Per). Die Anforderung der Gewässerschutzverordnung für Grundwasser beträgt 1 µg/l je Einzelstoff.

**Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW)** FCKWs sind künstlich hergestellte Gase oder Flüssigkeiten. In der Natur entstehen sie nicht. Sie sind billig herzustellen, stabil und nicht brennbar. Sie wurden als Kälte-, Treib- und Schäumittel eingesetzt. Weil sie die Ozonschicht angreifen, verbietet die Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV) die Herstellung, das Inverkehrbringen, die Einfuhr zu privaten Zwecken und die Ausfuhr von FCKWs.

**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 3 mg/l C festgelegt (ausser Aare, Dünnern und Birs, bei denen die Zielvorgabe 2 mg/l C beträgt).

**geogen** Von den natürlichen erdgeschichtlichen Bedingungen oder von der Gesteinszusammensetzung verursacht.

**GEP** Die Generelle Entwässerungsplanung legt für das Gebiet einer Gemeinde fest, nach welchem Entwässerungssystem (Misch- oder Trennsystem) die Abwasserentsorgung zu erfolgen hat. Zweck des GEP ist die Sicherstellung eines koordinierten Ausbaus der öffentlichen Kanalisation und insbesondere deren Werterhaltung durch einen zweckmässigen Betrieb und Unterhalt oder Sanierung der Abwasseranlagen, welche dem Gewässerschutz Rechnung tragen.

**Gesamtposphor ( $P_{tot}$ )** Phosphor ist ein 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 BAFU (Modul Chemie) für Phosphor beträgt 0.05 mg/l filtriert und 0.07 mg/l unfiltriert.

**Geschiebe** Als Geschiebe bezeichnet man Gesteinsmaterial und Geröll, welches von einem Fließgewässer an seinem Grund transportiert wird.

**Geschiebetrieb** Geschiebetrieb ist die Geschiebemenge, die in der Zeiteinheit je Meter Breite des Wasserlaufes befördert wird.

**Gewässeraufwertung** Beseitigung von bestehenden, harten Verbauungen – wie Betonmauern, Sohlen- oder Uferpflasterungen – und die anschließende naturnahe Gestaltung eines Fließgewässers.

**Grundwasserleiter** Ein Grundwasserleiter (Aquifer) ist grundsätzlich ein Gesteinskörper, der in der Lage ist, Grundwasser zu leiten. Zu unterscheiden sind Poren-, Kluft- und Karstgrundwasserleiter.

**GSchV** Die Gewässerschutzverordnung des Bundes. Sie soll ober- und unterirdische Gewässer vor nachteiligen Einwirkungen schützen und deren nachhaltige Nutzung ermöglichen.

**GWP** Ein Generelles Wasserversorgungsprojekt legt die notwendigen Anlagen fest, um die Versorgung des heutigen und zukünftigen Siedlungsgebietes mit Trink-, Brauch- und Löschwasser zu gewährleisten.

**Herbizid** Herbizide sind Unkrautbekämpfungsmittel, die in der Landwirtschaft als Pflanzenschutzmittel für unterschiedliche Anwendungen eingesetzt werden. Die in der Schweiz zugelassenen Pflanzenschutzmittel und ihre Anwendung sind im Pflanzenschutzmittelverzeichnis ([www.psa.blw.admin.ch](http://www.psa.blw.admin.ch)) aufgelistet. Bei Niederschlägen können Herbizide 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.

**Hydrologie** Die Hydrologie ist die Wissenschaft vom Wasser, seiner räumlichen und zeitlichen Verteilung in der Erdatmosphäre, auf und unter der Erdoberfläche, sowie den damit zusammenhängenden biologischen, chemischen und physikalischen Eigenschaften und Wirkungen des Wassers. Sie widmet sich den Zusammenhängen und Wechselwirkungen der unterschiedlichen Erscheinungsformen des Wassers, seinem Kreislauf, seiner Verteilung auf der Landoberfläche und deren Veränderungen durch anthropogene Beeinflussung (Wikipedia).

**hypertroph** Sehr nährstoffreicher Zustand eines Gewässers. →Trophie

**Infiltration** Eindringen von Wasser durch die Erdoberfläche – normalerweise durch das Gewässerbett – in den Grundwasserleiter. →Exfiltration

**Isoproturon** Pflanzenschutzmittel zur Bekämpfung von Ungräsern in Getreidekulturen. →Herbizid

**Karstgrundwasserleiter** Grundwasserleiter aus Karstgestein, z.B. Kalkgestein mit Lösungshohlräumen.

**Karstgebiet** Der Begriff Karst, (serbokroatisch: steiniger Boden), wurde von dem gleichnamigen Gebirge an der slowenischen Adria auf die Gesamtheit der durch Korrosion an löslichen Gesteinen hervorgebrachten Formen (Karstformen) übertragen. Zur Verkarstung neigende Gesteine sind Carbonatgesteine (besonders Kalkstein) und Salzgesteine. Das Karstgebiet bezeichnet also ein geographisches Gebiet, in dem die genannten Gesteinsarten besonders häufig vorkommen.

**Kluftgrundwasserleiter** Kluftgrundwasserleiter sind aus Festgestein, z.B. klüftiger Sandstein.

**Kolmation** Die Abdichtung der Gewässersohle durch die Ablagerung von Sink- und Schwebstoffen auf die Sohle und das Eindringen in die Porenräume der Sohle.

**Kupfer (Cu)** Kupfer ist für Menschen, Tiere und auch für zahlreiche Pflanzen ein essentielles (=notwendiges) Spurenelement. In ionisierter, nicht an Proteine gebundener Form wirkt Kupfer antibakteriell. In hohen Konzentrationen kann Kupfer toxisch sein. Schwermetall

**Melioration** Planerische und rechtliche Massnahmen in Landwirtschaftsgebieten zur Verbesserung der Bewirtschaftungsverhältnisse (Güterzusammenlegungen, Landumlegungen, Grenzbereinigungen), Massnahmen zur Erschliessung (Wegebau, Wasserversorgung usw.), zur Verbesserung des Wasserhaushaltes (Be- und Entwässerungen) und zur Hangsicherung (Rutschverbauungen usw.)

**Makroinvertebraten** Unter Makroinvertebraten versteht man kleine wirbellose Tiere in Süßgewässern ab einer Größe von ca. 1 mm. Zu den Makroinvertebraten gehören Weichtiere (z. B. Schnecken), Insekten oder Krebstiere. Makrozoobenthos

**Makrozoobenthos** Als Benthos wird die Gesamtheit der im Benthos („Gewässerboden“) lebenden Organismen bezeichnet. Unter Makrozoobenthos werden hierbei die tierischen Organismen bis zu einer definierten Größe (mit dem Auge noch erkennbar) zusammengefasst.

**mesotroph** Wenig nährstoffreicher Zustand eines Gewässers. Trophie

**Modul-Stufen-Konzept** Das Modul I-Stufen-Konzept des BAFU und der EA-WAG sind standardisierte Methoden für die Untersuchung und Bewertung des Zustandes der Fließgewässer in der Schweiz.

**Morphologie** Sichtbare Struktur und Form eines Gewässers. Ökomorphologie

**MTBE** Methyl-tert-butylether, oder *tert*-Butylmethylether, ist eine der meist verwendeten organischen Substanzen. In der Schweiz werden jedes Jahr fast 100'000 Tonnen MTBE dem Benzin als Anti-Klopffmittel beigemischt. MTBE ist zwar kaum toxisch, entwickelt aber schon in geringsten Konzentrationen einen sehr unangenehmen Geschmack, wodurch das Grundwasser ungeniessbar wird.

**NADUF** Nationale Daueruntersuchung der schweizerischen Fliessgewässer. Mit der NADUF werden auf nationaler Ebene die Grundlagen zur Beurteilung des gegenwärtigen Zustandes der Fliessgewässer wie auch von mittel- und langfristigen Veränderungen geliefert.

**NAQUA** Nationales Netz zur Beobachtung der Grundwasserqualität. Das NAQUA besteht schweizweit aus rund 550 Messstellen, die in der Regel alle drei Monate beprobt werden.

**Neophyten** Als Neophyten bezeichnet man die nach 1500 in die Schweiz eingeführte Pflanzenarten. Verdrängen sie einheimische Pflanzen, dann werden sie invasive Neophyten genannt.

**Nitrat  $\text{NO}_3$**  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 Auswaschungen von überdüngten Böden. Für Fliessgewässer, die der Trinkwassernutzung dienen, liegt die numerische Zielvorgabe der Gewässerschutzverordnung bei 5.6 mg/l N.

**Nitrifikation** Die Umwandlung von Ammonium ( $\text{NH}_4$ ) und Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) in Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) in natürlichen Gewässern und in der biologischen Abwasserreinigung durch nitrifizierende Bakterien (*Nitrosomonas* und *Nitrobacter*). →Denitrifikation

**Nitrit ( $\text{NO}_2$ )** 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.

**Nickel (Ni)** Nickel und Nickelverbindungen wirken in hohen Konzentrationen toxisch. →Schwermetall

**NTA** Nitrilotriessigsäure (NTA) ist ein Komplexbildner. NTA wird zur Wasserenthärtung in Waschmitteln eingesetzt.

**Ökomorphologie** Unter der Ökomorphologie versteht man die sichtbare Struktur und Form eines Gewässers, seiner Gewässersohle und der Ufer hinsichtlich ökologischer Funktionen.

**Oligotroph** Nährstoffarmer Zustand eines Gewässers. →Trophie

**Ortho-Phosphat** →Phosphat

**Phosphat ( $\text{PO}_4$ )** Phosphat (Ortho-Phosphat) ist der biologisch leicht verfügbare Anteil des Gesamtphosphors. Es ist derjenige Nährstoff, welcher normalerweise das Algen- und Wasserpflanzenwachstum in Gewässern be-

stimmt. Eine Überdüngung durch Phosphat führt in stehenden Gewässern zu einem unerwünschten Wachstum von Planktonalgen und zu Massentfaltungen von Wasserpflanzen. Phosphat 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 BAFU (Modul Chemie) für Phosphat beträgt 0.04 mg/l P.

**PKD** Die Proliferative Nierenkrankheit (PKD) der Fische (engl. Proliferative Kidney Disease) ist eine Parasitose bei Fischen, die durch Bauchschwellung, Vergrößerung der Nieren, Dunkelverfärbung und ein Vortreten des Augapfels gekennzeichnet ist. In der Schweiz ist sie eine meldepflichtige Tierseuche.

**Porengrundwasserleiter** Porengrundwasserleiter bestehen aus Locker- oder Festgestein, dessen Porenraum von Grundwasser durchflossen wird.

**Raugrinne** Ein Raugrinne ist ein künstliches naturnahes und mit Störsteinen besetztes Gewässer, das dem Fischeaufstieg dient.

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

**REP** Ein Regionaler Entwässerungsplan (REP) legt für das Einzugsgebiet eines Gewässers den Handlungsbedarf und die Massnahmen im Bereich Entwässerung fest und berücksichtigt dabei alle wichtigen Belange des Gewässerschutzes. →GEP

**Restwasser** Restwasser ist jenes Wasser, das nach einer Wasserentnahme in einem Fluss oder Bach bleibt. Restwasser ist notwendig, um die vielfältigen Funktionen der Gewässer, wie zum Beispiel Lebensraum für Tiere und Pflanzen, Landschaftselement, Speisung von Grundwasser und Abbau von Schadstoffen zu erhalten.

**Retention** Unter Retention versteht man die ausgleichende Wirkung von Stauräumen (Rückhaltebecken, Mulden, wasserspeichernde Böden etc.) auf den Abfluss in Fließgewässern.

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

**Sauerstoffgehalt** 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 Was-

sers 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.

**Schwermetall** Schwermetalle sind Metalle mit einem hohen spezifischen Gewicht. Sie kommen natürlicherweise in den Gesteinen vor. Als natürliche Spurenelemente sind viele von ihnen für das Leben essentiell (Eisen, Kupfer, Zink, Chrom etc.). Ein Fehlen führt zu Mangelerscheinungen. 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.

**SFV** Schweizerischer Fischereiverband. Der im Jahre 1883 gegründete Verband vereinigt 406 Vereine aus 22 Kantonen sowie 3 gesamtschweizerische Berufs- und Fachorganisationen mit mehr als 36'000 Mitgliedern.

**Simazin** Pflanzenschutzmittel zur Bekämpfung von Unkräutern und Ungräsern im Ertragsgartenbau, im Rebbau und im Obstbau. →Herbizid

**Spurenverunreinigung** Verunreinigung des Wassers durch Chemikalien in kleinen Konzentrationen.

**MeteoSchiweiz** Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie. Der nationale Wetterdienst der Schweiz. Früher die Schweizerische Meteorologische Anstalt (SMA).

**Terbutylazin** Pflanzenschutzmittel zur Bekämpfung von Unkräutern und Ungräsern in Mais und anderen landwirtschaftlichen Kulturen. →Herbizid

**Trophie** Als Trophie wird der durch Nährstoffelemente (Phosphor, Stickstoff, Kohlenstoff, Schwefel) bedingte Zustand von Stillgewässern bezeichnet.

**Tiefenwasserableitung (TWA)** Bei der Tiefenwasserableitung wird aus den untersten Schichten eines Sees das übermässig nährstoffbelastete Tiefenwasser aktiv abgeleitet.

**Vorfluter** Ein Vorfluter ist ein Gewässer, in das Wasser (Abwasser, Drainagewasser etc.) eingeleitet wird.

**Wasserwirbellose** →Makroinvertebraten

**WSL** Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft. Ein Institut des ETH-Bereichs.

**Zink (Zn)** Zink und Zinkverbindungen wirken in hohen Konzentrationen toxisch. →Schwermetall

## **Herausgeber, Bezugsquelle**

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

## **Redaktion**

*Projektleitung  
Martin Würsten, Dr. Chantal Schmitt, Amt für Umwelt  
Rafael Steinmann, HOAG TEAM AG*

*Datenauswertung, Bilder, Grafiken, Texte und Layout  
Beat Mattmann, creato Ennetbaden*

*Mit Beiträgen von  
Martin Würsten, Amt für Umwelt  
Stefan Gester, Fachstelle Jagd und Fischerei  
Rafael Steinmann, Gabriel Zenklusen, HOAG TEAM AG*

## **Copyright by**

*Amt für Umwelt Kanton Solothurn, Dezember 2008*



**MIX**  
Produktgruppe aus vorbildlicher  
Waldwirtschaft und anderen  
kontrollierten Herkünften

