



## Zustand Solothurner Gewässer

### **Herausgeber, Bezugsquelle**

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

### **Projektleitung**

Dr. Thilo Arlt, Rosmarie Zimmermann  
Amt für Umwelt

### **Beiträge**

Abteilung Wasser und Wasserbau, Amt für Umwelt  
Markus Zeh, AWA, Kanton Bern  
Gabriel van der Veer, AWJF, Kanton Solothurn

### **Fotos**

Amt für Umwelt (AfU)  
David Gerke (Äsche)

### **Redaktion**

Felix Frank, Redaktion & Produktion, Bern

### **Copyright by**

Amt für Umwelt Kanton Solothurn, Januar 2015





# **Zustand Solothurner Gewässer**

# Inhalt

|    |   |
|----|---|
| 2  | <b>Zur Sache</b>  |
| 5  | <b>1 Gewässernetz</b><br>Bei Fliessgewässern interessieren normalerweise vor allem die Abflusswerte. Von grosser Bedeutung sind aber auch die Wassertemperatur und die Wasserqualität. Sie beeinflussen alle Stoffwechselforgänge sowie die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften in Bächen, Flüssen und Seen.                                       |
| 13 | <b>2 Qualität der Oberflächengewässer</b><br>Trotz beträchtlicher Fortschritte sind die Ziele des Gewässerschutzes noch längst nicht überall erreicht. Der grösste Handlungsbedarf besteht bei der übermässigen Belastung der Fliessgewässer und Kleinseen mit unerwünschten Nährstoffen, Schwermetallen und Mikroverunreinigungen wie z.B. Pestiziden. |
| 29 | <b>3 Biologischer Gewässerzustand</b><br>Biologische Parameter ergänzen die chemischen Untersuchungen und geben Auskunft über den langfristigen Zustand eines Gewässers und über dessen Gewässerökologie.   |
| 34 | <b>Fische und Fischerei</b><br>Durch die Klimaerwärmung erhöhen sich die Wassertemperaturen in Fliessgewässern, und dadurch verändern sich auch die Fischbestände.  |
| 37 | <b>Zustand Burgäschisee</b><br>Der Burgäschisee ist ein kleiner, bis zu 31 Meter tiefer See in der Nähe von Herzogenbuchsee auf der Kantonsgrenze Solothurn-Bern. Etwa zwei Drittel der Seefläche gehören zum Kanton Solothurn.   |
| 39 | <b>Zustand Inkwilersee</b><br>Wie der Burgäschisee liegt auch der Inkwilersee in der Nähe von Herzogenbuchsee und zum Teil auf Solothurner Boden. Er ist etwa 500 Meter lang, 300 Meter breit und maximal knapp 5 Meter tief.   |
| 43 | <b>4 Grundwasservorkommen</b><br>Der Kanton Solothurn ist reich an Grundwasser. Die verfügbaren Grundwasservorräte sind gross und haben sich quantitativ betrachtet kaum verändert.   |
| 49 | <b>5 Grundwasserqualität</b><br>Das Grundwasser ist grundsätzlich von guter bis sehr guter Qualität. In Ballungsräumen und in landwirtschaftlich intensiv genutzten Gebieten gelangen aber auch unerwünschte Stoffe ins Grundwasser.  |
| 61 | <b>6 Siedlungsentwässerung</b><br>Allein die im Kanton Solothurn vorhandenen Kanalisationen haben einen Wert von rund 2 Milliarden Franken. Ihr Werterhalt ist zu sichern, aber zudem muss auch dafür gesorgt werden, dass die vorhandenen Anlagen nicht übermässig mit unverschmutztem Wasser (Niederschlags- und Fremdwasser) belastet werden.        |
| 66 | <b>Erhalt der vorhandenen Anlagen</b><br>Im Jahr 2002 führte der Kanton Solothurn eine «Spezialfinanzierung Werterhalt» für die Siedlungsentwässerung (Abwasserableitung) und für die kommunale Abwasserreinigung ein. Der Kanton verpflichtet damit die Gemeinden, finanzielle Rücklagen für den Erhalt dieser Anlagen zu bilden.                      |
| 71 | <b>7 Industrielle und gewerbliche Abwasservorbehandlung</b><br>Im Kanton Solothurn gibt es rund 3000 industrielle und gewerbliche Betriebe. So vielfältig wie die Betriebsstrukturen sind auch die dort anfallenden Abwässer, die vor der Einleitung in die Kanalisation zum Teil vorbehandelt werden müssen.   |
| 75 | <b>8 Abwasserreinigung</b><br>Über die Kanalisation gelangt verschmutztes Wasser in eine Abwasserreinigungsanlage. Dort wird es in einem mehrstufigen Prozess gereinigt und anschliessend in ein Gewässer eingeleitet. Die Reinigungsleistung ist ein wichtiger Faktor für die Wasserqualität der Bäche und Flüsse.                                     |
| 80 | <b>Einzelprojekte</b>   |
| 85 | <b>Anhang</b>   |

---

## Zur Sache

*Dieser Bericht informiert über den Zustand der Fliessgewässer, der Kleinseen und des Grundwassers im Kanton Solothurn. Er zeigt auf, welche Ziele mit den bisherigen Gewässerschutzmassnahmen erreicht worden sind. Weiter weist der Bericht darauf hin, welche menschlichen Tätigkeiten die ober- und unterirdischen Wasservorkommen nach wie vor – oder sogar in immer stärkerem Ausmass – gefährden. Schliesslich wird erläutert, welche Massnahmen ergriffen werden müssen, damit der grundsätzlich gute Zustand der Solothurner Gewässer erhalten bzw. dort, wo das nicht der Fall ist, verbessert werden kann.*

*Fliessgewässer werden auch zur Stromproduktion genutzt. Darauf wird hier nicht eingegangen. Auch der Wasserbau ist nicht Gegenstand dieses Berichts.*

### **Nutzung der Gewässer**

Die Grundwasservorkommen sind die Basis für eine sichere Trinkwassergewinnung, zudem werden sie zunehmend auch zu Heiz- und Kühlzwecken genutzt. Fliessgewässer nehmen gereinigtes Abwasser und gesammeltes Niederschlagswasser aus dem Siedlungsgebiet, von Strassen und von Landwirtschaftsflächen auf. Fliessgewässer (und Kleinseen) dienen aber auch als Naherholungsräume und sind damit ein wichtiger Faktor für die Standortattraktivität.

### **Belastung der Gewässer**

Die verschiedenen Nutzungen der ober- und unterirdischen Wasservorkommen und die Einleitung von Fremdstoffen aus punktuellen und diffusen Quellen beeinträchtigen die Wasserqualität. Bautätigkeiten, die Versiegelung der Landschaft und die Nutzung der Gewässer zu Heiz- und Kühlzwecken verändern die natürlichen Temperaturverhältnisse. Auch die Einleitung von gereinigtem Abwasser beeinflusst die Eigenschaften von Fliessgewässern.

### **Massnahmenplanung**

Der Schutz der Gewässer ist auf eidgenössischer und kantonaler Ebene in verschiedenen Gesetzen geregelt. Diese sollen dafür sorgen, dass die Gewässer trotz vielfältiger Nutzungen ihre natürlichen Funktionen erfüllen können. Das Amt für Umwelt (AfU) hat die Aufgabe, die vielfältigen Nutzungs- und Schutzansprüche aufeinander und auf bestehende eidgenössische und kantonale Gesetze abzustimmen. Die entsprechenden Massnahmen wurden im Sachplan Siedlungsentwässerung (VOKOS) definiert.

### **Umweltbeobachtung**

Zur Überprüfung des Gewässerzustandes, für die Planung von Sanierungen und zur Kontrolle der Wirksamkeit umgesetzter Massnahmen ist eine gezielte Umweltbeobachtung erforderlich. Untersuchungen an repräsentativen Messstellen bilden die Basis der Gewässerüberwachung im Kanton Solothurn. Neben der Messung chemischer und physikalischer Kenngrössen verlangt eine ganzheitliche Bewertung der Oberflächengewässer zusätzlich Kenntnisse über den biologischen Zustand, die Ökomorphologie sowie die Abflussverhältnisse. Beim Grundwasser sind neben chemischen und physikalischen Grössen auch die Grundwasserstände zu erfassen.

*VOKOS – Sachplan Siedlungsentwässerung – Prioritäre Massnahmen für einen nachhaltigen Gewässerschutz (2010). Im Sachplan Siedlungsentwässerung zeigen die Kantone Bern und Solothurn gemeinsam auf, welche Ziele sie als Aufsichts- und Beratungsbehörde verfolgen, welche Stossrichtungen sie einschlagen und welche konkreten Massnahmen umzusetzen sind.*

### Stand heute

Der erste Bericht zum Zustand der Solothurner Gewässer erschien im Jahr 2000, der zweite im Jahr 2008. Jetzt, sechs Jahre später, werden in diesem dritten Zustandsbericht neben der Wasserqualität auch die Siedlungsentwässerung und die Abwasserreinigung thematisiert. Die Gewässerqualität hat sich gegenüber der Vorperiode in vielen Bereichen weiter verbessert. Deshalb ist auch das Trinkwasser, das im Kanton Solothurn fast ausschliesslich aus dem Grundwasser stammt, generell von guter bis sehr guter Qualität. Anerkennung verdienen an dieser Stelle die Gemeinden, die Bevölkerung und die Wirtschaft des Kantons Solothurn für den grossen Einsatz beim Gewässerschutz und für den Willen, die Gewässerqualität zu erhalten und wo nötig zu verbessern.

### Ausblick

Der Gewässerschutz ist bei weitem nicht abgeschlossen. Angesichts der zunehmenden Siedlungsdichte, der Vielzahl der in Industrie, Gewerbe und Haushaltungen verwendeten Stoffe und der intensiven Nutzung der Böden stellt der Schutz der ober- und unterirdischen Gewässer auch in Zukunft eine anspruchsvolle Aufgabe dar. Zudem stellt die jüngste Revision des Bundesgesetzes über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG) samt der dazugehörigen Verordnung (Gewässerschutzverordnung, GSchV) ganz neue Herausforderungen. So muss der Kanton dem Bund eine Planung vorlegen, die aufzeigt, welche Gewässer in den nächsten zwanzig Jahren prioritär zu revitalisieren sind. Weiter ist bis Ende 2018 der Gewässerraum festzulegen, der in Zukunft nur noch in Ausnahmefällen bebaut und der bloss extensiv gestaltet und bewirtschaftet werden darf. Beide Planungen sind gegenwärtig in Arbeit und werden fristgerecht beim Bund zur Prüfung eingereicht. Eine weitere Änderung im GSchG bzw. in der GSchV regelt die Entfernung von Mikroverunreinigungen in ausgewählten kommunalen Abwasserreinigungsanlagen. Das wird zusätzliche Massnahmen erfordern.

Für die Fachleute auf Stufe Gemeinden und Kanton gibt es somit weiterhin bedeutende Aufgaben, die zu bewältigen sind. Das kann ihnen nur gelingen, wenn sie auch weiterhin auf die volle Unterstützung der Gesellschaft und der Wirtschaft zählen können.

Für das Amt für Umwelt (AfU) des Kantons Solothurn

Martin Würsten  
Chef Amt für Umwelt



**Ein kantonaler Bericht zum Zustand der Fliessgewässer, Kleinseen und des Grundwassers ist erstmals im Jahr 2000 und ein zweites Mal im Jahr 2008 (Bild) erschienen.**



Die Abflusswerte des Ibachs in Zullwil werden fortlaufend erfasst und im Internet publiziert: [www.afu.so.ch/wasserdaten](http://www.afu.so.ch/wasserdaten)



## Abstiegs punkt

### Wasser-Messstation

Unser Ziel für die Zukunft  
genügend und sauberes Trinkwasser

KANTON

Solothurn

Agency for Environment

Auskunft erteilt Ihnen 032 627 24 47

# 1 Gewässernetz

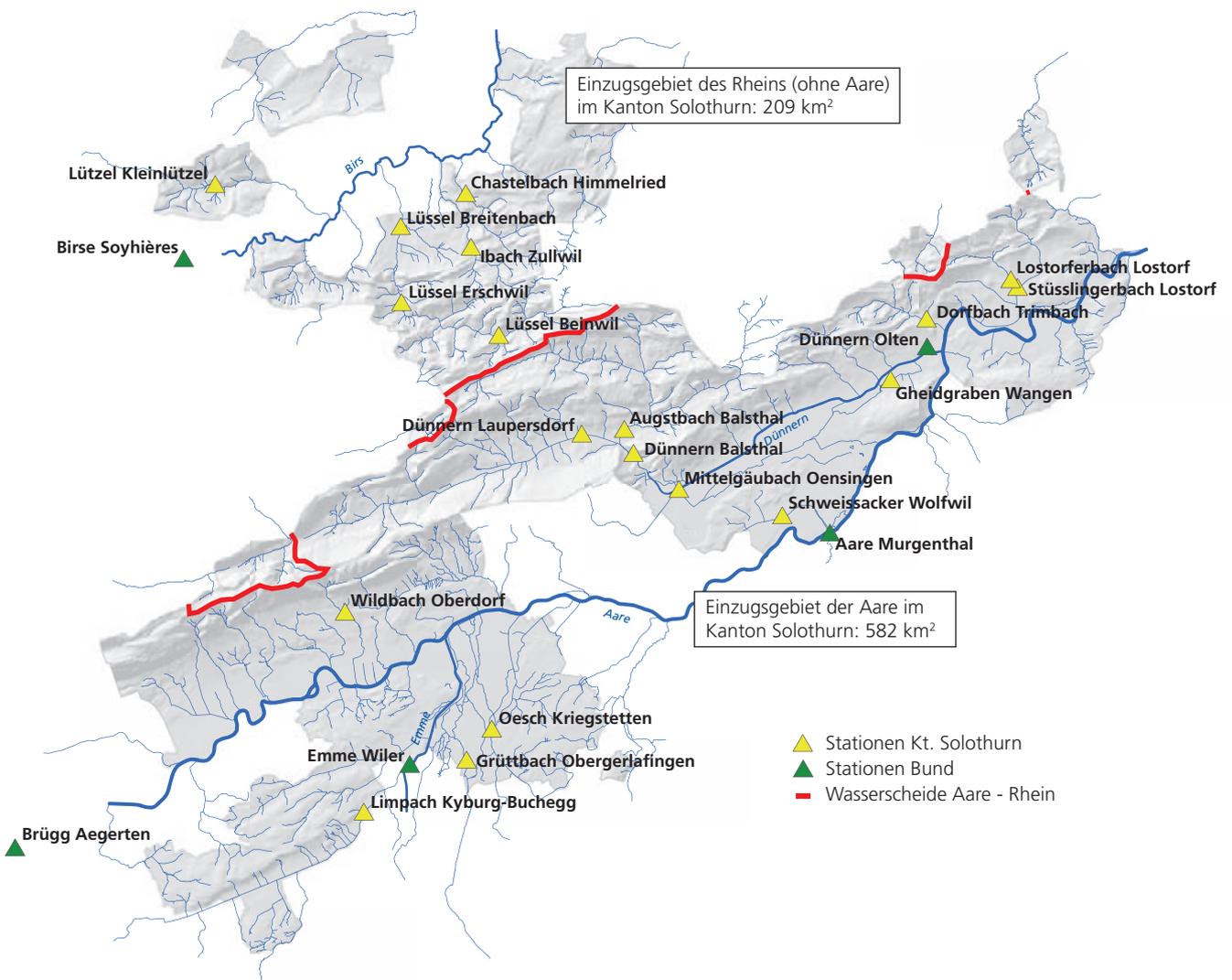
Bei Fließgewässern interessieren normalerweise vor allem die Abflusswerte. Von grosser Bedeutung sind aber auch die Wassertemperatur und die Wasserqualität. Sie beeinflussen alle Stoffwechselvorgänge sowie die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften in Bächen, Flüssen und Seen.

Das dominierende Element im Gewässernetz des Kantons Solothurn ist die Aare. Sie ist das grösste Fließgewässer und entwässert rund drei Viertel der Kantonsfläche. Einen wichtigen Einfluss auf die Wassermenge in der Aare hat das Regulierwehr Port, das am Ausgang des Bielersees auf Berner Boden steht. Die Steuerung dieser Anlage dämpft allfällige Hochwasserspitzen und verhindert, dass zu viel Aarewasser in den Kanton Solothurn hineinströmt.

Anders ist die Situation bei der Emme, dem wichtigsten Nebenfluss der Aare auf solothurnischem Gebiet. Bei der Emme können die Abflusswerte bei einem extremen Hochwasser bis zu 125-mal höher sein als bei trockenen Wetterbedingungen. Die Dünner ist der einzige Nebenfluss, dessen Einzugsgebiet gänzlich innerhalb des Kantons liegt. Sie fliesst vom Jura her kommend bei Olten in die Aare. Die nördlicher gelegenen Gebiete des Solothurner Juras werden dagegen über die Birs in den Rhein entwässert.

**Abb. 1.1 – Gewässereinzugsgebiete und Abflussmessstellen.**

Die Bäche und Flüsse des Kantons Solothurn entwässern entweder über die Aare oder über die Birs in den Rhein. Messstellen, an denen Wasserstände und Abflussmengen erfasst werden, sind über den ganzen Kanton verteilt.



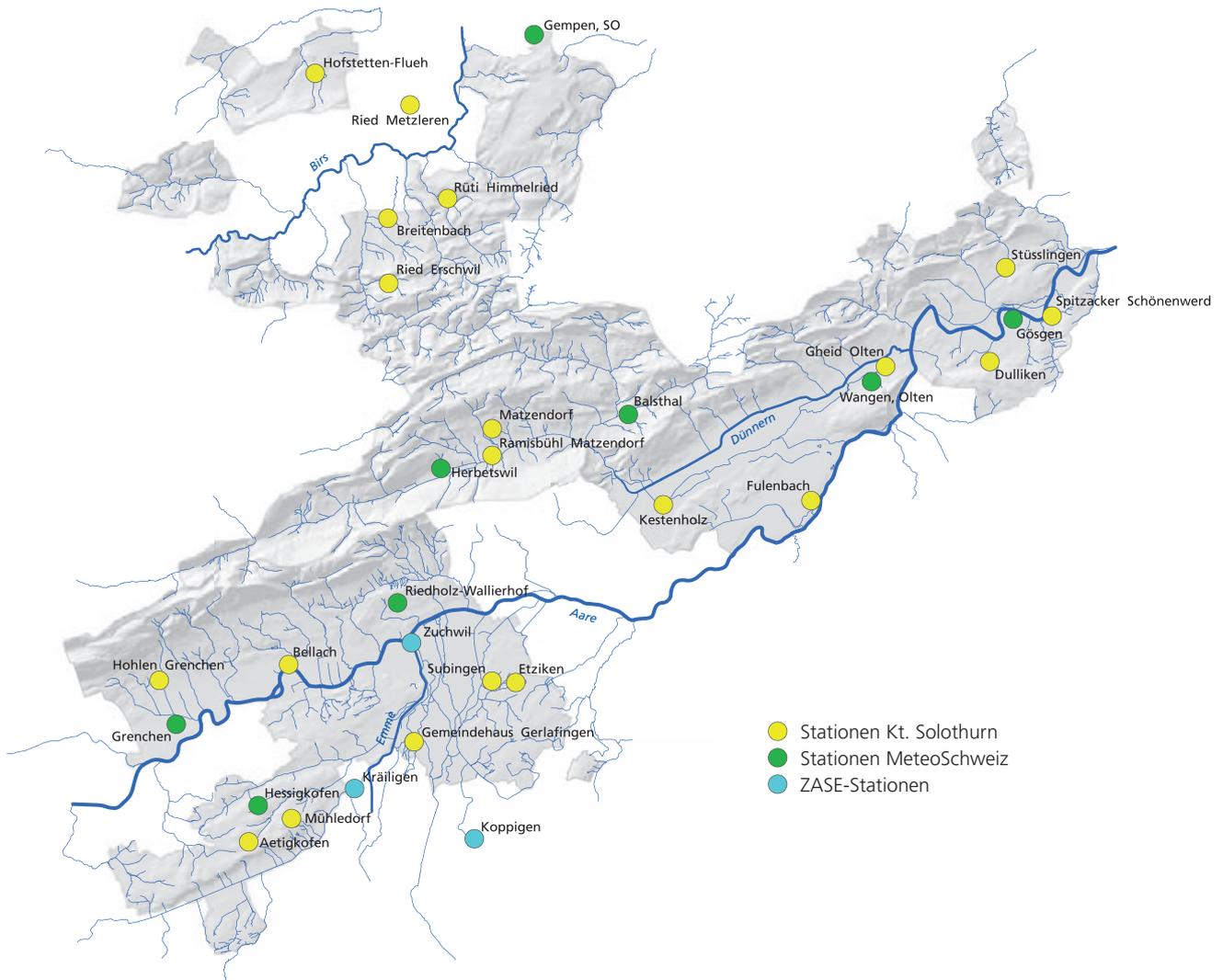
## Wasserstands- und Abflussmessungen

Die gemessenen Wasserstände und Abflusswerte werden jährlich in den «Umweltdaten» des Kantons Solothurn bzw. im «Hydrologischen Jahrbuch der Schweiz» veröffentlicht.

Das hydrogeologische Messnetz des Kantons Solothurn (vgl. Abb. 1.1) ist gegenüber 2007 ausgebaut worden und umfasst nun 19 Stationen, an denen Wasserstände und Durchfluss erhoben werden: Nicht mehr in Betrieb ist die Station Rütibach (Derendingen); neu zum Messnetz gehören die Stationen Schweissackerkanal (Wolfwil), Lützel (Kleinschlützel) und Limpach (Kyburg-Buchegg). Dazu kommen weitere Messstationen an der Aare, der Emme und der Birs, die vom Bund betrieben werden und die für Warnungen im Hochwasserfall wichtig sind.

Für die meisten der kantonalen Messstellen gibt es 15 bis 20-jährige Datenreihen, für die Lüssel bei Breitenbach sogar Datenreihen über 35 Jahre. Bei den vom Bund betriebenen Stationen sind noch längere Datenreihen verfügbar (zum Beispiel bei der Station Emme, Wiler mit einer Datenreihe, die bis ins Jahr 1920 zurückreicht).

**Abb. 1.2 – Niederschlagsmessungen.** Niederschlags-Messstationen werden sowohl vom Kanton Solothurn als auch von MeteoSchweiz, von Nachbarkantonen und von Wasserverbänden betrieben. Zudem gibt es private Meteodienste, die ebenfalls Wetterdaten erheben und anbieten.



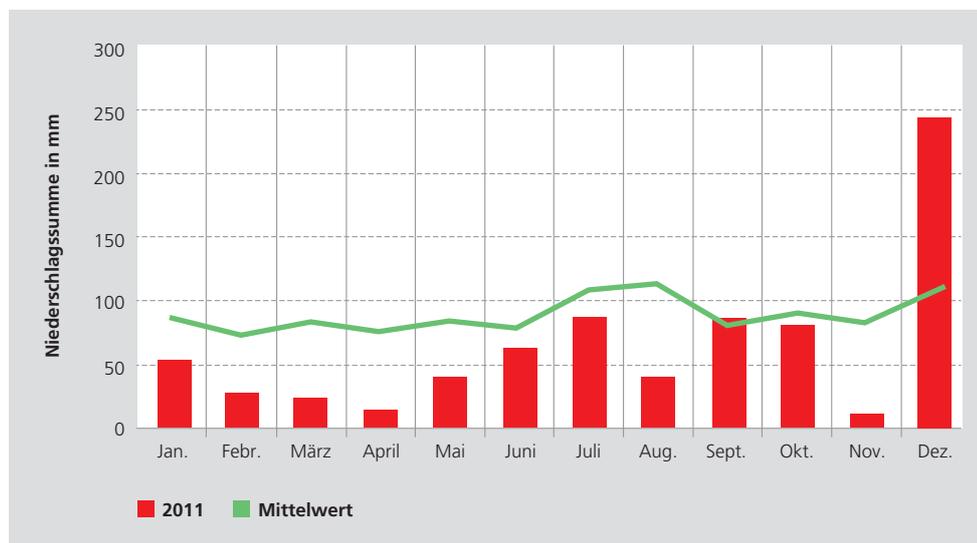
## Niederschläge

Zwischen 1999 und 2013 sind im Kanton Solothurn im Durchschnitt 980 mm Niederschlag pro Jahr gefallen. Allerdings gibt es je nach Standort grosse Unterschiede. Die tatsächliche Niederschlagsmenge hängt vor allem von der Höhenlage und von der Exposition (Ausrichtung) der Hügel- und Berghänge ab. So fällt auf den Jurahöhen mit bis zu 1600 mm deutlich mehr Niederschlag als in den Tieflagen (900 bis 1100 mm pro Jahr). Und auch zeitlich gibt es grosse Unterschiede. Das Jahr 2011 gilt als Trockenjahr. Dagegen hat es im Jahr 2012 reichlich geregnet, ohne dass es aber nennenswerte Überschwemmungen gegeben hat.

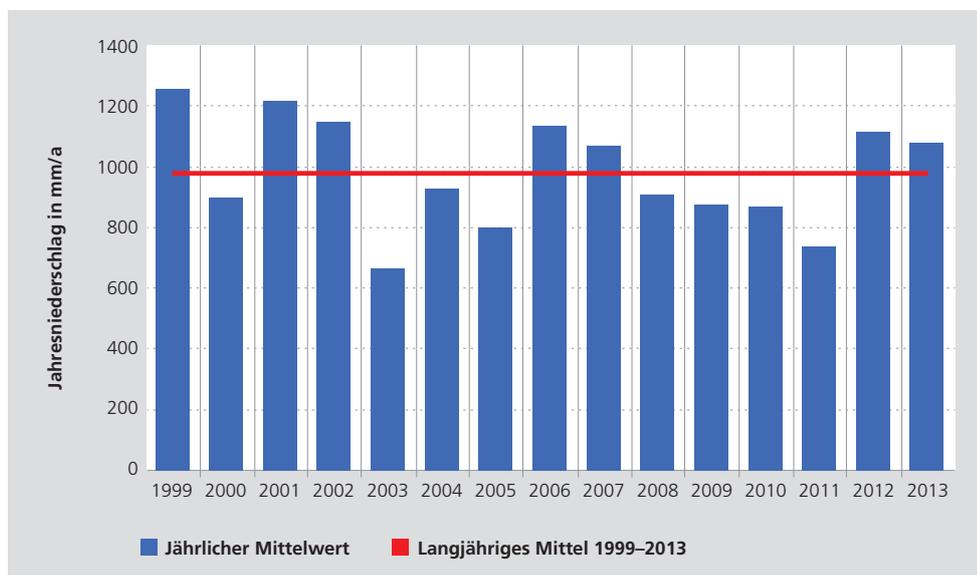
Grundlagen zur Berechnung des Gebietsniederschlags liefern der Hydrologische Atlas der Schweiz (HADES) und MeteoSchweiz, der nationale Wetterdienst.

### Das Trockenjahr 2011

Das Wetter im Jahr 2011 war extrem. Laut MeteoSchweiz wurde 2011 der wärmste Frühling seit Beginn der rund 150-jährigen Messreihe registriert, und es fielen wenig Niederschläge, am Jurasüdfuss im Frühjahr sogar noch deutlich weniger als im Hitzejahr 2003. Von Januar bis Mai erfasste beispielsweise die Messstelle in Grenchen nur gerade 150 mm Niederschlag – halb so viel wie im Jahr 2003.



**Abb. 1.3 – Trockenjahr 2011, Messstation in Hohlen, Grenchen:** In fast allen Monaten des Jahres 2011 fiel weniger Regen als im langjährigen Mittel.



**Abb. 1.4 – Jährliche Niederschlagsmengen von 9 kantonalen Messstationen.** Eine Tendenz zu vermehrt trockenen oder nassen Jahren ist nicht feststellbar.

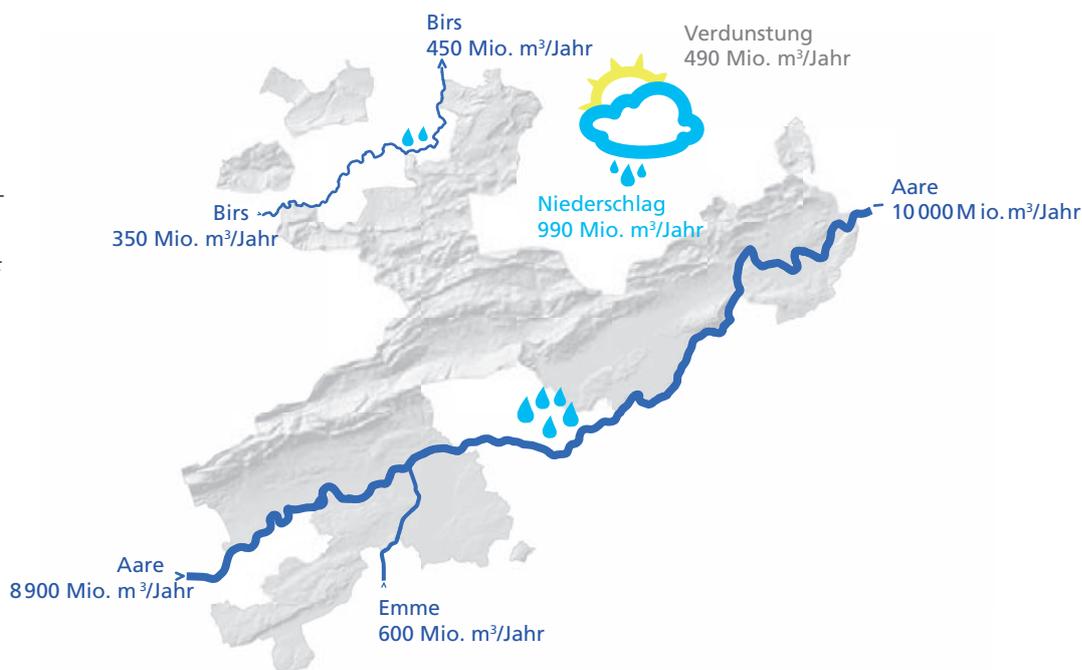
Bundesamt für Umwelt (Hrsg.):  
Auswirkungen der Klimaänderung  
auf Wasserressourcen  
und Gewässer. Synthesebericht  
zum Projekt «Klimaänderung und  
Hydrologie in der Schweiz»  
(CCHydro, 2012)

Den gleichen Verlauf verzeichneten alle Messstellen am Jurasüdfuss, etwas weniger ausgeprägt auch die Messstationen auf der Nordseite des Juras. Im Juni und Juli 2011 entschärfte sich die Lage dank durchschnittlicher Regenmengen. Doch der Herbst – vor allem der November – waren wieder sehr regenarm. Die Messstation in Grenchen verzeichnete von Januar bis November lediglich 55 Prozent der durchschnittlichen Jahresmenge. Nur der sehr nasse Dezember glich die negative Bilanz wieder etwas aus. Der Dezember 2011 war sogar einer der nassesten Monate der letzten Jahre überhaupt.

### Klimaänderung und Niederschlagsmengen

Die Frage stellt sich, ob aussergewöhnliche Trockenjahre wie jene in den Jahren 2003 oder 2011 künftig zum Normalfall werden. Es ist schwierig, darauf eine Antwort zu geben. Gemäss einer 2012 vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) herausgegebenen Studie zu den Auswirkungen der Klimaänderung auf das Gewässernetz ist – im Gegensatz zum Trend bei der Temperaturentwicklung – der Trend beim Niederschlag weniger klar. Die meisten vom BAFU gerechneten Szenarien zeigen aber eine Verlängerung der sommerlichen Trockenperioden. Zudem wird vermutet, dass Starkniederschlagsereignisse sowohl im Sommer wie auch im Winter zunehmen werden.

**Abb. 1.5 – Wasserbilanz des Kantons Solothurn.** Am meisten Wasser fließt dem Kanton Solothurn über die Aare zu. Einen deutlich kleineren Anteil in der Wasserbilanz haben die Niederschläge und der Zufluss aus der Emme. Nur etwa 10 Prozent des Wassers, das den Kanton über das Gewässernetz verlässt, stammt von Niederschlägen im Kantonsgebiet selbst.

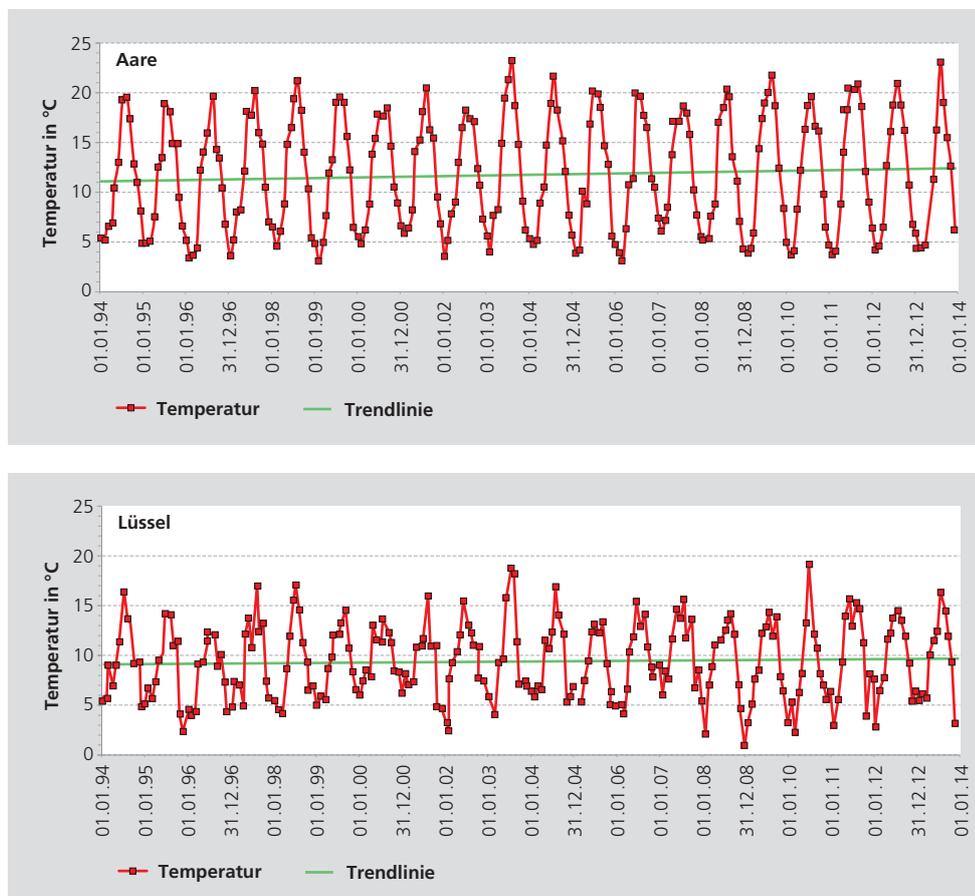


### Temperatur der Fliessgewässer

Für die Zusammensetzung und Entwicklung der Fauna und Flora in unseren Gewässern spielt die Wassertemperatur eine entscheidende Rolle. Es gibt viele Faktoren, welche die Wassertemperatur beeinflussen: Die Temperatur des Quellwassers und der Zuflüsse, die Zufuhr von Schneeschmelzwasser, Stauhaltungen oder die Temperatur der Niederschläge gehören genauso dazu wie der Wärmeaustausch mit dem Untergrund bzw. mit der Atmosphäre.

Die bereits oben erwähnte Studie des BAFU zu den Auswirkungen der Klimaänderung auf das Gewässernetz zeigt, dass die Wassertemperatur der Gewässer in der ganzen Schweiz in den letzten Jahrzehnten deutlich zugenommen hat, und das vor allem als Folge der zunehmenden mittleren Lufttemperatur. Die Mehrheit der Stationen verzeichnet eine Erwärmung um 0,1 bis 1,2 °C. Besonders auffällig ist der Temperaturanstieg in den Jahren 1987 und 1988. Die Studie sagt für die nächsten Jahre eine weitere Erhöhung der Wassertemperaturen voraus.

Auch im Kanton Solothurn zeigen langfristige Zeitreihen, dass die Aare seit 1967 durchschnittlich um mehr als 1 °C wärmer geworden ist. In den letzten zwanzig Jahren ist die Temperatur auch in anderen Fließgewässern des Kantons deutlich angestiegen: Sowohl in der Dünnern bei Olten als auch in der Lüssel bei Breitenbach hat sich die durchschnittliche Wassertemperatur um mehr als 1 °C erhöht.



**Abb. 1.6 und 1.7 – Wassertemperaturen (monatliche Stichproben) in Fließgewässern.** In den letzten 14 Jahren sind die Fließgewässer tendenziell wärmer geworden: In der Aare und in der Lüssel stiegen die durchschnittlichen Wassertemperaturen an. (Trendlinien sind stets mit Vorsicht zu betrachten. Ihre Steigung hängt vom betrachteten Zeitraum und der statistischen Methode ab.)

**Auswirkungen auf Lebewesen**

Für die im Wasser lebenden Organismen ist die Wassertemperatur von grosser Bedeutung. Ihre Lebensfähigkeit und Aktivität hängt sowohl von optimalen Temperaturbereichen als auch von auftretenden Temperaturextremwerten ab. Fische beispielsweise sind wechselwarm. Sie können ihre Körpertemperatur nicht selbst regulieren und nehmen deshalb die Temperatur des Wassers an. Um Temperaturschwankungen auszugleichen, suchen Fische jene Lebensräume auf, welche die für sie günstige Wassertemperatur haben. Je nach Wassertemperatur unterscheidet sich deshalb die Gesellschaft der Fischarten in einem Gewässer. Barben und Karpfen ziehen eher wärmere Gewässer vor, Äschen und Forellen eher kühlere. Bachforellen stellen bei Temperaturen über 19 °C die Nahrungsaufnahme ein; Temperaturen über 23 °C können für sie sogar tödlich sein.

Vor allem in den Monaten Juni, Juli und August führt der erhöhte Wasserbedarf der Landwirtschaft – bei gleichzeitiger Abnahme des Wasserdargebots – zu einem Konflikt zwischen Landwirtschaft und Ökologie: Wie viel Wasser kann genutzt werden, und wie viel muss zwingend in der Natur belassen werden, um die Ökologie der Gewässer nicht zu gefährden?

Die Grenzwerte der Gewässer-schutzverordnung über die zulässige Ammoniumkonzentration sind temperaturabhängig.

### Chemische Reaktionen

Die Wassertemperatur wirkt sich auch auf Menge und chemische Struktur der in einem Gewässer gelösten Substanzen aus. Zum Beispiel auf den Sauerstoff. Mit zunehmender Wassertemperatur nimmt dessen Löslichkeit ab, was die Atmung von Wasserorganismen erschwert. Auch das im Wasser gelöste Ammonium, das zum Beispiel aus Düngemitteln stammt, reagiert auf Temperaturschwankungen: Ammonium wird bei steigender Wassertemperatur in Ammoniak überführt (ein in Wasser gelöstes Gas). Bei Fischen wirkt Ammoniak als starkes Gift.

### Einflussfaktoren

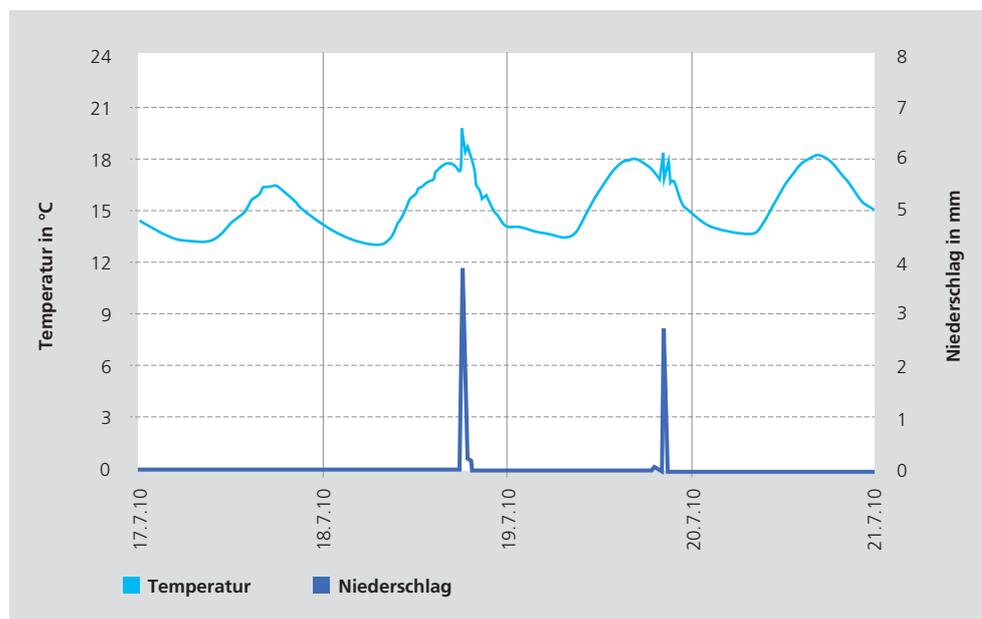
Es gibt zahlreiche Gründe für Temperaturschwankungen in Fließgewässern. Einen grundlegenden Einfluss hat das tägliche bzw. saisonale Wettergeschehen. Aber auch künstliche Faktoren beeinflussen die Wassertemperatur. Das BAFU hat im Rahmen eines Pilotprojekts an der Dünern die verschiedenen Einflüsse auf die Wassertemperatur untersucht. Es zeigt sich, dass zahlreiche menschliche Eingriffe die Wassertemperaturen beeinflussen:

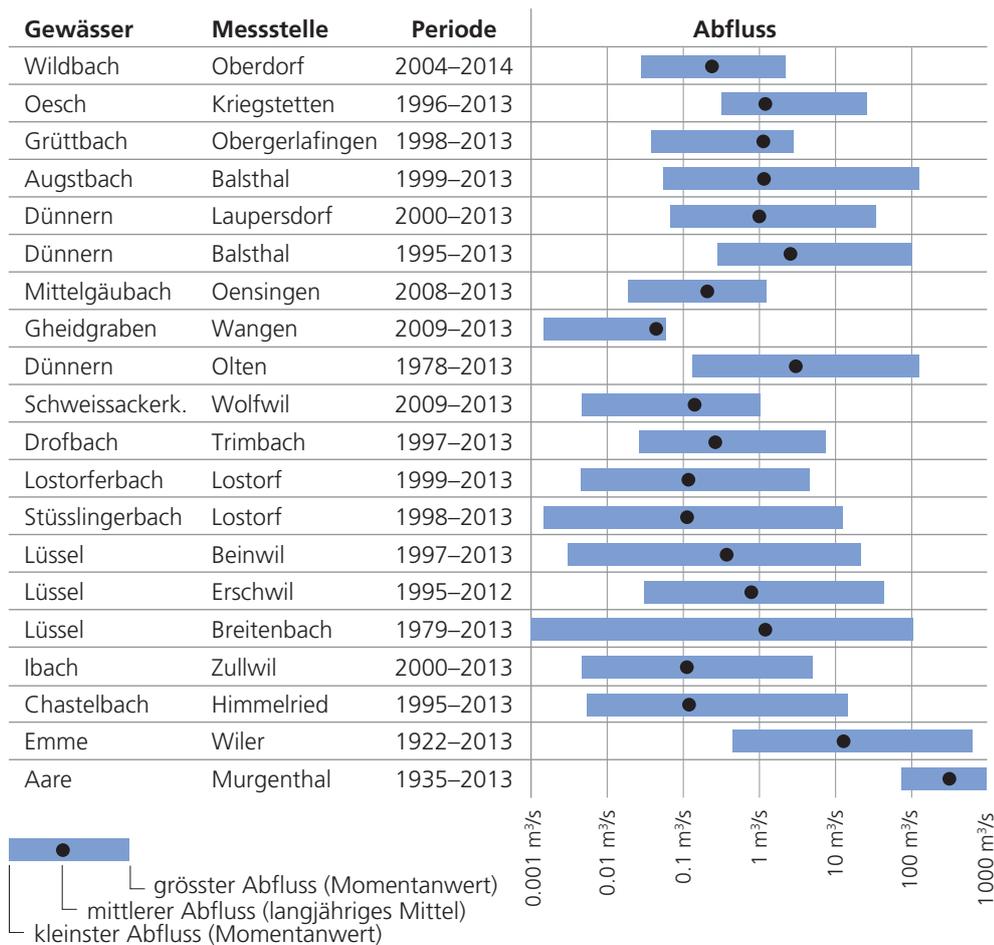
- Einleitungen aus der Abwasserreinigungsanlage (ARA)
- Entlastungen aus Mischkanalisationen und Strassenentwässerungen
- Bauliche Veränderungen des Gewässers (Korrekturen, Uferverbauungen)
- Fehlende gewässergerechte Ufervegetation
- Lange Eindolungen der Zuflüsse

Durch die menschlichen Eingriffe sind generell die Wintertemperaturen in der Dünern, vor allem im mittleren Abschnitt bei Balsthal, höher als dies natürlicherweise der Fall wäre. Im Sommer sind sehr kurzzeitige, starke Anstiege der Wassertemperaturen zu beobachten. Diese Spitzen entstehen durch Gewitterregen, der über Meteorleitungen direkt in die Dünern gelangt. Auch Wasserentnahmen wirken sich auf die Temperatur aus: Je weniger Wasser im monotonen Bachbett fließt, desto stärker wird es sich erwärmen. Wasser wird der Dünern an drei Stellen zur Energiegewinnung entnommen. Im Frühling und Sommer kommen zahlreiche Entnahmen zur landwirtschaftlichen Bewässerung hinzu. Gerade in heißen Sommern, wenn die landwirtschaftlichen Felder bewässert werden müssen, wird es für die Bachforellen kritisch. Bei Abflüssen von weniger als 400 l/s kann es zu einem Absterben der Bachforellen kommen.

#### Abb. 1.8 – Temperaturspitzen.

Nach Sommerregen steigt die Wassertemperatur in der Dünern bei Balsthal schnell und stark an. Solche Temperaturspitzen entstehen z.B. durch Meteorwasser, das von überhitzten Flächen ins Gewässer eingeleitet wird (etwa über die Strassenentwässerung).





**Tab. 1.1 – Abflussverhältnisse verschiedener Gewässer des Kantons Solothurn.** In kleineren Juragewässern wird ein mittlerer Abfluss von rund als 100 Liter pro Sekunde gemessen (Ibach, Lostorferbach und Stüsslingerbach). Der Faktor zwischen dem grössten und dem niedrigsten Abfluss ist in diesen unregulierten Gewässern besonders hoch. Die Aare bringt im Mittel mehrere hundert Kubikmeter Wasser pro Sekunde. Da sie ein grosses Einzugsgebiet hat und durch die oberliegenden Seen reguliert wird, ist ihr Schwankungsbereich besonders klein.

### Unterschiedliche Abflussregimes

Das Abflussregime von Fließgewässern wird durch die Grösse ihres Einzugsgebiets, die lokal anfallenden Niederschläge sowie durch die Topographie, die Wasserspeicherkapazität und den geologischen Untergrund des Einzugsgebiets bestimmt. Von Bedeutung ist ausserdem, ob das betreffende Gewässer künstlich reguliert wird (oder nicht). Deshalb haben auch die Fließgewässer im Kanton Solothurn ganz unterschiedliche Abflussregimes.

Seit der Juragewässerkorrektion (JGK) stehen Bielersee, Neuenburgersee und Murtensee als Rückhalteraum für die Aare zur Verfügung. Diese Regulierung gleicht den Abfluss aus. Der grösste gemessene Abfluss der Aare ist deshalb lediglich zehnmal grösser als der kleinste.

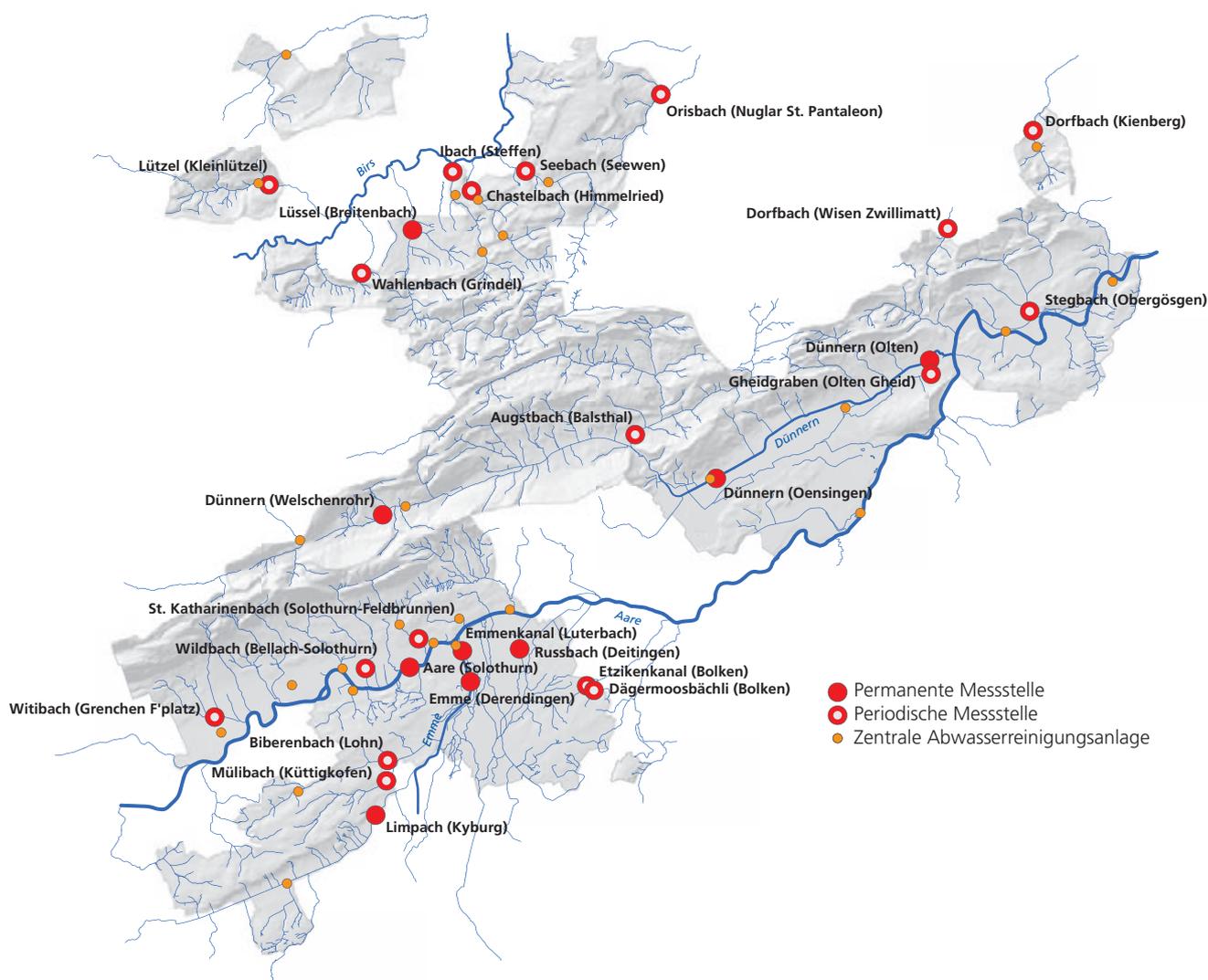
Bei kleineren, unregulierten Gewässern sind die Unterschiede zwischen dem kleinsten und dem grössten Abfluss beträchtlich. Sie reagieren unmittelbar auf Niederschläge, da ihre Einzugsgebiete wenig Wasser zurückhalten. Auch die Wechselwirkung mit dem Grundwasser (Exfiltration und Infiltration) wirkt sich auf das Abflussverhalten aus. So verliert die Lüssel zwischen Erschwil und Breitenbach einen beträchtlichen Teil ihres Wassers ins Grundwasser. Bei kleineren Bächen können Wasserentnahmen den Abfluss entscheidend verringern. Das ist besonders in trockenen Jahren problematisch, wie etwa in der Dünnern im Jahr 2011.

## 2 Qualität der Oberflächengewässer

Trotz beträchtlicher Fortschritte sind die Ziele des Gewässerschutzes noch längst nicht überall erreicht. Der grösste Handlungsbedarf besteht bei der übermässigen Belastung der Fließgewässer und Kleinseen mit unerwünschten Nährstoffen, Schwermetallen und Mikroverunreinigungen wie z.B. Pestiziden.

Der Kanton Solothurn überwacht bereits seit 1967 den chemischen Zustand der Fließgewässer. In den ersten Jahren sind nur die Aare und die Emme beprobt worden. Seit 1994 umfasst das Monitoring 9 permanente und 18 periodische Messstellen. Damit werden im 6-Jahres-Rhythmus rund 27 Gewässer unterschiedlicher Grösse überwacht. Da die Einhaltung der gesetzlichen Grenzwerte für den ganzen Gewässerlauf vorgeschrieben ist, werden gezielt die heiklen Stellen beprobt. Dazu zählen einerseits Wasserläufe unterhalb von Einleitungen oder Abwasserreinigungsanlagen, andererseits ländliche Einzugsgebiete abseits von Abwasserreinigungsanlagen, die durch intensive ackerbauliche und viehwirtschaftliche Nutzung besonders gefährdet sind.

**Abb. 2.1 – Messstellennetz für die Wasserqualität.** Seit 1994 werden die Hauptgewässer an 9 Messstellen und die Nebengewässer in drei Regionen abwechselungsweise für jeweils 2 Jahre an total 27 Messstellen monatlich beprobt.



Das analytische Messprogramm umfasst folgende Parameter:

- |                    |  |
|--------------------|--|
| Monatlich:         | <ul style="list-style-type: none"><li>• Wassertemperatur</li><li>• Sauerstoffkonzentration und Sauerstoffsättigung</li><li>• BSB<sub>5</sub>: Biochemischer Sauerstoffbedarf nach 5 Tagen</li><li>• DOC (Dissolved Organic Carbon): Gelöster organischer Kohlenstoff</li><li>• Die Stickstoffwerte Ammonium, Nitrit und Nitrat</li><li>• Phosphorgehalte als Phosphat und als Gesamtphosphor</li></ul> |
| Sechsmal pro Jahr: | <ul style="list-style-type: none"><li>• AOX (adsorbierbare, organisch gebundene Halogene)</li></ul>  |
| Zweimal pro Jahr:  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Gelöste Schwermetalle (Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Arsen und Zink)</li><li>• Pestizide<br/>2008–2009: 12 untersuchte Pestizide<br/>2010–2013: 24 untersuchte Pestizide</li><li>• Komplexbildner (z.B. EDTA, NTA)</li></ul>   |

**Tab. 2.1 – Messprogramm.** Bei der Probenahme messen die Fachleute alle Feldparameter (Wassertemperatur, Sauerstoffkonzentration, Leitfähigkeit) vor Ort. Anschliessend übergeben sie die gekühlten Wasserproben dem Labor der Lebensmittelkontrolle zur ausführlichen Analyse.

Lokale Spezialuntersuchungen ergänzen das Langzeitmonitoring. Dadurch können die Ursachen einer Verschmutzung genauer analysiert werden. Seit dem Zustandsbericht (2008) liegen Untersuchungsergebnisse für den Verenabach (St. Katharinenbach) in Rüttenen, den Mülibach bei Küttighofen, die Dünnern bei Balsthal und den Schluchtbach bei Luterbach vor. Zur Zeit läuft zudem ein Überwachungsprogramm an den neu gebauten Strassenabwasser-Reinigungsanlagen (SABA) der Entlastungsstrasse Region Olten (ERO), um den Wirkungsgrad solcher Absetzbecken zu ermitteln.

Die folgenden Abschnitte zeigen die Messergebnisse. Dargestellt sind die Messwerte, die Anforderungen der Gewässerschutzverordnung oder die Qualitätsziele des Bundesamts für Umwelt (BAFU) sowie die Beurteilung der Messdaten nach dem Modul-Stufen-Konzept (Modul Chemie).

### **Wassertemperaturen**

Die durchschnittliche Wassertemperatur in den Fließgewässern und auch in den Kleinseen nimmt zu. Angesichts global steigender Temperaturen und zunehmender Besiedelung ist anzunehmen, dass dieser Trend anhält.

### **Sauerstoffkonzentrationen**

Wie der Mensch und die Säugetiere benötigen auch die meisten Wasserorganismen Sauerstoff, um zu leben. Sauerstoff ist in geringen Mengen physikalisch im Wasser gelöst und die Maximalmenge, die sogenannte Sauerstoffsättigung, ist von der Wassertemperatur abhängig. Bei 0 °C sind maximal 14.6 mg/l Sauerstoff im Wasser gelöst, bei 20 °C nur noch maximal 9.1 mg/l.

Die Sauerstoffsättigung nimmt auch mit dem Gehalt an gelösten Substanzen ab, weshalb auch scheinbar harmlose Substanzen wie z.B. Salz in einem Gewässer sehr schädlich sein können. Die Mindestkonzentration an gelöstem Sauerstoff, die ein Wasserlebewesen benötigt, ist von Art zu Art verschieden. Als kritischer Wert für Fische gilt ein Sauerstoffgehalt von weniger als 4 mg/l.

In Fließgewässern ist die Sauerstoffkonzentration in den meisten Fällen ausreichend hoch für Wasserorganismen. Problematisch sind vor allem kleine und stark nährstoffreiche Gewässer wie zum Beispiel der Limpach. In diesem vor allem durch Drainage (Entwässerung) eines nährstoffreichen Bodens entstandenen Bachlauf sinkt die Sauerstoffkonzentration auf 5 mg/l und weniger ab. Grund ist der starke Pflanzenbewuchs im Bach, der am Ende der Vegetationsperiode durch den Abbau der abgestorbenen Pflanzen zu einem Sauerstoffverbrauch führt (Eutrophie).

In solchen Gewässern führen Rekordtemperaturen, wie sie bevorzugt im Sommer (August) auftreten, gelegentlich zu einer Sauerstoffkonzentration unter 4 mg/l was für Fische kritisch werden kann. Auch der Tagesgang der Sauerstoffsättigung führt zu einem zusätzlichen Stress für die Lebewesen in unseren Gewässern.

**Abb. 2.2 – Temperaturmessung.** In den zwanzig Jahren haben die Temperaturen in den Fließgewässern und Kleinseen deutlich zugenommen: Sowohl in der Dünern bei Olten als auch in der Lüssel bei Breitenbach erhöhte sich die durchschnittliche Wassertemperatur um mehr als 1 °C. Die kühleren Winter in jüngster Zeit haben den Temperaturanstieg zwar etwas abgedämpft. Wegen der globalen Klimaerwärmung und der anhaltenden Besiedelung weiterer Landflächen ist aber nicht zu erwarten, dass der Trend zu noch höheren Temperaturen gebrochen worden wäre.

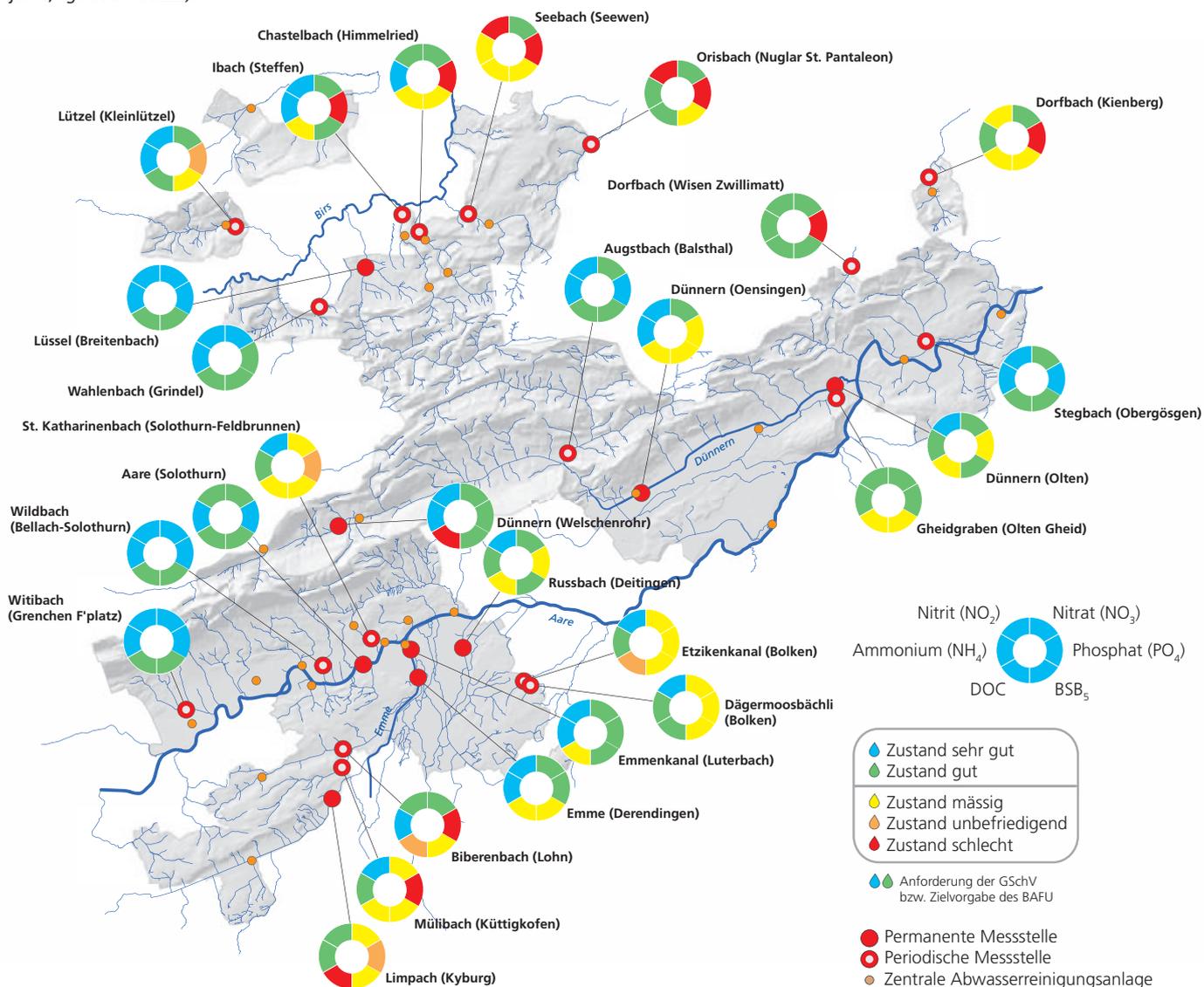


## Organische Substanzen, Stickstoffverbindungen und Phosphorgehalte

Biologisch abbaubare organische Substanzen verbrauchen Sauerstoff. Die Sauerstoffmenge, die in 5 Tagen verbraucht wird, wird als sogenannter biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB<sub>5</sub>) gemessen. Der gelöste organische Kohlenstoff wird in der englischen Kurzform DOC (Dissolved Organic Carbon) benannt. Daneben werden die Stickstoffverbindungen Ammonium, Nitrit und Nitrat gemessen und die Phosphorgehalte als Phosphat und als Gesamtphosphor.

**Abb. 2.3 – Wasserqualität der Fließgewässer: Organische Substanzen, Stickstoffverbindungen, Phosphorgehalt.** Die Belastung mit BSB<sub>5</sub>, DOC, Ammonium, Nitrit, Nitrat und Phosphat ist vielerorts zu hoch. (Auswertung der beiden jüngsten Messjahre, vgl. auch Tab.2.2).

Für all diese Kennwerte gibt es numerische Anforderungen an die Gewässer, sei es durch die eidg. Gewässerschutzverordnung (GSchV) oder durch die Richtlinien des BAFU. Die Messdaten werden in Qualitätsklassen eingestuft wie es das Modul-Stufen-Konzept des BAFU beschreibt. Auf diese Weise können die verschiedenen Schadstoffe miteinander verglichen und ein Überblick über die Qualität unserer Bäche erhalten werden.



Die Qualitätskarte der Solothurner Fließgewässer (vgl. Abb. 2.3) macht deutlich, dass die gesetzlich festgelegten Zielvorgaben vielerorts immer noch überschritten werden. Nur 7 der 27 in den vergangenen 6 Jahren untersuchten Gewässerläufe gelten als unbelastet: Aare in Solothurn, Wildbach, Witibach, Stegbach, Augstbach, Lüssel und Wahlenbach. Flussabwärts nimmt die Wasserqualität in der Aare wegen den Einleitungen aus Siedlungen und anderen diffusen Quellen (Strassenabwasser, Landwirtschaft) allerdings ab. In Aarau ist der DOC-Gehalt der Aare mit etwas über 2.0 mg/l bereits «mässig» (als Qualitätsziel gilt ein DOC-Gehalt von < 2 mg/l).

Bei den anderen Gewässern gibt es grosse Unterschiede. Der Dorfbach Wisen erfüllt die Qualitätsziele nur bei einem Parameter nicht, nämlich beim Phosphatgehalt. Die Mehrzahl der Bäche verfehlt die Anforderungen an die Wasserqualität dagegen bei 2 bzw. 3 der gemessenen Parameter (jeweils 7 Bäche). Auffallend niedrig ist die Wasserqualität der folgenden 5 Bäche: Limpach, St. Katharinenbach, Etzikenkanal, Dorfbach Kienberg und Seebach in Seewen.

| Gewässer           | Messstelle           | BSB <sub>5</sub> | DOC   | Ammonium | Nitrit | Nitrat | Phosphat |
|--------------------|----------------------|------------------|-------|----------|--------|--------|----------|
| Aare               | Solothurn            | ●●●●●            | ●●●●● | ●●●●●    | ●●●●●  | ●●●●●  | ●●●●●    |
| Emme-Kanal         | Luterbach            | ●●●●●            | ●●●●● | ●●●●●    | ●●●●●  | ●●●●●  | ●●●●●    |
| Dünner 3           | Olten                | ●●●●●            | ●●●●● | ●●●●●    | ●●●●●  | ●●●●●  | ●●●●●    |
| Lüssel             | Breitenbach          | ●●●●●            | ●●●●● | ●●●●●    | ●●●●●  | ●●●●●  | ●●●●●    |
| Limpach            | Kyburg               | ●●●●●            | ●●●●● | ●●●●●    | ●●●●●  | ●●●●●  | ●●●●●    |
| Russbach           | Deitingen            | ●●●●●            | ●●●●● | ●●●●●    | ●●●●●  | ●●●●●  | ●●●●●    |
| Emme               | Derendingen          | ●●●●●            | ●●●●● | ●●●●●    | ●●●●●  | ●●●●●  | ●●●●●    |
| Dünner 1           | Welschenrohr         | ●●●●●            | ●●●●● | ●●●●●    | ●●●●●  | ●●●●●  | ●●●●●    |
| Dünner 2           | Oensingen            | ●●●●●            | ●●●●● | ●●●●●    | ●●●●●  | ●●●●●  | ●●●●●    |
| St. Katharinenbach | SO-Feldbrunnen       | ○●○●○            | ○●○●○ | ○●○●○    | ○●○●○  | ○●○●○  | ○●○●○    |
| Biberebach         | Lohn                 | ○●○●○            | ○●○●○ | ○●○●○    | ○●○●○  | ○●○●○  | ○●○●○    |
| Wildbach           | Bellach-Solothurn    | ○●○●○            | ○●○●○ | ○●○●○    | ○●○●○  | ○●○●○  | ○●○●○    |
| Witibach           | Grenchen Flugplatz   | ○●○●○            | ○●○●○ | ○●○●○    | ○●○●○  | ○●○●○  | ○●○●○    |
| Müllibach          | Küttigkofen          | ○●○●○            | ○●○●○ | ○●○●○    | ○●○●○  | ○●○●○  | ○●○●○    |
| Chastelbach        | Himmelried           | ○●○●○            | ○●○●○ | ○●○●○    | ○●○●○  | ○●○●○  | ○●○●○    |
| lbach              | Steffen              | ○●○●○            | ○●○●○ | ○●○●○    | ○●○●○  | ○●○●○  | ○●○●○    |
| Orisbach           | Nuglar St. Pantaleon | ○●○●○            | ○●○●○ | ○●○●○    | ○●○●○  | ○●○●○  | ○●○●○    |
| Lützel             | Kleinsützel          | ○●○●○            | ○●○●○ | ○●○●○    | ○●○●○  | ○●○●○  | ○●○●○    |
| Seebach            | Seewen               | ○●○●○            | ○●○●○ | ○●○●○    | ○●○●○  | ○●○●○  | ○●○●○    |
| Wahlenbach         | Grindel              | ○●○●○            | ○●○●○ | ○●○●○    | ○●○●○  | ○●○●○  | ○●○●○    |
| Augstbach          | Balsthal             | ○●○●○            | ○●○●○ | ○●○●○    | ○●○●○  | ○●○●○  | ○●○●○    |
| Dorfbach Kienberg  | Kienberg             | ○●○●○            | ○●○●○ | ○●○●○    | ○●○●○  | ○●○●○  | ○●○●○    |
| Dorfbach Wisen     | Wisen Zwillmatt      | ○●○●○            | ○●○●○ | ○●○●○    | ○●○●○  | ○●○●○  | ○●○●○    |
| Gheidgraben        | Olten Gheid          | ○●○●○            | ○●○●○ | ○●○●○    | ○●○●○  | ○●○●○  | ○●○●○    |
| Stegbach           | Obergösgen           | ○●○●○            | ○●○●○ | ○●○●○    | ○●○●○  | ○●○●○  | ○●○●○    |
| Etzikenkanal       | Bolken               | ○●○●○            | ○●○●○ | ○●○●○    | ○●○●○  | ○●○●○  | ○●○●○    |
| Dägermoosbächli    | Bolken               | ○●○●○            | ○●○●○ | ○●○●○    | ○●○●○  | ○●○●○  | ○●○●○    |

**Tab. 2.2 – Wasserqualität der Fließgewässer: Beurteilung der organischen Substanzen, der Stickstoffverbindungen und der Phosphorgehalte.**

Gegenüber dem Zustandsbericht 2008 hat sich die Wasserqualität in 13 Gewässern verbessert. 5 Gewässer weisen eine schlechtere Wasserqualität aus. Bei 7 Gewässern ist keine eindeutige Änderung feststellbar.

Beurteilungsperioden

2002/2003  
○

2004/2005  
○

2006/2007  
○

2008/2009  
○

2010/2011  
○

2012/2013  
○

- Zustand sehr gut
- Zustand gut
- Zustand mässig
- Zustand unbefriedigend
- Zustand schlecht
- nicht gemessen

● Anforderung der GSchV bzw. Zielvorgabe des BAFU

### **BSB<sub>5</sub>-Werte/Zehrung**

Nach wie vor ist die Belastung mit organischen Substanzen BSB<sub>5</sub> (biochemischer Sauerstoffbedarf nach 5 Tagen) bei rund der Hälfte der Gewässer auf dem Niveau «mässig». Das heisst: Zu viele Fliessgewässer haben immer noch zu viele gelöste, sauerstoffzehrende organische Stoffe. Die Anforderungen der GSchV werden somit von der Hälfte der untersuchten Gewässer nicht erfüllt.

### **DOC-Werte**

Beim Parameter DOC (gelöster organischer Kohlenstoff) ist die Situation noch schlechter als beim BSB<sub>5</sub>-Wert. Die im Kanton Solothurn angestrebte Zielvorgabe von 3 mg/l (2 mg/l für die Aare, die Dünnern und die Birs) ist bei den meisten Fliessgewässern nicht erreicht (17 Überschreitungen mit Beurteilungen zwischen mässig und schlecht).

### **Stickstoffwerte**

Die Stickstoffwerte (Ammonium, Nitrit, Nitrat) sind allgemein gut. Auffällig ist die Nitritbelastung im Orisbach. Allerdings sind die Daten vor der Aufhebung der ARA Nuglar erhoben worden. Hier ist eine klare Verbesserung zu erwarten. Für die schlechten Nitritwerte des Seebachs werden Verbesserungsmöglichkeiten abgeklärt. Nicht verbessert haben sich Nitratwerte von Limpach, Mülibach und St. Katharinenbach. Auch die Werte der Dünnern bei Welschenrohr und beim Emme-Kanal haben sich leicht verschlechtert.

### **Phosphorwerte**

Bei den Phosphorwerten (Phosphat und Gesamtphosphor) reichen die Qualitätsbeurteilungen von «sehr gut» (Aare, Wildbach, Witibach, Augstbach) bis «schlecht». Das Prädikat «schlecht» überwiegt leider bei den Bächen: die Mehrheit der Bäche erfüllt die Anforderungen des BAFU, welches die GSchV präzisiert, nicht.

### **Veränderungen gegenüber Vorperiode (Zustandsbericht 2008)**

Die Veränderung von nur einem der erhobenen Parameter kann auch von Zufälligkeiten während den Stichproben abhängen (z.B. von der Witterung). Im Folgenden werden deshalb nur die Gewässer diskutiert, in denen sich mindestens zwei Parameter verbessert oder verschlechtert haben:

- Verbessert hat sich die Wasserqualität gegenüber der Vorperiode in der Aare, im Emme-Kanal, in der Dünnern in Oensingen wie auch bei Olten, in der Lüssel, im Wahlenbach, im Chastelbach und im Dorfbach Wisen. Die Aare bei Solothurn, die Lüssel und der Wahlenbach erfüllen damit vollständig die gesetzlichen Anforderungen an die Gewässerqualität. Diesen Stand gilt es nun zu halten.
- Verschlechtert hat sich die Wasserqualität gegenüber der Vorperiode im Russbach, im Mülibach und im Gheidgraben. Keiner dieser Bäche hat eine ARA im Einzugsgebiet. Deshalb müssen die Ursachen bei den diffusen Einträgen gesucht werden (z.B. jenen aus der Landwirtschaft oder von Strassen).
- Keine eindeutigen Veränderungen gegenüber der Vorperiode sind in der Dünnern bei Welschenrohr, in der Emme, im St. Katharinenbach, im Biberenbach, im Orisbach, im Stegbach und im Dorfbach Kienberg zu bemerken. Die Messresultate vom Orisbach beziehen sich auf die Jahre 2008/2009, also vor der Aufhebung der ARA Nuglar. Über die beiden Zuläufe zum Inkwilersee (Etzikenkanal und Dägermoosbächli) ist noch kein Vergleich möglich. Die Daten werden erst seit 2008 erhoben.

*Blickt man noch weiter zurück, nämlich auf Qualitätsmessungen in den Jahren 1994/1995, so hat sich die Wasserqualität in allen untersuchten Gewässern verbessert. Am markantesten, dank Ausbau der Abwasserreinigung, ist der Rückgang der Nitrit-Werte. Auch die Ammonium-Werte sind heute nur noch vereinzelt ein «mässiges» Problem. Beim BSB<sub>5</sub> ist dagegen keine grundlegende Änderung feststellbar. Immerhin sind extreme Werte verschwunden. Handlungsbedarf besteht immer noch bei der DOC- und bei der Phosphorbelastung.*

IIIIII KANTON **solothurn**

  
**Amt für Umwelt**



Wasserproben für die chemische Analyse

## Schwermetalle

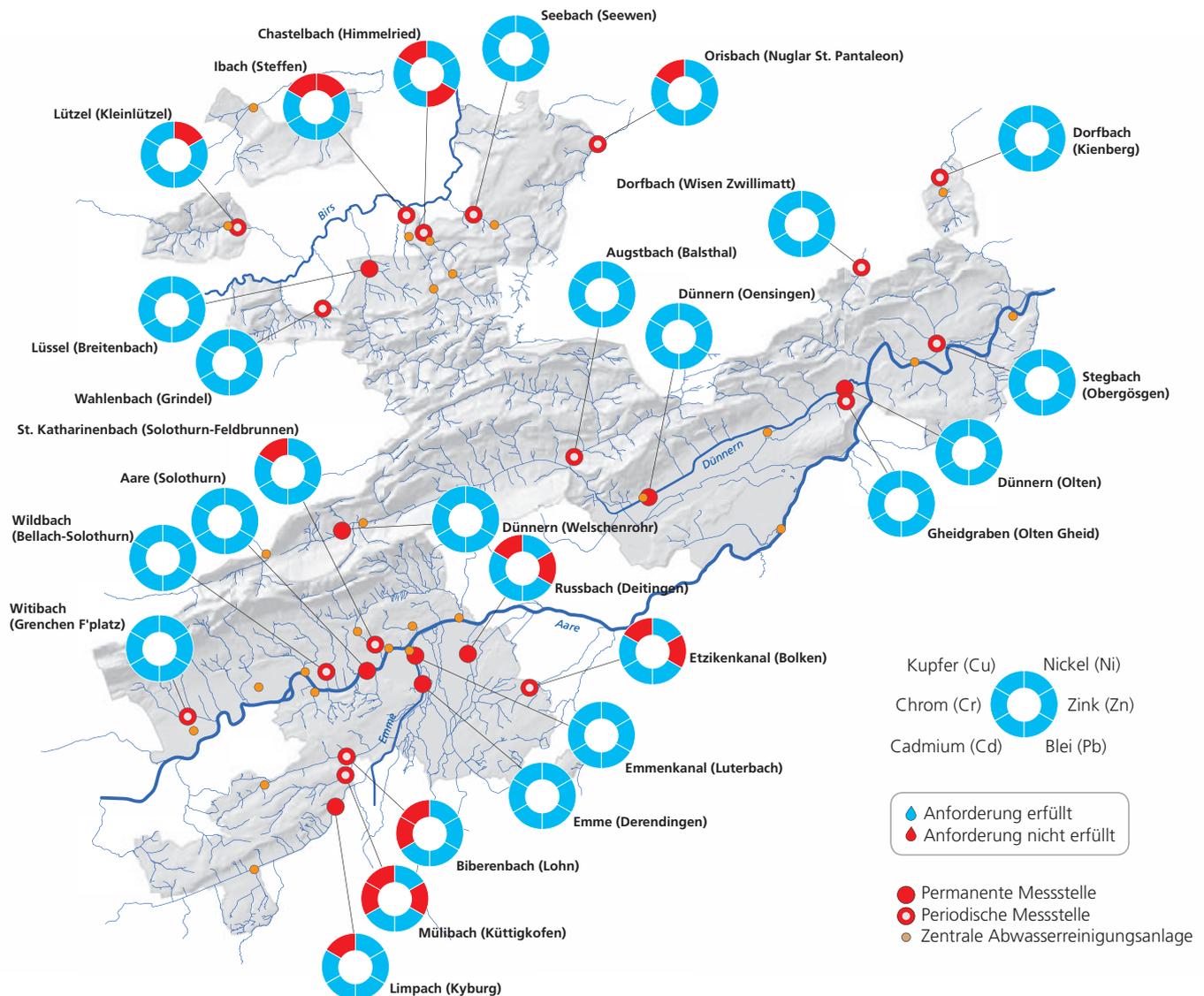
Kupfer wird zunehmend im Hausbau für Dächer und Fassaden eingesetzt und gelangt über das Regenwasser in unsere Gewässer. Eine bedenkliche Entwicklung angesichts der Tatsache, dass es mit Dachziegeln eine seit langem bewährte umweltfreundliche Alternative gäbe.

Der Kanton Solothurn untersucht die Gewässer zweimal jährlich auf ihren Gehalt an gelösten Schwermetallen: Bei den 26 untersuchten Wasserproben überschreiten 10 mindestens einen Schwermetallwert, 5 haben zwei erhöhte Werte, und das Wasser des Mülibachs bei Küttigkofen erfüllt sogar bei 3 Schwermetallen die Anforderungen der GSchV nicht.

Die häufigsten Überschreitungen finden sich beim gelösten Kupfer, was die breite Verwendung des Metalls sowohl in Bau und Technik, als auch in der Landwirtschaft (Spritzmittel) widerspiegelt. Daneben erfüllt die Wasserqualität beim Zink an drei Stellen, beim Nickel und Chrom an je zwei Stellen und beim Blei an einer Stelle die Anforderungen nicht.

**Abb. 2.4 – Wasserqualität der Fließgewässer: Schwermetalle.** Die Belastung mit Zink ging zurück, jene mit Kupfer nahm zu (Auswertung der beiden jüngsten Messjahre, vgl. auch Tab. 2.3)

Das Schwermetall Cadmium zeigt an keiner der Messstellen eine erhöhte Konzentration. Dies gilt auch für die Lüssel, obwohl das Grundwasser-Vorkommen Breitenbach geogene Cadmiumgehalte aufweist (siehe Kapitel 5).



Seit Jahren beobachtet das Amt für Umwelt (AfU) auch Arsen in den Gewässern. Zwar gibt der Gesetzgeber kein konkretes Qualitätsziel vor. Da aber geologische Vorkommen von arsenführenden Gesteinen in der Jurakette vorhanden sind, werden im Sinne des Vorsorgeprinzips Messungen zur Beurteilung der Situation durchgeführt. Arsengehalte sind im Kanton Solothurn meist im Bereich des «geologischen Rauschens». Selbst die höchsten gemessenen Werte in Lützel, Chastelbach und Ibach sind deutlich unter dem Richtwert von 0.01mg/l, der sich als Anhaltspunkt aus dem ehemaligen Gewässerschutzgesetz ableiten lässt.

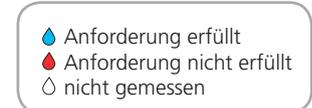
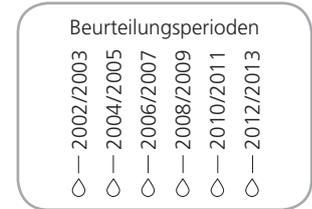
**Veränderungen gegenüber Vorperiode (Zustandsbericht 2008)**

Ein Vergleich gegenüber der Vorperiode zeigt, dass die Belastung der Gewässer mit Schwermetallen bezüglich der Zahl der Überschreitungen nahezu gleich geblieben ist. Die Belastung hat sich jedoch von einem «Zinkproblem» zu einem «Kupferproblem» verschoben: Ist im Zeitraum 2002 bis 2007 nur an einer Stelle der Kupferwert im Wasser überschritten worden, so sind es heute deren 9!

Die Anzahl der Gewässer, die die Anforderungen der GSchV in Bezug auf Zink nicht erfüllen, ist von 9 auf 3 zurückgegangen. Wahrscheinlich werden heute als Korrosionsschutz bei Stahlkonstruktionen auch andere Mittel als Zink eingesetzt.

**Tab. 2.3 – Wasserqualität der Fliessgewässer: Beurteilung der Schwermetalle.** Überschreitungen gab es vor allem bei Kupfer, Zink und Chrom.

| Gewässer           | Messstelle           | Blei  | Cadmium | Chrom | Kupfer | Nickel | Zink  |
|--------------------|----------------------|-------|---------|-------|--------|--------|-------|
| Aare               | Solothurn            | ▲▲▲▲▲ | ▲▲▲▲▲   | ▲▲▲▲▲ | ▲▲▲▲▲  | ▲▲▲▲▲  | ▲▲▲▲▲ |
| Emme-Kanal         | Luterbach            | ▲▲▲▲▲ | ▲▲▲▲▲   | ▲▲▲▲▲ | ▲▲▲▲▲  | ▲▲▲▲▲  | ▲▲▲▲▲ |
| Dünnern 3          | Olten                | ▲▲▲▲▲ | ▲▲▲▲▲   | ▲▲▲▲▲ | ▲▲▲▲▲  | ▲▲▲▲▲  | ▲▲▲▲▲ |
| Lüssel             | Breitenbach          | ▲▲▲▲▲ | ▲▲▲▲▲   | ▲▲▲▲▲ | ▲▲▲▲▲  | ▲▲▲▲▲  | ▲▲▲▲▲ |
| Limpach            | Kyburg               | ▲▲▲▲▲ | ▲▲▲▲▲   | ▲▲▲▲▲ | ▲▲▲▲▲  | ▲▲▲▲▲  | ▲▲▲▲▲ |
| Russbach           | Deitingen            | ▲▲▲▲▲ | ▲▲▲▲▲   | ▲▲▲▲▲ | ▲▲▲▲▲  | ▲▲▲▲▲  | ▲▲▲▲▲ |
| Emme               | Derendingen          | ▲▲▲▲▲ | ▲▲▲▲▲   | ▲▲▲▲▲ | ▲▲▲▲▲  | ▲▲▲▲▲  | ▲▲▲▲▲ |
| Dünnern 1          | Welschenrohr         | ▲▲▲▲▲ | ▲▲▲▲▲   | ▲▲▲▲▲ | ▲▲▲▲▲  | ▲▲▲▲▲  | ▲▲▲▲▲ |
| Dünnern 2          | Oensingen            | ▲▲▲▲▲ | ▲▲▲▲▲   | ▲▲▲▲▲ | ▲▲▲▲▲  | ▲▲▲▲▲  | ▲▲▲▲▲ |
| St. Katharinenbach | SO-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           | Obergösgen           | ○     | ○       | ○     | ○      | ○      | ○     |
| Etzikenkanal       | Bolken               | ○     | ○       | ○     | ○      | ○      | ○     |



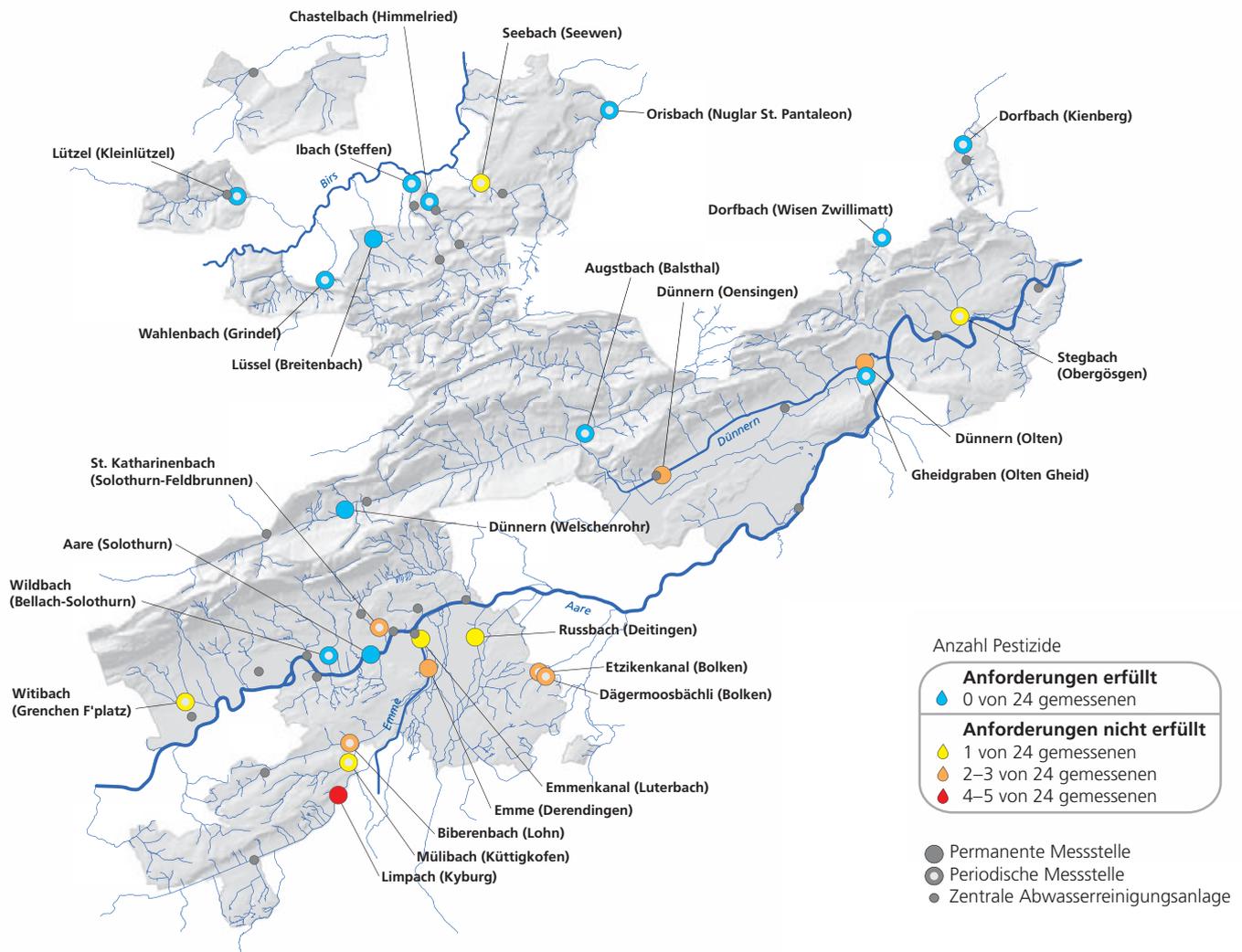
Auffallend ist die anhaltende Belastung des Mülibachs (Küttigkofen) mit dem Schwermetall Chrom. Detaillierte Abklärungen entlang des Mülibachs haben ergeben, dass die Chromgehalte im Mülibach von der Quelle bis zur Kantonsgrenze stets deutlich über dem Qualitätsziel der GSchV liegen ( $>2\mu\text{g}$  Chrom pro Liter). Ähnlich hohe Werte kennt man vom Wasser aus dem Grundwasser-Pumpwerk Hessigkofen. Sehr wahrscheinlich stammen die Chromgehalte aus dem Sandstein der oberen Meeresmolasse. In der Waadt ist eine ähnliche hydrogeologische Situation bekannt und untersucht worden. Trotz des natürlichen (geogenen) Ursprungs des Chroms wird das AfU diese Schwermetall-Belastung weiter überwachen.

**Abb. 2.5 – Wasserqualität der Fließgewässer: Pestizide.**

Im Kanton Solothurn werden seit 1994 Pestizide gemessen. Von anfangs 5 Substanzen ist das Untersuchungsprogramm 2008 auf 12 Einzelsubstanzen, ab dem Jahr 2010 auf 24 Pestizide ausgeweitet worden. Angesichts der ungefähr 500 in der Schweiz zugelassenen Wirkstoffe wird immer noch nur eine kleine, stichprobenartige Auswahl erfasst (Auswertung der beiden jüngsten Messjahre, vgl. auch Tab. 2.4)

**Pestizide (Biozide und Pflanzenschutzmittel)**

Untersucht wurden vor allem Pflanzenschutzmittel, die in der Landwirtschaft eingesetzt werden, um das Anbauprodukt vor Schädlingen zu schützen. Unter Schädlingen werden jene Organismen verstanden, die das Produktionsergebnis schmälern. Je nach Art des zu vernichtenden Lebewesens unterscheidet man Herbizide (Stoffe zur Vernichtung unerwünschter Pflanzen), Fungizide (Pilzbekämpfungsmittel) und Insektizide (Insektenvernichtungsmittel).



Die Auswertung der letzten Messungen (Tab. 2.4) weist bei mehr als der Hälfte der 27 untersuchten Messstellen Pestizide über dem Grenzwert der GSchV aus. Damit erreicht die Mehrzahl der Fließgewässer das Qualitätsziel nicht:

- In 6 Flüssen und Bächen wurde mindestens 1 Pestizid-Wirkstoff gefunden, der über dem gesetzlich vorgegebenen Grenzwert lag.
- An 7 Flüssen und Bächen (Dünnern, Emme, Biberenbach, St. Katharinenbach und die Zuflüsse zum Inkwilersee) lagen mindestens 2 bis 3 Pestizidwerte über den Anforderungen.
- Im Limpach bei Kyburg wurden sogar 5 Pestizide gefunden, deren Konzentrationen über dem Qualitätsziel der GSchV lagen.

Neben den Pestiziden werden im Bau auch Biozide eingesetzt (z.B. für Anstriche). Diese Stoffe wurden bisher nicht untersucht.

**Tab. 2.4 – Wasserqualität der Fließgewässer: Beurteilung der Pestizide.** Insbesondere der Limpach bei Kyburg fällt durch seine starke Belastung mit Pestiziden auf.

| Gewässer           | Messstelle           | Atrazin | Desethyl-Atrazin | Isoproturon | Simazin | Terbutylazin | Mlc | Mlc-E. | DEET | Chlortoluron | Chloridazon | D.C. | M.D.C. | Metazachlor | Metamitron | Mecoprop | Terbutyrin |
|--------------------|----------------------|---------|------------------|-------------|---------|--------------|-----|--------|------|--------------|-------------|------|--------|-------------|------------|----------|------------|
| Aare               | Solothurn            | 5/5     | 5/5              | 5/5         | 5/5     | 5/5          | 5/5 | 5/5    | 5/5  | 5/5          | 5/5         | 5/5  | 5/5    | 5/5         | 5/5        | 5/5      | 5/5        |
| Emme-Kanal         | Luterbach            | 5/5     | 5/5              | 5/5         | 5/5     | 5/5          | 5/5 | 5/5    | 5/5  | 5/5          | 5/5         | 5/5  | 5/5    | 5/5         | 5/5        | 5/5      | 5/5        |
| Dünnern 3          | Olten                | 5/5     | 5/5              | 5/5         | 5/5     | 5/5          | 5/5 | 5/5    | 5/5  | 5/5          | 5/5         | 5/5  | 5/5    | 5/5         | 5/5        | 5/5      | 5/5        |
| Lüssel             | Breitenbach          | 5/5     | 5/5              | 5/5         | 5/5     | 5/5          | 5/5 | 5/5    | 5/5  | 5/5          | 5/5         | 5/5  | 5/5    | 5/5         | 5/5        | 5/5      | 5/5        |
| Limpach            | Kyburg               | 5/5     | 5/5              | 5/5         | 5/5     | 5/5          | 5/5 | 5/5    | 5/5  | 5/5          | 5/5         | 5/5  | 5/5    | 5/5         | 5/5        | 5/5      | 5/5        |
| Russbach           | Deitingen            | 5/5     | 5/5              | 5/5         | 5/5     | 5/5          | 5/5 | 5/5    | 5/5  | 5/5          | 5/5         | 5/5  | 5/5    | 5/5         | 5/5        | 5/5      | 5/5        |
| Emme               | Derendingen          | 5/5     | 5/5              | 5/5         | 5/5     | 5/5          | 5/5 | 5/5    | 5/5  | 5/5          | 5/5         | 5/5  | 5/5    | 5/5         | 5/5        | 5/5      | 5/5        |
| Dünnern 1          | Welschenrohr         | 5/5     | 5/5              | 5/5         | 5/5     | 5/5          | 5/5 | 5/5    | 5/5  | 5/5          | 5/5         | 5/5  | 5/5    | 5/5         | 5/5        | 5/5      | 5/5        |
| Dünnern 2          | Oensingen            | 5/5     | 5/5              | 5/5         | 5/5     | 5/5          | 5/5 | 5/5    | 5/5  | 5/5          | 5/5         | 5/5  | 5/5    | 5/5         | 5/5        | 5/5      | 5/5        |
| St. Katharinenbach | SO-Feldbrunnen       | 5/5     | 5/5              | 5/5         | 5/5     | 5/5          | 5/5 | 5/5    | 5/5  | 5/5          | 5/5         | 5/5  | 5/5    | 5/5         | 5/5        | 5/5      | 5/5        |
| Biberenbach        | Lohn                 | 5/5     | 5/5              | 5/5         | 5/5     | 5/5          | 5/5 | 5/5    | 5/5  | 5/5          | 5/5         | 5/5  | 5/5    | 5/5         | 5/5        | 5/5      | 5/5        |
| Wildbach           | Bellach-Solothurn    | 5/5     | 5/5              | 5/5         | 5/5     | 5/5          | 5/5 | 5/5    | 5/5  | 5/5          | 5/5         | 5/5  | 5/5    | 5/5         | 5/5        | 5/5      | 5/5        |
| Witibach           | Grenchen Flugplatz   | 5/5     | 5/5              | 5/5         | 5/5     | 5/5          | 5/5 | 5/5    | 5/5  | 5/5          | 5/5         | 5/5  | 5/5    | 5/5         | 5/5        | 5/5      | 5/5        |
| Mülibach           | Küttigkofen          | 5/5     | 5/5              | 5/5         | 5/5     | 5/5          | 5/5 | 5/5    | 5/5  | 5/5          | 5/5         | 5/5  | 5/5    | 5/5         | 5/5        | 5/5      | 5/5        |
| Chastelbach        | Himmelried           | 5/5     | 5/5              | 5/5         | 5/5     | 5/5          | 5/5 | 5/5    | 5/5  | 5/5          | 5/5         | 5/5  | 5/5    | 5/5         | 5/5        | 5/5      | 5/5        |
| Ibach              | Steffen              | 5/5     | 5/5              | 5/5         | 5/5     | 5/5          | 5/5 | 5/5    | 5/5  | 5/5          | 5/5         | 5/5  | 5/5    | 5/5         | 5/5        | 5/5      | 5/5        |
| Orisbach           | Nuglar St. Pantaleon | 5/5     | 5/5              | 5/5         | 5/5     | 5/5          | 5/5 | 5/5    | 5/5  | 5/5          | 5/5         | 5/5  | 5/5    | 5/5         | 5/5        | 5/5      | 5/5        |
| Lützel             | Kleinlützel          | 5/5     | 5/5              | 5/5         | 5/5     | 5/5          | 5/5 | 5/5    | 5/5  | 5/5          | 5/5         | 5/5  | 5/5    | 5/5         | 5/5        | 5/5      | 5/5        |
| Seebach            | Seewen               | 5/5     | 5/5              | 5/5         | 5/5     | 5/5          | 5/5 | 5/5    | 5/5  | 5/5          | 5/5         | 5/5  | 5/5    | 5/5         | 5/5        | 5/5      | 5/5        |
| Wahlenbach         | Grindel              | 5/5     | 5/5              | 5/5         | 5/5     | 5/5          | 5/5 | 5/5    | 5/5  | 5/5          | 5/5         | 5/5  | 5/5    | 5/5         | 5/5        | 5/5      | 5/5        |
| Augstbach          | Balsthal             | 5/5     | 5/5              | 5/5         | 5/5     | 5/5          | 5/5 | 5/5    | 5/5  | 5/5          | 5/5         | 5/5  | 5/5    | 5/5         | 5/5        | 5/5      | 5/5        |
| Dorfbach Kienberg  | Kienberg             | 5/5     | 5/5              | 5/5         | 5/5     | 5/5          | 5/5 | 5/5    | 5/5  | 5/5          | 5/5         | 5/5  | 5/5    | 5/5         | 5/5        | 5/5      | 5/5        |
| Dorfbach Wisen     | Wisen Zwillmatt      | 5/5     | 5/5              | 5/5         | 5/5     | 5/5          | 5/5 | 5/5    | 5/5  | 5/5          | 5/5         | 5/5  | 5/5    | 5/5         | 5/5        | 5/5      | 5/5        |
| Gheidgraben        | Olten Gheid          | 5/5     | 5/5              | 5/5         | 5/5     | 5/5          | 5/5 | 5/5    | 5/5  | 5/5          | 5/5         | 5/5  | 5/5    | 5/5         | 5/5        | 5/5      | 5/5        |
| Stegbach           | Obergösgen           | 5/5     | 5/5              | 5/5         | 5/5     | 5/5          | 5/5 | 5/5    | 5/5  | 5/5          | 5/5         | 5/5  | 5/5    | 5/5         | 5/5        | 5/5      | 5/5        |
| Etzikenkanal       | Bolken               | 5/5     | 5/5              | 5/5         | 5/5     | 5/5          | 5/5 | 5/5    | 5/5  | 5/5          | 5/5         | 5/5  | 5/5    | 5/5         | 5/5        | 5/5      | 5/5        |
| Dägermoosbächli    | Bolken               | 5/5     | 5/5              | 5/5         | 5/5     | 5/5          | 5/5 | 5/5    | 5/5  | 5/5          | 5/5         | 5/5  | 5/5    | 5/5         | 5/5        | 5/5      | 5/5        |

Anforderung erfüllt (µg/l <0.1)  
 Anforderung nicht erfüllt  
 nicht gemessen

Mlc Metolachlor  
 Mlc-E. Metolachlor-ESA  
 D.C. Desphenyl-Chloridazon  
 M.D.C. Methyl-Desph-Chloridazon

Beurteilungsperioden

— 2002/2003  
 — 2004/2005  
 — 2006/2007  
 — 2008/2009  
 — 2010/2011  
 — 2012/2013

Beurteilungsperioden

— 2008/2009  
 — 2010/2011  
 — 2012/2013

### Veränderungen gegenüber der Vorperiode (Zustandsbericht 2008)

Diese Auswertung liefert sicher kein übertriebenes Bild, da es sich stets um Stichproben handelte. Die sehr viel höher liegenden Maximalkonzentrationen wurden mit Sicherheit nicht erfasst.

- Das Herbizid «Atrazin» darf zwar seit 2012 nicht mehr verwendet werden. Doch sein Abbauprodukt («Desethyl-Atrazin») wurde im Limpach immer noch mit Konzentrationen über dem Grenzwert nachgewiesen.
- Seit diesem Verbot werden andere Produkte verwendet. Besonders häufig sind die Bäche mit «Chloridazon» und dessen Abbauprodukten (v.a. Desphenyl-Chloridazon) sowie mit «Mecoprop» und «Metamitron» belastet. Es handelt sich um organische Herbizide, wie sie verbreitet in der Intensivlandwirtschaft (z.B. im Rübenanbau) eingesetzt werden.
- Das Insekten-Repellent «DEET» (ein Biozid) wurde nur am Seebach in erhöhten Konzentrationen gefunden.
- Das häufig verwendete Pflanzenschutzmittel «Isoproturon» (ein organisches Herbizid) wurde nur im St. Katharinenbach in zu hohen Konzentrationen nachgewiesen.

### Weitergehende Untersuchungen

Im Kanton Solothurn werden inzwischen 24 Pestizide untersucht. In der Schweiz sind allerdings 500 Wirkstoffe zugelassen. Die eingeschränkten zeitlichen und finanziellen Ressourcen des AfU ermöglichen nur eine Überwachung der wichtigsten und einiger repräsentativen Gewässer im Kanton.

Das BAFU hat ergänzend an fünf belasteten Fließgewässern in der Schweiz detailliert geprüft, welche der in der Schweiz zugelassenen und zugleich analytisch nachweisbaren Wirkstoffe – es sind etwa 300 – dort zu finden sind.

Zu den untersuchten Bächen zählt der Limpach im Kanton Solothurn, da sein Einzugsgebiet intensiv landwirtschaftlich genutzt wird. Aufgrund dieser neuen, umfassenden Daten zeigt sich, dass ein Grossteil – mindestens 80 Prozent – der Pestizidbelastung den Pflanzenschutzmitteln aus der Landwirtschaft zuzuschreiben ist. Die gefundenen Konzentrationen erstaunen, denn es wurden in dieser Studie Mischproben aus zwei Wochen untersucht. Das heisst, dass die kurzfristigen Spitzenkonzentrationen vielfach noch höher liegen (für einzelne Substanzen möglicherweise über der Grenze, über welcher sie akut toxisch wirken).

### Fazit

Die Messresultate verdeutlichen, dass bei den meisten Messstellen die Anforderungen an die chemische Wasserqualität weiterhin nicht erfüllt werden. Zweifellos hat das auch mit den Standorten der Messstellen zu tun. Die Proben werden bewusst mehrheitlich dort genommen, wo die Gewässer am stärksten belastet sind. Dazu zählen Gebiete, die landwirtschaftlich intensiv genutzt werden, sowie – nach genügender Durchmischung – Einleitungen von Abwasserreinigungsanlagen (ARA).

*Wittmer et al: Über 100 Pestizide in Fließgewässern. Aqua & Gas (Nr. 3/2014)*

*Die Studie wird auch im Kanton Solothurn Folgen für das weitere Messprogramm haben. So können nun die relevantesten Wirkstoffe gezielter überwacht werden. Zudem hat diese Studie gezeigt, dass nicht nur einzelne Stoffe zu beurteilen sind, sondern auch deren Mischungstoxizität.*

| Gewässer           | Messstelle           | Allgemeine Parameter               | Schwermetalle          | Pestizide              |
|--------------------|----------------------|------------------------------------|------------------------|------------------------|
| Aare               | Solothurn            | 5 green, 1 yellow, 1 orange, 1 red | 5 blue, 1 red          | 5 blue, 1 red          |
| Emme-Kanal         | Luterbach            | 5 yellow, 1 orange, 1 red          | 5 blue, 1 red          | 5 blue, 1 red          |
| Dünnern 3          | Olten                | 5 yellow, 1 orange, 1 red          | 5 blue, 1 red          | 5 blue, 1 red          |
| Lüssel             | Breitenbach          | 5 yellow, 1 orange, 1 red          | 5 blue, 1 red          | 5 blue, 1 red          |
| Limpach            | Kyburg               | 5 yellow, 1 orange, 1 red          | 5 blue, 1 red          | 5 blue, 1 red          |
| Russbach           | Deitingen            | 5 yellow, 1 orange, 1 red          | 5 blue, 1 red          | 5 blue, 1 red          |
| Emme               | Derendingen          | 5 yellow, 1 orange, 1 red          | 5 blue, 1 red          | 5 blue, 1 red          |
| Dünnern 1          | Welschenrohr         | 5 yellow, 1 orange, 1 red          | 5 blue, 1 red          | 5 blue, 1 red          |
| Dünnern 2          | Oensingen            | 5 yellow, 1 orange, 1 red          | 5 blue, 1 red          | 5 blue, 1 red          |
| St. Katharinenbach | SO-Feldbrunnen       | 5 white, 1 orange, 1 red           | 5 white, 1 blue, 1 red | 5 white, 1 blue, 1 red |
| Biberenbach        | Lohn                 | 5 white, 1 orange, 1 red           | 5 white, 1 blue, 1 red | 5 white, 1 blue, 1 red |
| Wildbach           | Bellach-Solothurn    | 5 white, 1 orange, 1 red           | 5 white, 1 blue, 1 red | 5 white, 1 blue, 1 red |
| Witibach           | Grenchen Flugplatz   | 5 white, 1 orange, 1 red           | 5 white, 1 blue, 1 red | 5 white, 1 blue, 1 red |
| Mülibach           | Küttigkofen          | 5 white, 1 orange, 1 red           | 5 white, 1 blue, 1 red | 5 white, 1 blue, 1 red |
| Chastelbach        | Himmelried           | 5 white, 1 orange, 1 red           | 5 white, 1 blue, 1 red | 5 white, 1 blue, 1 red |
| Ibach              | Steffen              | 5 white, 1 orange, 1 red           | 5 white, 1 blue, 1 red | 5 white, 1 blue, 1 red |
| Orisbach           | Nuglar St. Pantaleon | 5 white, 1 orange, 1 red           | 5 white, 1 blue, 1 red | 5 white, 1 blue, 1 red |
| Lützel             | Kleinlützel          | 5 white, 1 orange, 1 red           | 5 white, 1 blue, 1 red | 5 white, 1 blue, 1 red |
| Seebach            | Seewen               | 5 white, 1 orange, 1 red           | 5 white, 1 blue, 1 red | 5 white, 1 blue, 1 red |
| Wahlenbach         | Grindel              | 5 white, 1 orange, 1 red           | 5 white, 1 blue, 1 red | 5 white, 1 blue, 1 red |
| Augstbach          | Balsthal             | 5 white, 1 orange, 1 red           | 5 white, 1 blue, 1 red | 5 white, 1 blue, 1 red |
| Dorfbach Kienberg  | Kienberg             | 5 white, 1 orange, 1 red           | 5 white, 1 blue, 1 red | 5 white, 1 blue, 1 red |
| Dorfbach Wisen     | Wisen Zwillmatt      | 5 white, 1 orange, 1 red           | 5 white, 1 blue, 1 red | 5 white, 1 blue, 1 red |
| Gheidgraben        | Olten Gheid          | 5 white, 1 orange, 1 red           | 5 white, 1 blue, 1 red | 5 white, 1 blue, 1 red |
| Stegbach           | Obergösgen           | 5 white, 1 orange, 1 red           | 5 white, 1 blue, 1 red | 5 white, 1 blue, 1 red |
| Etzikenkanal       | Bolken               | 5 white, 1 orange, 1 red           | 5 white, 1 blue, 1 red | 5 white, 1 blue, 1 red |
| Dägermoosbächli    | Bolken               | 5 white, 1 orange, 1 red           | 5 white, 1 blue, 1 red | 5 white, 1 blue, 1 red |

**Tab. 2.5 – Gesamtbeurteilung der Fliessgewässer.** Massgebend ist jeweils der Parameter mit der schlechtesten Einstufung (ohne Gesamtphosphor) innerhalb der zweijährigen Perioden. Die Gesamtbeurteilung erfolgt nach den allgemeinen Parametern (Ammonium, Nitrit, Nitrat, Phosphat, BSB<sub>5</sub> und DOC), Schwermetallen (Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Zink) und Pestiziden. Sie zeigt, dass auch weiterhin Verbesserungspotential besteht. Die scheinbare Verschlechterung der Pestizidwerte ergibt sich aber auch durch Erweiterung der Untersuchungen auf 24 Pestizide (in den Vorperioden wurden nur 5 bzw. 12 Pestizide analysiert). Aus diesem Grund werden jetzt Überschreitungen der Grenzwerte erkannt, die zuvor entgangen sind.

Beurteilungsperioden

2002/2003  
|  
○

2004/2005  
|  
○

2006/2007  
|  
○

2008/2009  
|  
○

2010/2011  
|  
○

2012/2013  
|  
○

● Zustand sehr gut  
● Zustand gut  
● Zustand mässig  
● Zustand unbefriedigend  
● Zustand schlecht  
○ nicht gemessen

● Anforderung der GSchV bzw. Zielvorgabe des BAFU

**Schwermetalle + Pestizide**  
● Anforderung erfüllt  
● Anforderung nicht erfüllt

---

### **Zusammenfassung**

Zusammenfassend kann Folgendes gesagt werden zur chemischen Qualität der Fliessgewässer im Kanton Solothurn:

- Keine Überschreitungen der gesetzlichen Grenzwerte werden nur bei der Aare, Lüssel, Wahlenbach, Augstbach und beim Wildbach registriert. Ausser der Aare liegen diese Gewässer meist im Wald und werden deshalb weder von einer ARA noch von der Landwirtschaft negativ beeinflusst.
- Geringe Überschreitungen gibt es bei der Lützel, der Dünnern und im parallel dazu fliessenden Gheidgraben.
- Gerade bei den kleinen Fliessgewässern werden die Grenzwerte besonders häufig überschritten, und zwar unabhängig davon, ob sie eine ARA oder Flächen mit intensiver Landwirtschaft in ihrem Einzugsgebiet haben. Besonders bei den Emme-Zuflüssen am Bucheggberg (Mülibach, Limpach und Biberenbach), aber auch bei einigen Bächen im Schwarzbubenland (Seebach, Orisbach, Chastelbach u.a.) werden besonders viele Parameter überschritten bzw. fallen die Bewertungen besonders schlecht aus.
- Bäche wie der Mülibach, der Russbach oder der Etzikenkanal am Inkwilersee werden durch sogenannte diffuse Einträge aus der Landwirtschaft ebenso stark belastet wie jene mit einer ARA im Einzugsgebiet.
- Frachtab-schätzungen am Biberenbach und am Limpach zu den Parametern Phosphat und DOC haben ergeben, dass sich die Einstufung der Wasserqualität des Gewässers nicht wesentlich verbessert, selbst wenn die Einträge aus den ARA halbiert werden. Dies zeigt, dass die Belastung der kleinen Bäche durch die Landwirtschaft und anderen diffusen Quellen, an manchen Orten die Belastung durch eine ARA sogar übersteigt. Effektive Massnahmen müssen deshalb das ganze Einzugsgebiet berücksichtigen.

### **Drainagen**

Nähr- und Schadstoffe können direkt in ein Gewässer gelangen (z.B. durch Verwehung von Pflanzenschutzmitteln, Auswaschung von Gülle oder von Düngemitteln). Aber auch dort, wo sie in den Boden eingetragen werden, fliessen sie durch die zahlreichen Drainageleitungen relativ rasch in das nächste Oberflächengewässer. Das ist weder aus landwirtschaftlicher Sicht noch aus Sicht des Gewässerschutzes wünschenswert.

Im Kanton Solothurn sind Drainageleitungen mit einer Gesamtlänge von rund 4000 Kilometer verlegt. Zum einen sind durch diese Drainagen ehemalige Moor- gebiete zu landwirtschaftlich nutzbaren Kulturflächen geworden, zum anderen werden durch sie aber auch Wasser und Nährstoffe ausgetragen, die dem Boden dann wieder mit Feldbewässerung und Düngemitteln zugeführt werden müssen. Drainageleitungen sind also Segen und Fluch zugleich. Aus Sicht des Gewässerschutzes ist es an der Zeit, das gesamte System zu optimieren.

### **Weitere Ursachen**

Weitere Ursachen für den Eintrag von Nähr- und Schadstoffe in Fliessgewässern und Kleinseen sind Mischwasserentlastungen oder Strassenabwassereinleitungen.

### **Solothurner Gewässer im schweizerischen Vergleich**

Seit dem Jahr 2005 haben sich die meisten Kantone in ihren Messmethoden soweit angeglichen, dass die erhobenen Daten untereinander verglichen werden können. Im Rahmen des Programms NAWA (Nationale Beobachtung der Wasserqualität) koordiniert und sammelt das BAFU die Messwerte der Kantone und wertet sie gemeinsam aus. Im Kanton Solothurn sind es die Fliessgewässer Dünnern (bei Olten), Limpach (Kyburg) und Lüssel (Breitenbach), deren Daten im Rahmen des NAWA-Programms ausgewertet werden. Ein zusammenfassender Bericht ist für das Jahr 2015 angekündigt.

**Abb. 2.6 – Limpach.** Das Fliessgewässer hat die Grenzwerte bei den Schwermetallen und Pestiziden mehrmals überschritten.





*Die Äsche gehört zu den kälteliebenden Fischarten.*

### 3 Biologischer Gewässerzustand

*Biologische Untersuchungen ergänzen die chemische Wasserqualität und geben Auskunft über den langfristigen Zustand eines Gewässers und über dessen Gewässerökologie.*

Früher konzentrierte sich der Gewässerschutz auf die Reduktion der chemischen und physikalischen Belastung. Heute steht der ganzheitliche Schutz der Gewässer als Ökosysteme im Vordergrund. Das erfordert genaue Kenntnisse über ihren Zustand. Nötig ist deshalb nicht nur die Untersuchung der Wasserchemie, sondern auch der Gewässerstruktur, der Abflussverhältnisse sowie der Lebensgemeinschaften von Tieren, Pflanzen und Mikroorganismen.

Biologische Untersuchungen sind allerdings aufwändig. Im Rahmen des regelmässigen Monitorings der Gewässer im Kanton Solothurn werden sie deshalb lediglich punktuell durchgeführt. Ausnahmen bilden die Aare, der grösste Fluss im Kanton, und die Dünnern.

Gute Methoden für umfassende Untersuchungen und Qualitätskontrollen in Fliessgewässern liefert das sogenannte Modul-Stufen-Konzept (MSK). Seit der Vorperiode (Zustandsbericht 2008) ist zu dem bereits bekannten Modul «Kieselalgen» (Diatomeen) ein weiteres Modul zur Beurteilung von Makrozoobenthos in Fliessgewässern erschienen.

Als Makrozoobenthos bezeichnet man die wirbellosen Tiere der Gewässersohle, die von blossen Auge sichtbar sind. Es handelt sich dabei hauptsächlich um Insektenlarven, Krebse, Milben, Schnecken und Muscheln. Sie erfüllen im Ökosystem Gewässer wichtige Funktionen. Zum Beispiel wirken sie beim Abbau abgestorbener Pflanzen mit oder sind Nahrung für die Fische. Ein gesundes Artenspektrum aller Gewässerbewohner – man bezeichnet das auch als hohe Biodiversität – macht die Gewässerfauna weniger anfällig auf schädigende Einflüsse von aussen (z.B. durch Havarien oder Störfälle).

Neben einer ausreichenden Wasserqualität und der nötigen Nahrung benötigen jedoch alle Gewässerlebewesen auch einen für sie passenden Lebensraum (ökomorphologisch naturnahe Zustände). Auf diesen Aspekt wird in diesem Bericht nicht näher eingegangen. Basierend auf den ökomorphologischen Erhebungen wird derzeit eine kantonale Revitalisierungsplanung erarbeitet.

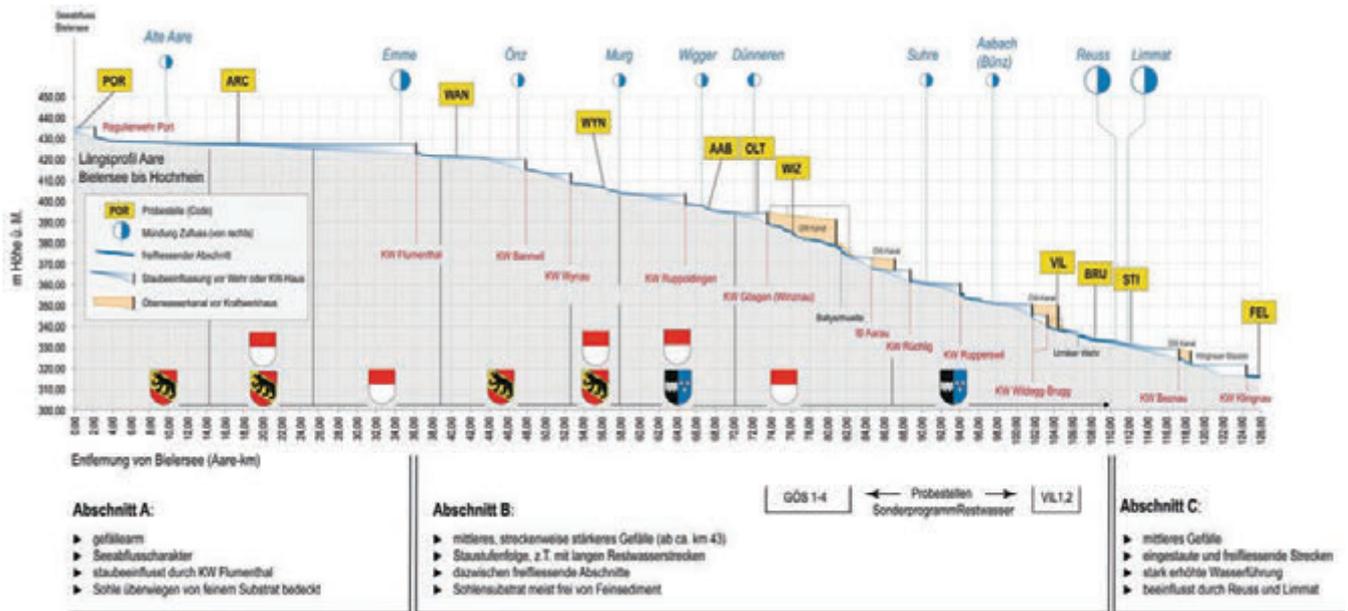
#### Zustand der Aare

Vom Bielersee bis zur Mündung in den Rhein ist die Aare 125 Kilometer lang. Diese Strecke ist weitgehend anthropogen geprägt, also durch menschliche Einflüsse verändert worden: ungefähr 70 Prozent dieser Strecke wird durch Stauwehre und deren Staubereich beeinflusst und rund 20 Prozent sind Restwasserstrecken. Nur rund 10 Prozent des Aarelaufs vom Bielersee bis zur Mündung in den Rhein sind unbeeinträchtigt, das heisst freifliessend mit vollem Abfluss. Auch in den Jahren 2011 und 2012 haben die Kantone Bern, Aarau und Solothurn gemeinsam die Aare zwischen dem Bielersee und der Mündung in den Rhein systematisch untersucht – wie zuvor bereits in den Jahren 2001 und 2002.

*Zur Bewertung von Fliessgewässern hat das Bundesamt für Umwelt (BAFU) zusammen mit dem Wasserforschungs-Institut des ETH-Bereichs (eawag) und mit kantonalen Fachstellen das sogenannte Modul-Stufen-Konzept erarbeitet. In verschiedene Stufen, die sich in ihrer Bearbeitungsintensität und ihrem räumlichen Bezug unterscheiden, werden chemisch-physikalische, hydromorphologische, biologische sowie ökotoxikologische Aspekte der Gewässerqualität untersucht:*

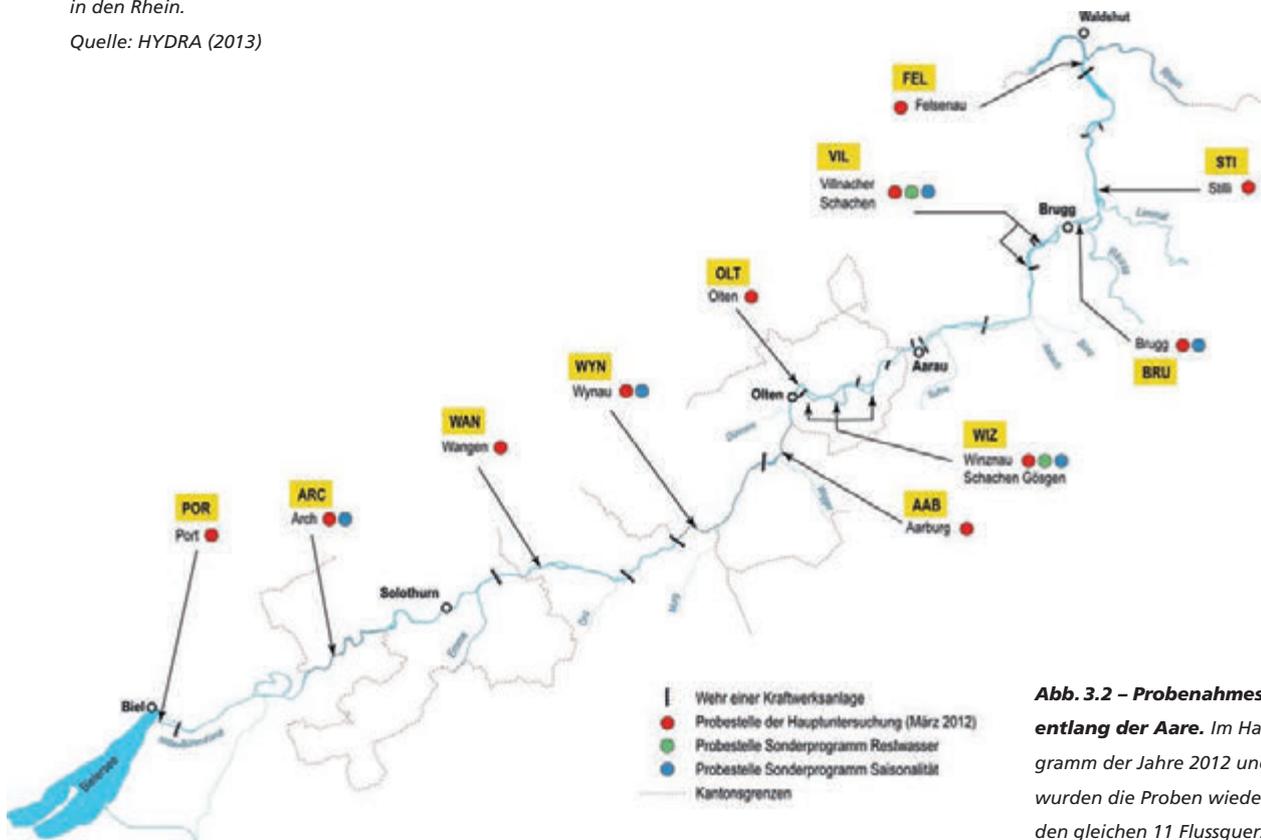
- Stufe F – flächendeckend
- Stufe S – systembezogen
- Stufe A – abschnittsbezogen

*Stucki, P.: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Makrozoobenthos Stufe F (BAFU, Umwelt-Vollzug 1026, 2010).*



**Abb. 3.1 – Schematisches Längsprofil Aare.** Stauwehre und deren Staubereich prägen einen grossen Teil des Aarelaufs zwischen Bielersee und Mündung in den Rhein.

Quelle: HYDRA (2013)



**Abb. 3.2 – Probenahmestellen entlang der Aare.** Im Hauptprogramm der Jahre 2012 und 2013 wurden die Proben wieder aus den gleichen 11 Flussquerschnitten zwischen Bielersee und Rhein gesammelt, die schon vor zehn Jahren untersucht worden sind.

Schon 2001 und 2002 ist in dem als Langzeitmonitoring konzipierten Programm die Besiedlung der Flusssohle mit wirbellosen Kleinlebewesen (Makrozoobenthos) und ihr Bewuchs mit Kieselalgen untersucht worden. Bei der jüngsten Kampagne kamen nun auch noch Untersuchungen des Jung- und Kleinfischbestands hinzu. In Sonderprogrammen, die sich über die Jahre 2010 bis 2013 erstreckten, sind zudem die Saisonalität der Besiedlung durch wirbellose Kleinlebewesen und die Besonderheiten ausgewählter Restwasserstrecken studiert worden.

### **Kieselalgen**

Die koordinierten biologischen Untersuchungen der Aare beinhalten auch einen Bericht über die Lebensgemeinschaften der Kieselalgen. Anlässlich dieser Untersuchung wurden dieselben 11 Transsekte (Flussquerschnitte mit Probennahmestellen entlang einer geraden Linie) biologisch beprobt wie vor rund 10 Jahren.

Die Bewertung der Kieselalgenproben erfolgte mit zwei Verfahren: einerseits mit dem Modul-Stufen Konzept (Modul Kieselalgen), andererseits als Gesamtbewertung unter Berücksichtigung weiterer Aspekte wie der Gewässergüte und der Taxazahl (Taxa sind Gruppen von Lebewesen, die als systematische Einheit gelten).

Die Kieselalgen-Lebensgemeinschaften wiesen über alle 48 Probenahmestellen hinweg 149 Taxa auf. Dies sind 28 Prozent der für Fließgewässer Mitteleuropas bekannten Taxa. Die artenreichste Probe wies mit 50 Taxa eine auch für Flüsse überdurchschnittlich hohe Artenvielfalt auf. Während an den Ufern die Taxazahl im Mittel über alle Uferproben hinweg bei 32 Taxa war, betrug der Mittelwert der Proben in der Flussmitte nur 21. Auffällig und ungewöhnlich für Fließgewässer war der hohe Anteil an erodierten Kieselalgeschalen. Die Ursachen dieser Erosion ist unklar, wobei methodisch bedingte Effekte weitgehend ausgeschlossen werden können. Bei den Untersuchungen im Jahr 2001 ist sie jedenfalls nicht beobachtet worden.

Die durch die Kieselalgen-Lebensgemeinschaften biologisch indizierte Wasserqualität in der Aare war im Untersuchungsjahr an allen Transsekten «gut» bis «sehr gut». Nur 2 Probenahmestellen innerhalb eines Transsekts (Arch, Taucher Mitte und Olten, Ufer rechts) erhielten die Beurteilung «mässig».

Verglichen mit der Untersuchung 2001 ist die biologisch indizierte Wasserqualität in der Aare besser geworden. Dasselbe gilt auch gemäss der Gesamtbewertung. So erfüllten im Frühjahr 2012 immerhin 22 der 28 Stellen die ökologischen Ziele gemäss eidg. Gewässerschutzverordnung (GSchV).

### **Wirbellose**

Die bereits 2001 und 2002 gefundenen Unterschiede in der Besiedlung der Aare bestätigten sich. So wurde der gefällearme Aareabschnitt unterhalb des Bielersees (Abb. 3.1, Abschnitt A) von anderen Wirbellosenarten dominiert als die freifliessenden Strecken zwischen Wangen und Brugg (Abb. 3.1, Abschnitt B) oder die tiefen Aarestellen unterhalb der Reuss- und Limmatmündung (Abb. 3.1, Abschnitt C). Um auch die tiefen Aarestellen beproben zu können, wurden erneut Taucher eingesetzt.

Auffallend ist zudem, dass sich die Sohlenbesiedlung der Aare an den meisten Stellen seit 2002 grundlegend verändert hat. Ursache hierfür ist vor allem die zwischenzeitliche Ausbreitung von Neozoen, das heisst neuer, eingeschleppter Wirbellosenarten (z.B. Körbchenmuscheln und Höckerflohkrebe). Diese bereits seit

*Diese jüngsten Untersuchungen der Aare wurden in einem Hauptbericht zusammengefasst, und ein weiterer Bericht hält die Resultate über die Lebensgemeinschaften der Kieselalgen fest:*

*HYDRA: Koordinierte biologische Untersuchungen an der Aare zwischen Bielersee und Rhein 2011–2013. Fachbericht zum Untersuchungsprogramm zuhanden der Gewässerschutz- und Fischereifachstellen der Kantone Aargau, Bern und Solothurn (2013)*

*AquaPlus: Koordinierte biologische Untersuchungen an der Aare: Fachbericht Kieselalgen 2012: Aufnahmen zwischen Bielersee und Mündung in den Rhein an 11 Transekten (2013)*

---

1995 im Hochrhein beobachteten Besiedlungsprozesse laufen in ähnlicher Form auch in der Aare ab. Zudem gab es bei der angestammte Wirbellosenfauna in den letzten zehn Jahren Veränderungen. So nahm vor allem an einigen naturnahen und freifliessenden Stellen der Anteil der EPT-TAXA (Eintagsfliegen, Steinfliegen, Köcherfliegen) tendenziell ab.

Generell hat die Besiedlungsdichte angestammter Arten wenig bis mässig abgenommen. Ob dies bereits im Zusammenhang mit der beobachteten Neozoen-Ausbreitung steht, ist noch nicht eindeutig belegbar.

### **Jung- und Kleinfische**

Aus den Ergebnissen der Jung- und Kleinfischerhebungen liessen sich die Reproduktionspotenziale an den untersuchten Aareabschnitten abschätzen. Besiedlungsunterschiede, die sich bereits bei den Untersuchungen der Wirbellosen zeigten, wurden durch die Erfassung der Jungfischfauna erhärtet bzw. traten noch deutlicher zu Tage. Deshalb wird für künftige Monitoring-Kampagnen eine Kombination dieser beiden Untersuchungsinhalte vorgeschlagen.

Auffällig war die völlig unterschiedliche Zusammensetzung der Jungfischfauna zwischen den Stellen in den Aareabschnitten A auf der einen und den Abschnitten B und C auf der anderen Seite (vgl. Abb. 3.1). Während sich die gefällearme und rückgestaute Strecke A eher der Barbenregion zuordnen lässt, findet sich in den unteren, zum Teil freifliessenden Strecken eine bachähnliche Fischgemeinschaft. Dort werden mehr Arten gezählt.

Diese Unterschiede zeugen von verschiedenen Reproduktionsmöglichkeiten und Habitatangeboten. An den Stellen «Brugg» und «Felsenau» belegten die Befischungsergebnisse den Erfolg lokaler Aufwertungsmassnahmen.

### **Saisonalität und Restwasser**

Weitreichende Zusatzinformationen über die Flussbesiedlung lieferten die beiden Sonderprogramme «Saisonalität» und «Restwasserstrecken». Durch sie konnten auffällige Besiedlungsunterschiede im Jahresverlauf und zwischen den Jahren aufgedeckt werden. Die grossen Restwasserstrecken Gösger- und Villnacherschachen sind im aktuellen Zustand gute Besiedlungsreservoirs und wertvolle ökologische Trittsteine für die Aare. Die Erhöhung der Dotierwassermenge seit der letzten Untersuchungskampagne hat sich positiv auf die ökologische Funktionsfähigkeit ausgewirkt. Dies lässt sich weniger an der nachgewiesenen Besiedlung als vielmehr an der Zunahme fluss- und auentypischer Lebensräume feststellen.

### **Zustand der Dünnern**

Auch an der Dünnern wurden biologische Untersuchungen durchgeführt. Sie fanden im Mai 2011 an 9 Stellen zwischen Welschenrohr und Olten statt und ergänzten die 2009 durchgeführten Studien zur Beeinflussung der Wasserqualität durch Einleitungen aus Abwasserreinigungsanlagen (vgl. Kapitel 8).

Der pflanzliche Bewuchs setzt sich in der Dünnern hauptsächlich aus Algen und vereinzelt aus Moosen zusammen. Es ist teilweise eine übermässige Veralgung festzustellen, besonders nach Zuflüssen aus Abwasserreinigungsanlagen.

*AquaPlus: Dünnern – Gewässer-ökologischer Ist-Zustand Mai 2011. Im Auftrag des Amt für Umwelt des Kantons Solothurn (2012).*

*Das Probejahr 2011 war sehr trocken, wodurch ein gewisser negativer Verstärkereffekt nicht ausgeschlossen werden kann: Schadstoffe werden durch niedrigen Abfluss konzentrierter.*

Bei der Lebensgemeinschaft der Kieselalgen ist die Situation besser («sehr gute» bis «gute» Verhältnisse). Dagegen zeigt sich bei den Wasserwirbellosen gegenüber der Vorperiode tendenziell eine Abnahme der Taxazahl. Die Gesamtindividuen sind trotzdem meist «mittel bis gross». An der Referenzstelle oberhalb von Welschenrohr dominieren in der Lebensgemeinschaft der Wasserwirbellosen die Bachflohkrebse (Gammariden), an den übrigen Stellen flussabwärts sind es die Zuckmücken (Chironomiden).

Die Dünner ist, auch aus biologischer Sicht, ein belastetes Gewässer, das durch viele Einflüsse beeinträchtigt wird. Die Einträge aus den Abwasserreinigungsanlagen gehören ebenso dazu wie kurzzeitige Nährstoff- und Schadstoffeinträge aus der Landwirtschaft oder aus Niederschlagswasser. Darüber hinaus ist die Dünner ein monotones Fließgewässer mit ökomorphologischen Defiziten. Alle diese Beeinträchtigungen wirken sich auf die hier betrachteten aquatischen Lebensgemeinschaften aus. Neben der zum Teil starken Veralgung entspricht auch die Wirbellosen-Lebensgemeinschaft nicht der Zusammensetzung, die für ein höchstens als «schwach» belastetes Gewässer – und das wäre das Qualitätsziel – wünschenswert wäre.

### Badewasserqualität

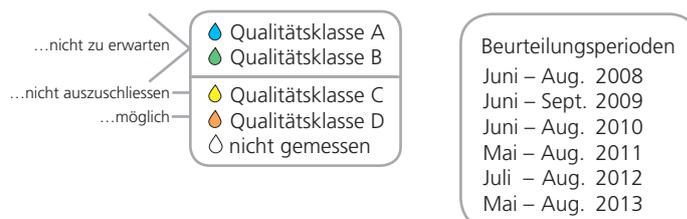
Die Badewasserqualität wird regelmässig vom kantonalen Labor des Gesundheitsamts überprüft (als Hygieneparameter werden dabei die intestinalen Enterokokken untersucht). Die Badewasserqualität der Aare ist im westlichen Kantonsteil besser als flussabwärts: Vor allem die Zuflüsse aus der Emme und der Dünner belasten die Aare. Die Verunreinigung vom 29. Juli 2013 ist auf starke Niederschläge zurückzuführen. Der Burgäschisee hatte in den jüngsten Jahren eine einwandfreie Badewasserqualität.

| Gewässer | Messstelle  | 2008     | 2009     | 2010     | 2011     | 2012     | 2013     |
|----------|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Aare     | Altreu      | ●●●●●●●● | ●●●●●●●● | ●●●●●●●● | ●●●●●●●● | ●●●●●●●● | ●●●●●●●● |
| Aare     | Grenchen    | ●●●●●●●● | ●●●●●●●● | ●●●●●●●● | ●●●●●●●● | ●●●●●●●● | ●●●●●●●● |
| Aare     | Solothurn   | ●●●●●●●● | ●●●●●●●● | ●●●●●●●● | ●●●●●●●● | ●●●●●●●● | ●●●●●●●● |
| Emme     | Derendingen | ●●●●●●●● | ●●●●●●●● | ●●●●●●●● | ●●●●●●●● | ●●●●●●●● | ●●●●●●●● |
| Aare     | Oltén       | ●●●●●●●● | ●●●●●●●● | ●●●●●●●● | ●●●●●●●● | ●●●●●●●● | ●●●●●●●● |
| Aare     | Winznau     | ●●●●●●●● | ●●●●●●●● | ●●●●●●●● | ●●●●●●●● | ●●●●●●●● | ●●●●●●●● |
| Aare     | Schönenwerd | ●●●●●●●● | ●●●●●●●● | ●●●●●●●● | ●●●●●●●● | ●●●●●●●● | ●●●●●●●● |
| See      | Burgäschi   | ●●●●●●●● | ●●●●●●●● | ●●●●●●●● | ●●●●●●●● | ●●●●●●●● | ●●●●●●●● |

**Badewasserqualität der Aare und des Burgäschisees nach Qualitätsklassen.**

Daten: Kanton Solothurn, Gesundheitsamt Lebensmittelkontrolle, Jahresberichte 2008–2013

Eine gesundheitliche Beeinträchtigung durch Badewasser ist...



## Fische und Fischerei

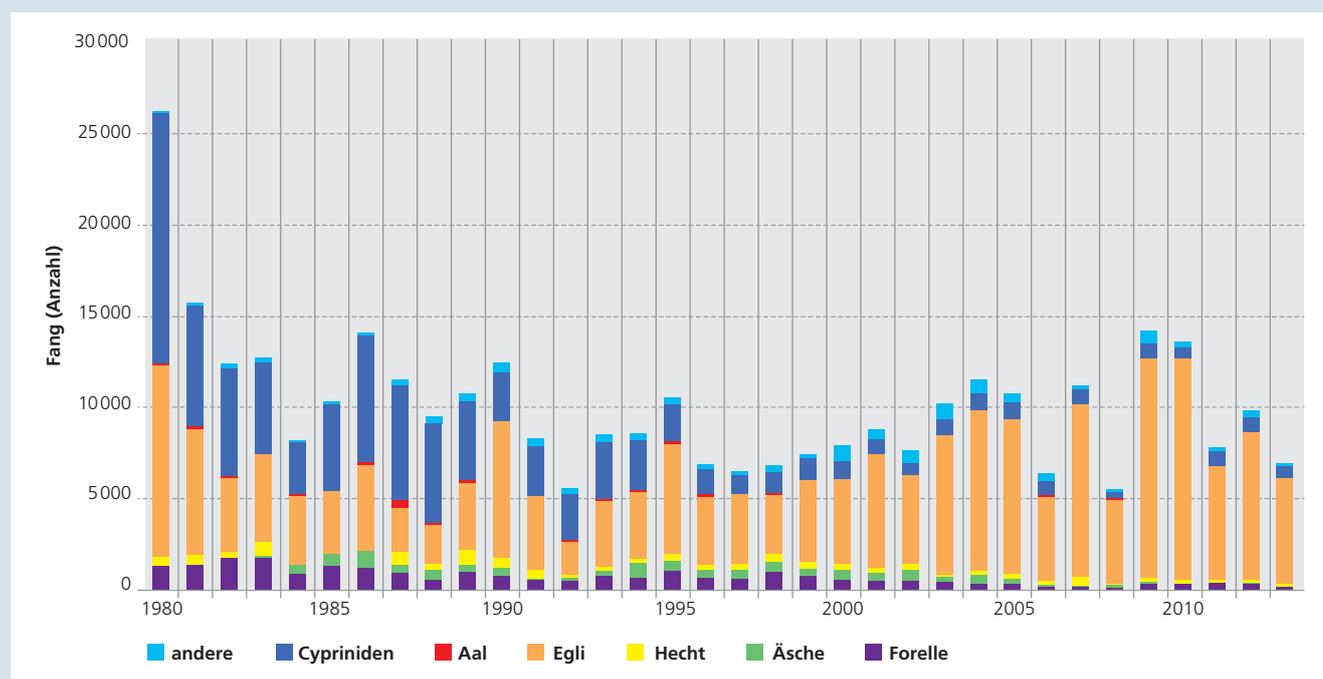
*Durch die Klimaerwärmung erhöhen sich die Wassertemperaturen in Fließgewässern, und dadurch verändern sich auch die Fischbestände.*

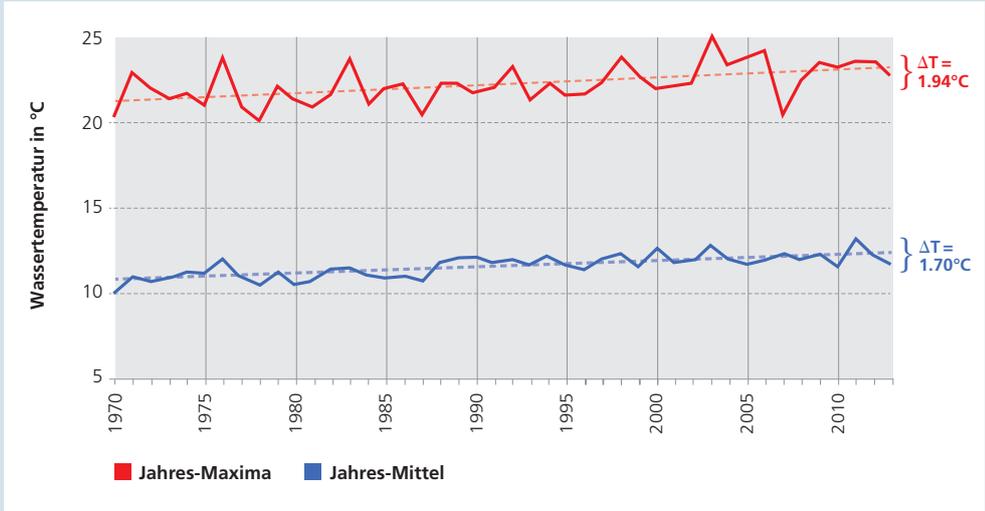
Die Fischbestände im Kanton Solothurn haben sich in den letzten Jahren stark verändert: einerseits nehmen sie zahlenmässig ab, andererseits verändert sich die Artenzusammensetzung. Diese Aussage stützt sich auf die Auswertung der Fischfangstatistiken, die von den Fischern selbst ausgefüllt werden. Einige Sportfischereivereine führen solche Statistiken seit den 1940er-Jahren, wodurch auch Veränderungen und Schwankungen der Fischpopulationen ersichtlich werden.

Anschaulich können diese Entwicklungen am Aareabschnitt zwischen Grenchen und Flumenthal erläutert werden (vgl. Abb. 3.3). Dort nahmen die Fangzahlen seit den 1980er-Jahre ab, von vormals 20 000 Stück auf unter 10 000 in den 1990er-Jahren. Doch ab Mitte der 2000er-Jahre zeigen die Fänge, trotz erheblicher Schwankungen, wieder eine zunehmende Tendenz. Der vermeintlich starke Einbruch der Fänge im Jahr 2008 kann mit dem durch den Systemwechsel von der Pacht- zur Patentfischerei verminderten Rücklauf der Fangstatistiken erklärt werden. Seit dem Jahr 2009 gilt für die Fischerei in grösseren Gewässern das Patentsystem: Aare, Emme, Dünnern, Lüssel, Lützel, Birs und Chastelbach. Jährlich werden stabil rund 2000 Angelpatente verkauft. Alle anderen Gewässer werden immer noch als Pachtgewässer behandelt.

Aus fischereirechtlicher Sicht ist im Kanton Solothurn vor allem die Aare von Bedeutung, da 90% der Fangträge aus der Aare stammen. Bezüglich der Fangzahlen scheint die Talsohle zumindest im Aareabschnitt zwischen Grenchen und Flumenthal durchschritten zu sein. Bei genauerer Betrachtung variieren aber einzelne Fischarten unterschiedlich in den dargestellten Fängen: Salmoniden (Forellen, Äschen) und andere rheophile (strömungsliebende) Arten wie die Barbe sind

**Abb. 3.3 – Jährliche Fischfänge in der Aare zwischen Grenchen und Flumenthal.** In den Jahren 1980, 1981, 1984, 1986, 1987 und 1988 sind nicht von allen Vereinen Fangdaten erhoben worden. Die Gesamtfangzahl dieser Jahre ist somit höher als in der Grafik ausgewiesen. Zur Sammelgruppe «andere» gehören weniger häufig gefangene Fischarten wie Welse, Felchen oder kleinere Karpfenartige, die von den Sportfishern nicht genauer bestimmt wurden.





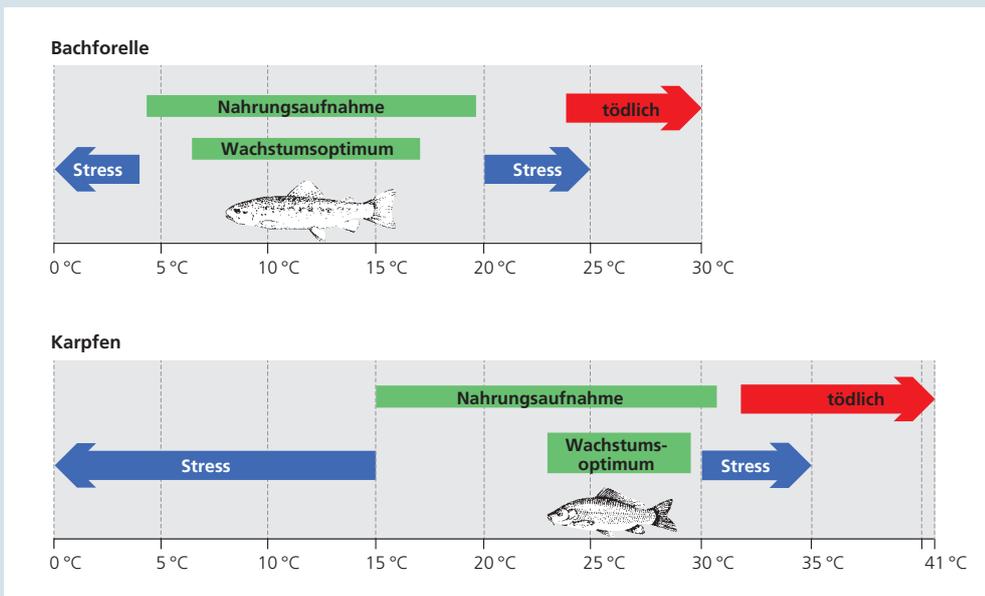
**Abb. 3.4 – Faktor Wassertemperatur.** Verlauf der Wassertemperatur von 1970 bis 2013 in der Aare bei Brugg oberhalb des Wasserschlosses (Zusammenfluss der Aare, Reuss und Limmat).

immer noch abnehmend. Das gleiche gilt auch für die Karpfenartigen (Cyprinidien). Der schmackhafte Egli (Flussbarsch) ist für die Sportfischerei die wichtigste Fischart zwischen Grenchen und Flumenthal. Sie machte in den letzten Jahren über 80 Prozent des Gesamtfangs aus.

Aus Sicht der Fischerei ist die Temperatur ein Haupteinflussfaktor im Aareabschnitt Grenchen–Flumenthal. Sie wird seit den 1970er Jahren in Brugg und Brugg (vor dem Zusammenfluss mit Reuss und Limmat) kontinuierlich gemessen. Die Messreihe zeigt, dass sich die Jahresmitteltemperatur der Solothurner Aare in den letzten 40 Jahren um rund 1.70 °C erhöht hat (Abb. 3.4). Weit grösseren Einfluss auf die Fischbestände hat jedoch der Anstieg der Jahresmaxima (1.94 °C). Der massive Anstieg bewirkt, dass kälteliebende Fischarten wie die Forelle und Äsche gestresst werden, da ihr Temperaturoptimum für wichtige Lebensvorgänge überschritten wird. Sie werden dadurch aus dem Lebensraum Aare verdrängt. Ihre Plätze übernehmen andere Fischarten (z.B. Egli) mit einem höheren Temperaturoptimum (Abb. 3.5).

**Abb. 3.5 – Temperaturansprüche von Bachforellen und Karpfen.** Mit der Wassertemperatur verändert sich auch die Artenzusammensetzung in einem Bach oder Fluss.

Quelle: Elliott, J.M.: Some aspects of thermal stress on freshwater teleosts. In: Stress and Fish (ed. A.D. Pickering), London (1981)





*Die beiden Toteisseen im Wasseramt (Burgäschi- und Inkwilersee) dienen vielen Vögeln als Brut- oder Jagdgebiet. Bild: Fischreither*



## Zustand Burgäschisee

Der Burgäschisee ist ein kleiner, bis zu 31 Meter tiefer See in der Nähe von Herzogenbuchsee auf der Kantongrenze Solothurn-Bern. Etwa zwei Drittel der Seefläche gehören zum Kanton Solothurn.

Das Einzugsgebiet des Burgäschisees wird landwirtschaftlich genutzt. Entsprechend hoch sind die dem See zufließenden Nährstoffmengen. Deshalb ist der Burgäschisee seit vielen Jahren eutroph (ein Lebensraum mit hoher organischer Produktivität). Das äussert sich einerseits durch ein starkes Algenwachstum, andererseits durch prekäre Sauerstoffverhältnisse. Die vor knapp vierzig Jahren in Betrieb genommene Tiefenwasserableitung, die stark belastetes Wasser am Seegrund direkt in den Seeausfluss abführt, hat den Zustand zwar stabilisiert, aber nicht grundlegend verbessert.

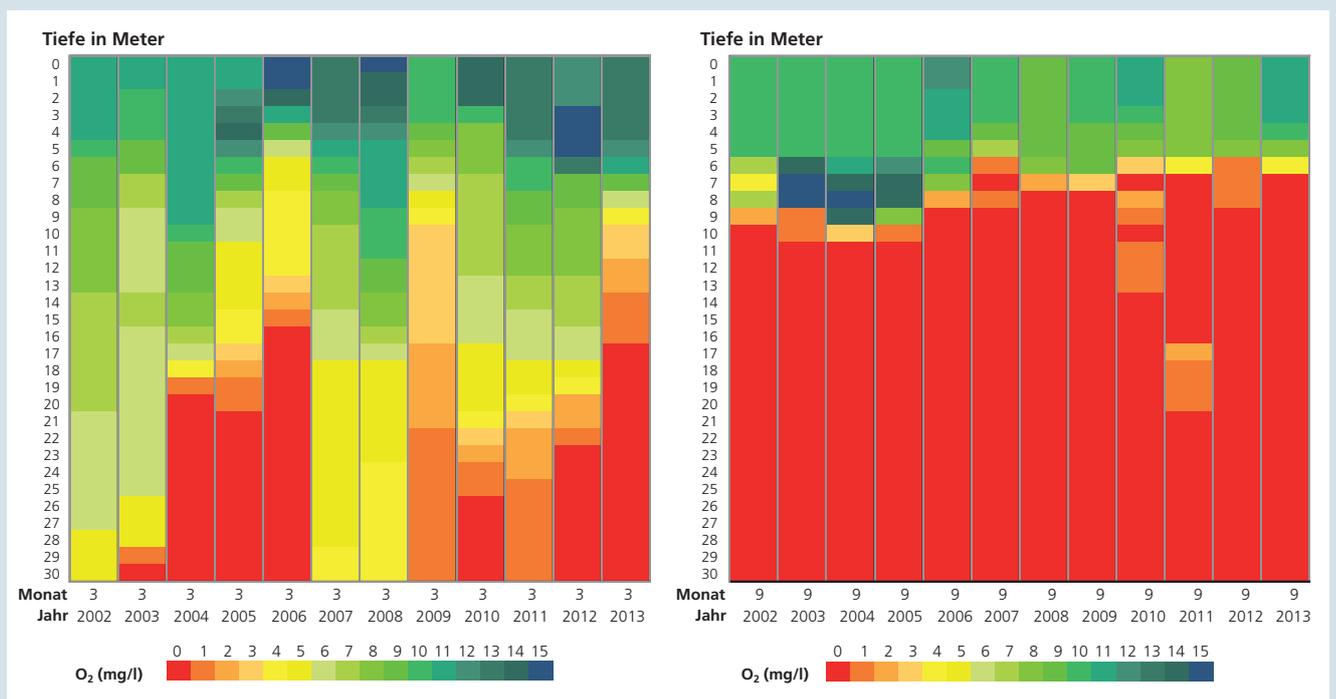
### Sauerstoff

In den Wintermonaten der vergangenen Jahre hat sich der Wasserkörper nur noch sehr selten, wenn überhaupt, durchmischt und mit Sauerstoff angereichert. Schon im Frühjahr hat der Burgäschisee deshalb wenig Sauerstoff, und durch den bakteriellen Abbau absterbender Algen wird der noch vorhandene Sauerstoff im Tiefenwasser bereits früh vollständig aufgebraucht. Unterhalb von rund 8 Metern und während mehrerer Monate pro Jahr ist das Tiefenwasser deshalb völlig sauerstofflos und als Lebensraum für Wasserlebewesen nicht mehr nutzbar. In windstillen und heissen Sommerphasen können sich Fische noch in den obersten 6 Metern des Wasserkörpers aufhalten. In grösserer Tiefe würden sie ersticken.

Im Sommer hat der Burgäschisee stabil geschichtetes warmes Oberflächen- und kaltes Tiefenwasser. Ein Temperatursturz im Spätsommer oder ein starkes Gewitter reichen nicht aus, um diese Schichtung zu zerstören. Erst sinkende Temperaturen

*Unter natürlichen Verhältnissen wäre der Burgäschisee mesotroph (ein Lebensraum mit mittlerer organischer Produktivität).*

**Abb. 3.6 – Tiefenprofil Burgäschisee.** Die beiden Grafiken dokumentieren den Sauerstoffgehalt im März (links) und im September (rechts).



und mehrere Winterstürme führen zu einer – häufig nicht vollständig ablaufenden – Zirkulation des Seewassers. Ein Kippen des gesamten Sees in einen sauerstofflosen Zustand ist beim Burgäschisee daher sehr unwahrscheinlich.

### Stickstoff

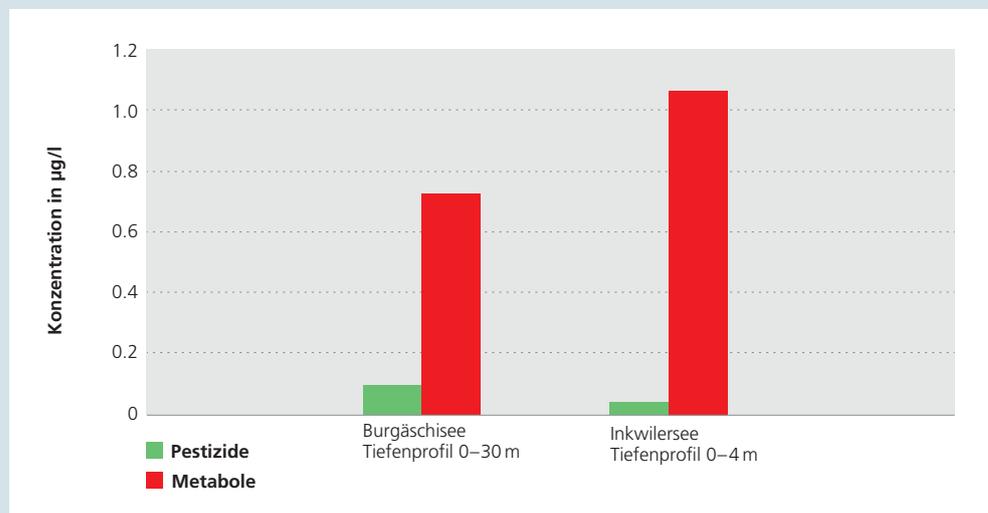
Der Verlauf der Ammoniumkonzentrationen im Frühling und im Herbst widerspiegelt einerseits die hohen Stickstoffmengen und andererseits die Sauerstoffverhältnisse in den verschiedenen Wassertiefen. In den Märzmessungen sind die Ammoniumwerte über die gesamte Wassersäule gering, meistens sogar unterhalb der Bestimmungsgrenze. Der Stickstoff liegt in dieser Jahreszeit hauptsächlich in oxidiert Form als Nitrat vor. Hat die winterliche Zirkulation nicht bis ins tiefere Hypolimnion (also unterhalb einer Tiefe von rund 15 Metern) gereicht, sind dort bereits im Frühling hohe Ammoniumwerte festzustellen. Im Laufe des Sommers kann die Ammonium-Konzentration im sauerstofflosen Hypolimnion sehr hohe Werte annehmen. Das ist ein deutlicher Hinweis auf ein starkes bevorstehendes Wachstum von Algen und deren Abbau am Ende der Saison.

Das Hypolimnion ist die untere, nur durch interne Wellen und deren Ausgleichsströmungen bewegte Wasserschicht in einem geschichteten, stehenden Gewässer.

### Pestizide und deren Abbauprodukte

Bei den Pestiziden ist die Konzentration ihrer Abbauprodukte höher als jene ihrer Ausgangsstoffe: Im Burgäschisee ist die Summe der gemessenen Umwandlungsprodukte rund 0.8 µg/l. Dieser Wert übertrifft das Gesamttotal der ermittelten Pestizide um etwa das Zehnfache. Im Inkwilensee ist der Unterschied noch ausgeprägter (vgl. Abb. 3.7). Mangels ökotoxikologischer Qualitätskriterien für Abbauprodukte von Pestiziden lassen sich diese Befunde nicht fundiert beurteilen. Vorsorglich sollte der Eintrag von Spurenstoffen in die Gewässer – und damit auch die Gehalte ihrer potenziell kritischen Abbauprodukte – aber möglichst minimiert werden. Denn diese stabilen und wasserlöslichen Verbindungen können auch in genutzte Grundwasservorkommen gelangen und die menschliche Gesundheit gefährden.

**Abb. 3.7 – Pestizide und deren Abbauprodukte.** Zwischen März 2011 und September 2012 analysierte das Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern (AWA) im Burgäschisee und im Inkwilensee jeweils im Frühjahr, Sommer und Frühherbst insgesamt je 6 Tiefenprofile. Dabei untersuchte man verschiedene Pestizide und deren Abbauprodukte (sogenannte Metaboliten).



## Zustand Inkwilersee

*Wie der Burgäschisee liegt auch der Inkwilersee in der Nähe von Herzogenbuchsee und zum Teil auf Solothurner Boden. Er ist etwa 500 Meter lang, 300 Meter breit und maximal knapp 5 Meter tief.*

Im Inkwilersee ist gelöster Phosphor – ein essentieller Nährstoff für Phytoplankton – im Überfluss vorhanden. Dies führt generell zu starkem Algenwachstum und zeitweise zur Blüte einzelner Arten. So hat zum Beispiel im September 2013 die einzellige *Ceratium hirundinella* die Algengemeinschaft vollständig dominiert.

Der bakterielle Abbau des toten Planktons benötigt Sauerstoff, der im Wasser in gelöster Form vorhanden ist. Ist dieser bei der Zersetzung von hohen Algenbiomassen aufgebraucht, erfolgt eine unvollständige Mineralisation. Dabei entstehen an Stelle von oxidierten Abbauprodukten (Nitrat oder Sulfat) reduzierte Verbindungen wie Ammonium oder Sulfid. Diese reichern sich im geschichteten See in den untersten Metern an. Der Wasserkörper ist dort einerseits vollständig sauerstofflos, andererseits ist die Konzentration an toxischen Verbindungen wie etwa dem nach faulen Eiern stinkenden Schwefelwasserstoff ( $H_2S$ ) hoch. In diesem Tiefenwasser können Fische, Krebse, Muscheln, Würmer, Insektenlarven und das Plankton nicht mehr überleben.

Im Spätsommer können plötzliche Temperatureinbrüche oder starke Winde dazu führen, dass der See kippt: Das sauerstofflose und mit reduzierten Verbindungen belastete Tiefenwasser wird aufgemischt und über die ganze Wassersäule verteilt. Diese Verdünnung mit Tiefenwasser reduziert auch den zuvor noch im Oberflächenwasser vorhandenen Sauerstoff. Aber auch der verbliebene Sauerstoff wird durch die ablaufenden Oxidationsprozesse der reduzierten Verbindungen innert kürzester Frist völlig aufgebraucht. Solange im Wasser noch reduzierte Verbindungen vorhanden sind, wird sämtlicher in den See eingetragener Sauerstoff zuerst für die Oxidation benötigt. Erst dann kann sich langsam wieder Sauerstoff im Wasser anreichern. Es dauert je nach Situation Stunden oder Tage, bis sich wieder genügend Sauerstoff anreichert. Im schlimmsten Fall stirbt ein Teil der Fauna ab. Im Inkwilersee war dies 2009 und 2011 der Fall.

### Phosphor

Die Gesamtposphor-Konzentrationen ( $P_{tot}$ ) sind mit 100 bis 300 mg Phosphor pro Liter im Herbst am höchsten. Ein beträchtlicher Teil des Phosphors in der Wassersäule dürfte dann in der Algenbiomasse enthalten sein, welche in den Wintermonaten abgebaut wird. Der mineralisierte Phosphor sedimentiert, so dass im Frühling die Konzentrationen von  $P_{tot}$  deutlich geringer sind.

### Stickstoff

Die Stickstoffverbindungen (Ammonium, Nitrit, Nitrat) entstehen einerseits durch das Algenwachstum, andererseits durch die wechselnden Konzentrationen von Sauerstoff. Das Nitrat liegt im Frühjahr in Konzentrationen von 3 bis 4 mg/l vor und wird im Laufe des Sommers zu Ammonium reduziert (sobald der im Wasser

*Der Burgäschisee und der Inkwilersee sind nicht die einzigen Kleinseen im Kanton Solothurn. Gemäss einer Aufstellung des Bundes gibt es mindestens 63 Kleinstgewässer im Kanton.*

*Der Inkwilersee wäre auch unter natürlichen, vom Menschen unbeeinflussten Verhältnissen eutroph (ein Lebensraum mit hoher organischer Produktivität).*

gelöste Sauerstoff durch den bakteriellen Abbau des Planktons vollständig aufgebraucht ist). Entsprechend werden die höchsten Ammonium-Konzentrationen im Frühherbst gemessen. Sie sind ein deutliches Zeichen für ein übermässiges Algenwachstum.

Der Inkwilersee ist sehr nährstoffreich (eutroph), also ein Lebensraum mit hoher organischer Produktivität. Durch den Zufluss von Phosphor und Stickstoff aus dem landwirtschaftlich geprägten Einzugsgebiet und durch die Siedlungsentwässerung ist die aktuelle Primärproduktion aber deutlich höher als bei einem natürlichen, von menschlichen Einflüssen unbeeinflussten Zustand. Der Inkwilersee verlandet deshalb zusehends und wandelt sich von einem offenen Wasserkörper hin zu einem Flachmoor.

Dieser Entwicklung soll gemäss dem seit 2011 vorliegenden Sanierungskonzept entgegengewirkt werden. Um die Verlandung zu hemmen, sollen in den Uferzonen Sedimente abgesaugt werden. Dadurch würde auch der Lebensraum für aquatische Organismen wieder grösser. Trotz solcher Massnahmen kann aber auch in Zukunft das Kippen des Inkwilersees nicht gänzlich verhindert werden.

### Naturschutz

Das Wasser im Inkwilersee ist zu tief für eine un stabile Schichtung mit häufigeren Zirkulationen, aber auch zu seicht für eine stabile Schichtung mit langsam einsetzender Zirkulation. Deshalb, und wegen der hohen Algenproduktion, ist der Inkwilersee prädestiniert für eine plötzlich einsetzende Spätsommerzirkulation samt Faunensterben.

Jeweils Ende August 2009 und 2011 ist der Inkwilersee innert weniger Stunden in einen sauerstofflosen Zustand geraten, der mehrere Tage anhielt und ein grosses Fischsterben verursachte. Die Bestände haben sich jeweils rasch wieder erholt. Dies ist sowohl auf das gute Nahrungsangebot als auch auf die Besatzbemühungen des örtlichen Fischvereins zurückzuführen.

Die Alterszusammensetzung von aquatische Lebewesen zeigt, dass viele Muscheln und Fische sich während eines kurzen sauerstofflosen Zustands weiterhin mit genügend Sauerstoff versorgen können (etwa im Mündungsbereich von Drainagen und von zulaufenden Fliessgewässern wie dem Etzikenkanal, dem Dägermoosbächli oder dem Önzbergkanal).

Im Hinblick auf die geplante Absaugung von Sedimenten aus dem Inkwilersee haben Gewässerökologen im März 2012 Grossmuscheln umgesiedelt. An zwei Tagen haben sie ungefähr 3100 Tiere vom betroffenen Uferbereich in andere Gebiete innerhalb des Sees gebracht. Bei dieser Gelegenheit stellten die beauftragten Fachleute fest, dass es sich ausschliesslich um die einheimische Schwanenmuschel (*Anodonta cygnea*) handelt. 50 dieser Tiere waren jünger als 10 Jahre, 350 Tiere zwischen 10 und 15 Jahre alt. Die restlichen 2700 Muscheln waren über 15 Jahre alt und hatten Grössen von über 20 Zentimetern.

Es wird vermutet, dass sich im Inkwilersee zwischen 30000 und 50000 Exemplare dieser Muscheln befinden. Sie vollbringen eine gewaltige Reinigungsleistung, da eine Muschel pro Tag rund 30 Liter Seewasser filtert. Die Filtrierleistung der Tiere ist allerdings alters- und temperaturabhängig. Deshalb ergeben sich deutliche jahreszeitliche Unterschiede.

#### Abb. 3.8. Schwanenmuschel.

Die Schwanenmuschel ist auch für den Stoffhaushalt des Inkwilersees von Bedeutung: Ohne Muscheln würde der See früher im Jahr und häufiger in einen sauerstofflosen Zustand kippen. Aus diesem Grund ist die Erhaltung der grossen Population an Schwanenmuscheln für die Wasserqualität des Sees wichtig.



Bei der Erarbeitung des Sanierungskonzepts haben die beteiligten Naturforscher auf die 38 verschiedenen Libellenarten im Lebensraum rund um den See und an dessen Zuflüssen aufmerksam gemacht. Diese Vielfalt ist bemerkenswert, denn sie umfasst fast 50 Prozent der in der Schweiz je festgestellten Arten. Damit ist der Inkwilensee – zusammen mit dem Burgäschisee – eines der libellenreichsten Gewässer des Schweizer Mittellands. Die gut besonnten Röhrichte mit vorgelagerter Flachwasserzone, vor allem am sonnenexponierten Nordufer, sind für die Erhaltung der meisten Arten von existenzieller Bedeutung.

Weniger erfreulich ist, dass im Inkwilensee Amerikanische Rotwangen-Schmuckschildkröten (*Trachemys scripta elegans*) ausgesetzt worden sind. Bislang haben sie sich glücklicherweise nicht vermehrt. Diese Tiere wachsen zu stattlichen Exemplaren mit einer Grösse von bis zu 30 Zentimetern heran. Sie fressen alles, was sie überwältigen können, und richten so grosse Schäden an.

### Vogelschutz

Gemäss Jahresbericht des Natur- und Vogelschutzvereins Etziken brüteten im Frühling 2013 sechs Zwergdommelpaare (*Ixobrychus minutus*) im Schilfgürtel des Inkwilensees. Gemäss Vogelwarte Sempach brüten schweizweit nur gerade 80 bis 120 Zwergreiherpaare, so dass der Bruterfolg am Inkwiler- und Burgäschisee mit insgesamt 30 Jungen als sensationell bezeichnet werden kann. Die Bemühungen den Ufergürtel artenreich, vielfältig strukturiert, mit einem reduzierten Baumbestand und frei von Problempflanzen zu halten, wirkt sich sowohl für Flora als auch für Fauna zunehmend positiv aus.

### Vegetation

Ursprünglich war die Vegetation um den Inkwilensee baumlos: Es war eine Moorvegetation mit Binsen, Zypergräsern und Seggen. Durch Entwässerungen im Umland verschwanden diese Feuchtwiesen und wichen landwirtschaftlich genutztem Land. Der dichte und eintönige Baumbestand an Erlen, Weiden und Pappeln etablierte sich erst nach der Absenkung des Seespiegels und dem Bau des Drainagesystems im Einzugsgebiet des Sees in den 1960er-Jahren.

Im Jahr 2007 wurde die Vegetation detailliert erhoben und in botanischen Gesellschaften zusammengefasst. Inzwischen haben sich die seltenen Pflanzen wie beispielsweise der Wasserschierling (*Cicuta virosa*) oder die Gelbe Schwertlilie (*Iris pseudacorus*) deutlich vermehrt und weitere Standorte im Ufergürtel besiedelt. Allerdings kommt auch die Armenische Brombeere (*Rubus armeniacus*) vor. Sie ist eine eingeschleppte Pflanze – ein invasiver Neophyt – und wird regelmässig bekämpft.



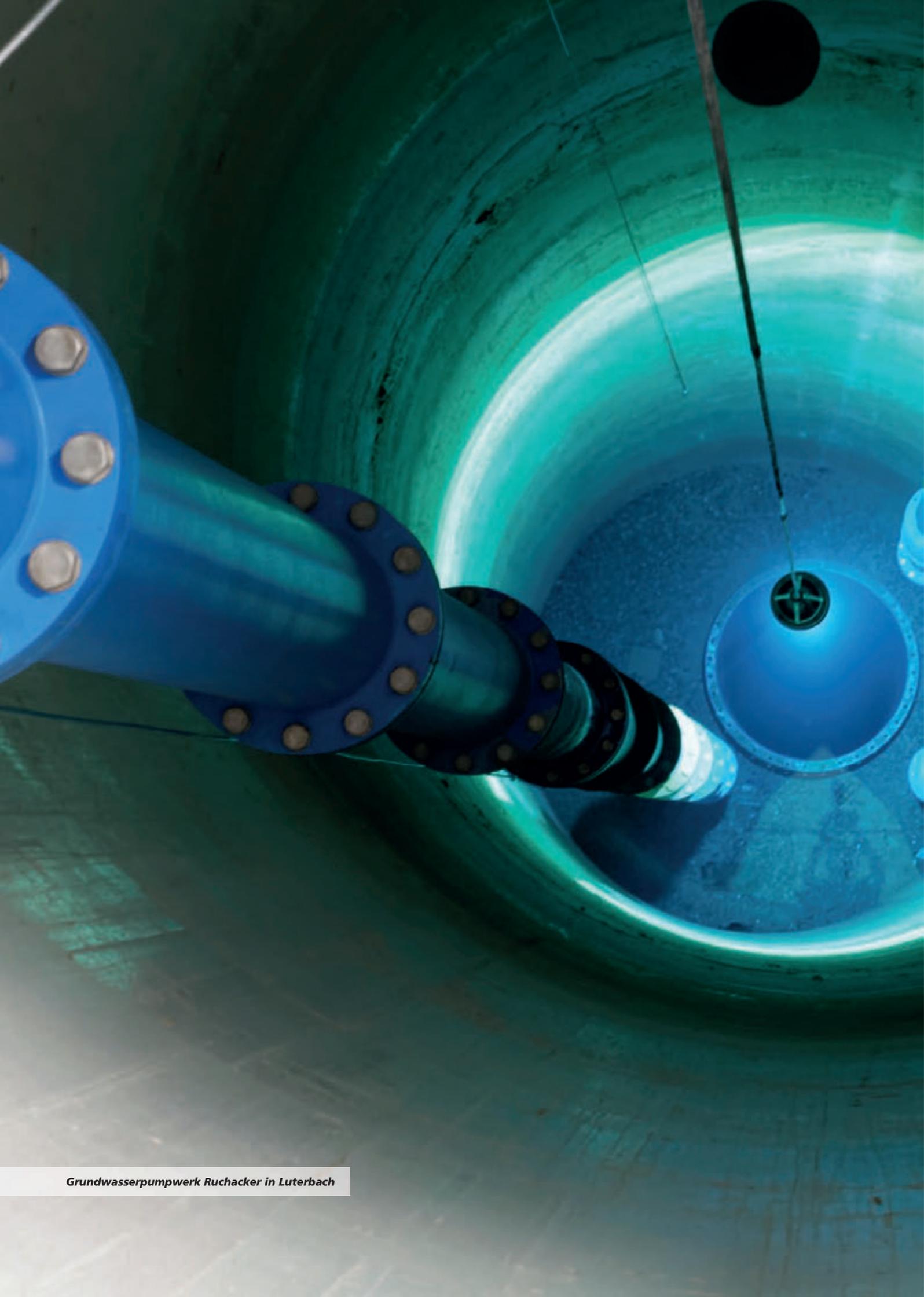
Abb. 3.9 – Gebänderte Prachtlibelle



Abb. 3.10 – Silberreiher



Abb. 3.11 – gelbe Schwertlilie



*Grundwasserpumpwerk Ruchacker in Luterbach*

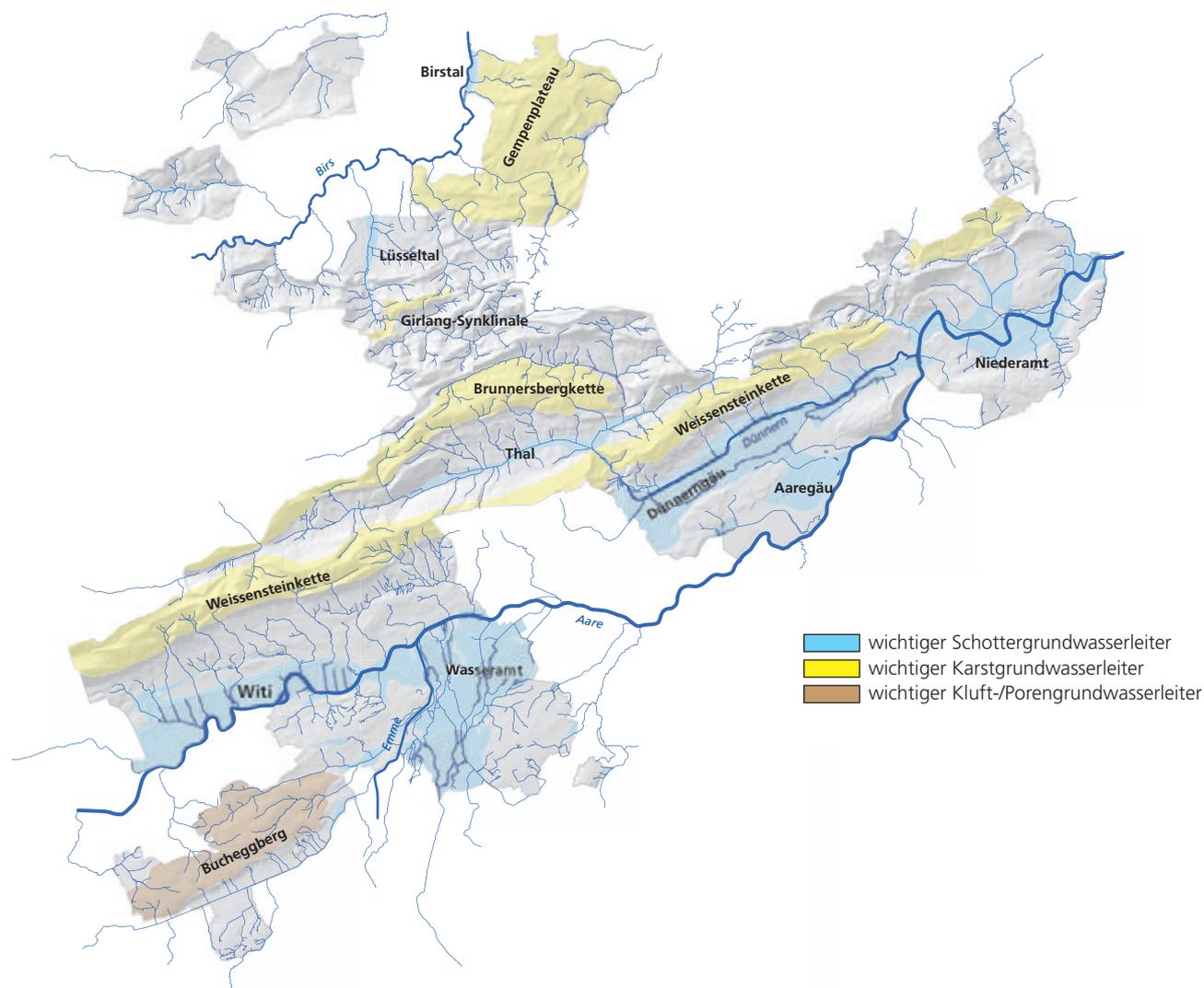
## 4 Grundwasservorkommen

*Der Kanton Solothurn ist reich an Grundwasser. Die verfügbaren Grundwasservorräte sind gross und haben sich quantitativ betrachtet kaum verändert.*

Grundwasser ist ein wichtiger einheimischer Rohstoff. Im Kanton Solothurn wird das gesamte Trinkwasser aus Grundwasser gewonnen, das zu drei Vierteln aus Pumpwerken in den Talsohlen und zu einem Viertel aus Quellen stammt. Das Grundwasser ist darüber hinaus ein zentrales Element des natürlichen Wasserkreislaufs und speist wertvolle Lebensräume wie Quellbiotop, Moore oder Feuchtgebiete.

Gespiesen werden die Grundwasservorkommen in der Regel durch unterirdischen Zufluss aus den Seitentälern, durch Infiltration aus Fließgewässern und durch versickerndes Regen- und Schmelzwasser. Für die Grundwasserneubildung aus Regenwasser ist nicht nur die Menge des gefallenen Niederschlages wichtig, sondern

**Abb. 4.1 – Grundwasservorkommen.** Die wichtigsten Grundwasserleiter befinden sich in den Talebenen, in den Karstgebieten des Juras und im Sandstein des Bucheggbergs.

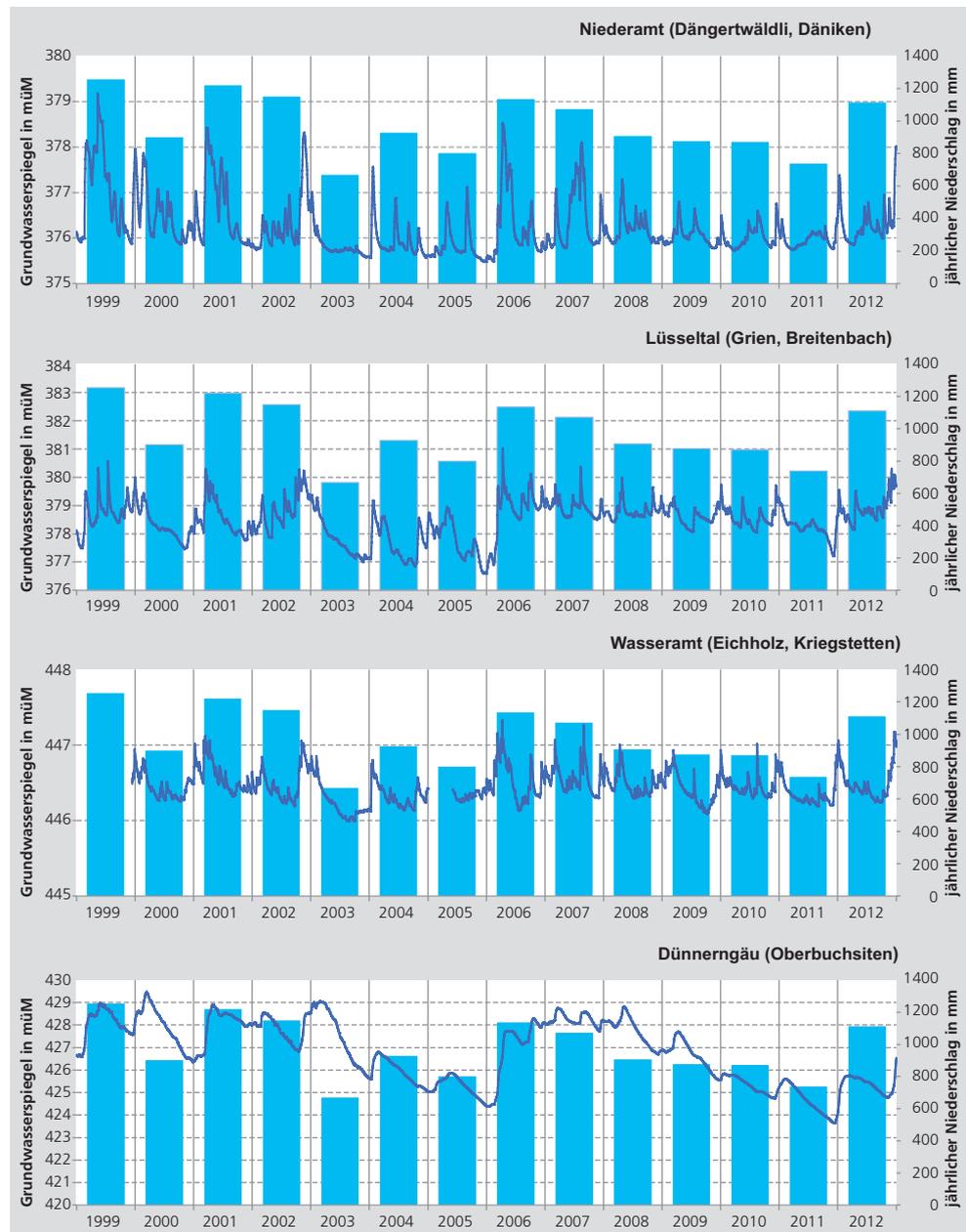


auch der Zeitpunkt, zu dem der Regen fällt. Niederschläge im Sommer verdunsten stärker und tragen weniger zur Auffüllung des unterirdischen Speichers (und nachfolgend zur Grundwasserneubildung) als Niederschläge im Winter, wenn weniger Wasser verdunstet.

Nach den Tiefständen während den trockenen Jahren 2003 bis 2005 haben sich die Grundwasserstände in den Jahren 2006 und 2007 mehrheitlich wieder erholt. In gewissen Regionen sind die Grundwasserstände nach den niederschlagsarmen Jahren 2010 und 2011 allerdings erneut gesunken. Das gilt vor allem für das Dünnerngäu, wo die Grundwasserstände zum Teil sogar die Tiefstände von 2003 bis 2005 unterschritten haben. Doch im Jahr 2012 pendelten sich die Grundwasserstände wieder auf den langjährigen Mittelwert ein.

Auch über lange Zeiträume – und das können gut und gerne einhundert Jahre sein – ist im schweizerischen Mittelland kein signifikanter Rückgang des unbeeinflussten Grundwasserspiegels feststellbar.

**Abb. 4.2 – Jahresgang.** 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 Grundwasserleiters (Aquifer). Wesentlich zur Neubildung des Grundwassers tragen die Niederschläge im Winterhalbjahr bei: Einerseits verdunstet in der kalten Jahreszeit weniger Niederschlagswasser als im Sommer, andererseits versickert während der Schneeschmelze viel Wasser. Trockene Winter wie jene der Jahre 2003/2004 oder 2004/2005 haben somit zu tiefen Grundwasserständen im Sommer geführt.



Gleichwohl zeichnen gewisse Messreihen ein gegenteiliges Bild, nämlich einen statistisch relevanten Rückgang des Grundwasserspiegels. Ursache dieser unterschiedlichen Beurteilung könnten entweder künstliche Eingriffe in den Grundwasserhaushalt (z.B. Verbauungen von Fliessgewässern, Veränderungen im Pumpregime von Grundwasserfassungen) oder die Messdauer bzw. die Messperiode sein: Viele Grundwassermessstationen sind erst seit Ende der 1970er- und Anfang der 1980er-Jahre in Betrieb. Das war eine Periode besonders niederschlagsreicher Winterhalbjahre (und darum überdurchschnittlich hoher Grundwasserstände). Die in diesen Stationen erhobenen Daten gewichten deshalb eine Ausnahmepériode stärker, als dies bei längerfristigen Beobachtungsreihen der Fall wäre.

## Grundwasserarten

Im Kanton Solothurn gibt es drei verschiedene Arten von Grundwasserleitern, die intensiv für die Wasserversorgung genutzt werden:

- Grundwasserleiter in schottergefüllten Talebenen
- Grundwasserleiter im Karst des Juras
- Grundwasserleiter im Sandstein des Bucheggbergs

### Schottergefüllte Talebenen

Die bedeutendsten Grundwasservorkommen des Kantons sind die schottergefüllten Talebenen der Aare, der Emme, der Dünnern, der Lüssel und der Birs. Das Grundwasser zirkuliert dort in den Poren zwischen Kies- und Sandkörnern der Schotter der Fluss- und Gletscherablagerungen. 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 im Wasseramt, das allein ein Drittel abdeckt.

### Karstgrundwasserleiter

In den Karstgrundwasserleitern des Juras zirkuliert das Wasser in zahlreichen verschlungenen Klüften und Höhlen des Kalksteins. Die Fliessgeschwindigkeit ist in der Regel gross (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 ein Drittel des benötigten Trink- und Brauchwassers.

### Kluft-/Porengrundwasserleiter im Sandstein

Eine Besonderheit stellen die Grundwasserleiter im Bucheggberg dar, vor allem jene entlang der Nordflanke des Limpachtals. Dort zirkuliert das Wasser in den Poren und Klüften des Sandsteins (im Basiskonglomerat der Burdigaltransgression der oberen Meeresmolasse). Das sehr langsam und oft nur in kleinen Mengen zirkulierende Wasser wird in Stollenfassungen gesammelt und ist die Hauptwasserversorgung dieses Bezirks.

## Rückläufiger Verbrauch

Das Bau- und Justizdepartement (BJD), vertreten durch das AfU, koordiniert und bewilligt die Nutzung des Grundwassers und kontrolliert zusammen mit den Gemeinden die Einhaltung der entsprechenden Auflagen. Gemeinsam sorgen sie für eine nachhaltige Bewirtschaftung dieser natürlichen Ressource. Sie scheiden die notwendigen Schutzzonen und -areale aus (planerischer Grundwasserschutz) und



*Im Kanton Solothurn wird das Trinkwasser fast ausschliesslich aus Grundwasser gewonnen.*

beaufsichtigen darüber hinaus die Nutzung des Grundwassers als Wärmequelle und Energieträger.

Der Grundwasserverbrauch ist rückläufig. Während im Jahr 1995 knapp 45 Millionen Kubikmeter als Trink- und Brauchwasser aus Pumpwerken und Quelfassungen entnommen worden sind, waren es im Jahr 2007 noch 42 Millionen Kubikmeter und im Jahr 2012 sogar nur noch 35 Millionen Kubikmeter. Bemerkenswert ist vor allem der starke Rückgang gegenüber dem Jahr 2007 von rund 7 Millionen Kubikmetern. Dieser Minderverbrauch ist in erster Linie auf die Stilllegung zweier grosser Industriebetriebe – Borregaard in Luterbach und Papierfabrik Biberist – zurückzuführen. Beides waren Grossverbraucher.

### Überwachung

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 zeigen den Wasserstand in den Grundwasservorkommen. Besonders wichtig ist dies in Jahren mit nur wenig Niederschlägen (oder dort, wo bauliche Eingriffe die Grundwasserhältnisse beeinflussen könnten).

### Grundwassermodelle

Der Kanton verfügt für die drei grossen Grundwasservorkommen Niederamt, Wasseramt und Dünnerngäu über Grundwassermodelle. Bei verschiedenen Fragestellungen der Grundwasserbewirtschaftung und des Grundwasserschutzes leisten sie wertvolle Dienste.

Es handelt sich um numerische Computermodelle, die insbesondere bei der regionalen Wasserversorgungsplanung, bei der Berechnung von Grundwasserschutz-zonen, bei der Prognose von Auswirkungen grösserer Grundwasserwärmennutzungen (zum Beispiel beim Paketpostzentrum Härkingen) oder bei grösseren baulichen Eingriffen ins Grundwasser (zum Beispiel der SBB-Eppenbergtunnel) eingesetzt werden. Sie unterstützen damit in erheblichem Masse die Umsetzung einer nachhaltigen Grundwasserbewirtschaftung und eine integrale Siedlungswasserwirtschaft.

In Zusammenarbeit mit den Nachbarkantonen Jura, Aargau, Baselland sollen in Zukunft auch Grundwassermodelle für die Karstgebiete im Jura entwickelt werden.



AfU: Grundwasser im Wasseramt. Unerschöpfliche Reserve? (2010)



*Sternenbergquelle in Hofstetten-Flüh*

## 5 Grundwasserqualität

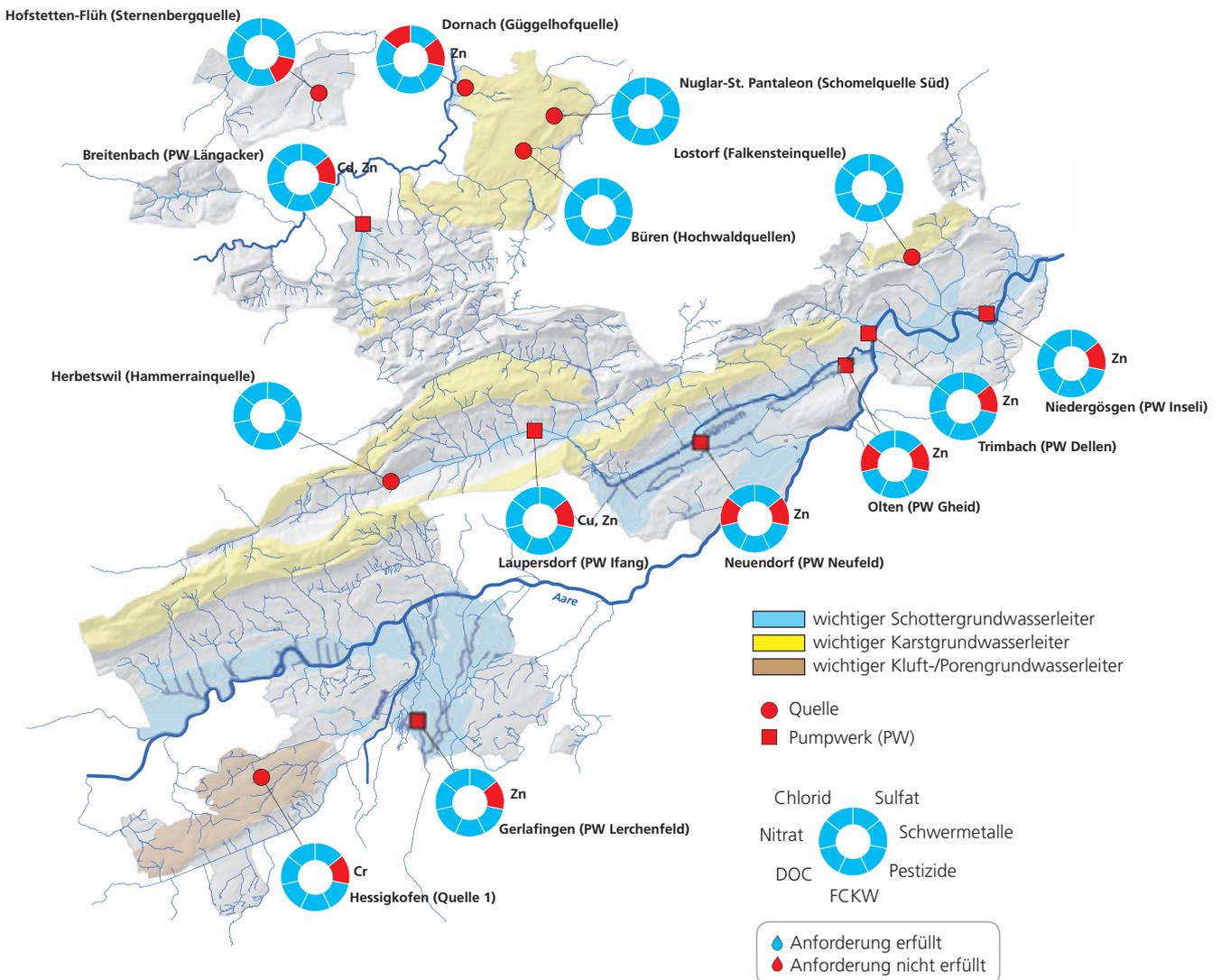
Das Grundwasser ist grundsätzlich von guter bis sehr guter Qualität. In Ballungsräumen und in landwirtschaftlich intensiv genutzten Gebieten gelangen aber auch unerwünschte Stoffe ins Grundwasser.

Im Kanton Solothurn wird die Qualität des Grundwassers seit 1998 kontinuierlich und systematisch überwacht. Die entsprechenden Proben werden zweimal jährlich aus jenen Pumpwerken und Quellen entnommen, aus denen auch das Trinkwasser gewonnen wird. Die analytische Untersuchung erfolgt am Rohwasser, also vor einer allfälligen Aufbereitung des Grundwassers durch Filter oder Ozonierungsanlagen zu Trinkwasser.

Das Grundwasser reagiert träge auf alle stofflichen Veränderungen in der Umwelt. Durch die kontinuierliche Überwachung können qualitative Verschlechterungen erkannt und vorsorgliche Massnahmen getroffen werden. Diese Untersuchungen sind mit dem Nationalen Netz zur Qualitätsüberwachung des Grundwassers (NAQUA) des Bundesamts für Umwelt (BAFU) koordiniert. Die vom Kanton Solothurn erhobenen Messresultate werden an die zentrale Datenbank zur Grundwasserüberwachung des Bundes übermittelt.

Die Überwachung der Trinkwasserqualität ist Aufgabe der kommunalen Wasserversorgungen.

**Abb. 5.1 – Grundwasserqualität (Maximalwerte der Jahre 2012/13).** Die Qualität des Grundwassers erfüllt mehrheitlich die Zielvorgaben.



Für viele Substanzen sind Anforderungswerte in der eidg. Gewässerschutzverordnung (GschV) und Indikatorwerte in der Wegleitung Grundwasserschutz des Bundesamts für Umwelt (BAFU) festgelegt. Diese Qualitätsziele sind im Anhang zusammengestellt.

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

- Allgemeine Parameter (z.B. Nitrat, Sulfat, Chlorid)
- Schwermetalle (z.B. Arsen, Blei, Cadmium)
- Pestizide (diverse Pflanzenschutzmittel und Biozide)
- Halogenierte Kohlenwasserstoffe (meist CKW mit dem Halogen Chlor)
- Weitere Chemikalien wie z.B. Treibstoffrückstände, Komplexbildner, Korrosionsschutzmittel

Das Solothurner Messnetz umfasst insgesamt 14 Messstellen. Damit werden alle wasserwirtschaftlich und versorgungstechnisch bedeutenden Grundwasservorkommen mit mindestens einer Probenahmestelle erfasst:

**Tab. 5.1 – Solothurner Grundwassermessnetz**

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

Das Grundwasser weist allgemein eine gute bis sehr gute Qualität nach Gewässerschutzverordnung (GSchV) und Modul-Stufen-Konzept auf. Im Grundwasser wurden aber auch Stoffe festgestellt, die darin natürlicherweise nicht vorkommen. Dazu zählen Pflanzenschutzmittel, Schwermetalle und Lösungsmittel. Auch der Nitratgehalt ist bei einigen Messstellen zu hoch (vgl. Abb. 5.2). Eine Gefahr für die menschliche Gesundheit besteht jedoch nicht.

Nicht in Abb. 5.2 aufgeführt sind die zahlreichen Fremdstoffe, für die es in Bezug auf das Grundwasser keinen konkret definierten Anforderungs- oder Indikatorenwert gibt. Für diese Stoffe gibt es aber Toleranz- und Grenzwerte in der Fremd- und Inhaltsstoffverordnung (FIV) für das Trinkwasser. Diese werden in allen Grundwassermessstellen deutlich eingehalten.

## Stoffe

Die chemische Zusammensetzung des Grundwassers wird von der Geologie des Grundwasserleiters, von der Aufenthaltszeit des Grundwassers im Untergrund sowie vom infiltrierenden Oberflächengewässern bestimmt. Gewisse Inhaltsstoffe kommen zwar natürlicherweise im Grundwasser vor, werden jedoch auch zusätzlich durch menschliche Aktivitäten (Winterdienst mit Streusalz, Störfälle) bis ins Grundwasser eingetragen. Dazu gehören Sulfate und Chloride. Auch Stickstoffverbindungen können im Grundwasser natürlichen Ursprungs sein, allerdings nur in geringen Konzentrationen. Erhöhte Gehalte deuten fast immer auf einen unerwünschten anthropogenen Eintrag hin, zum Beispiel durch zu intensive Landwirtschaft oder wegen Schadstoffen aus belasteten Standorten.

Stickstoffverbindungen werden zu einem grossen Teil durch die Pflanzen aufgenommen oder aber durch Mikroorganismen abgebaut, bevor sie das Grundwasser erreichen.

### Sulfate und Chloride

Hohe Salzgehalte im Grundwasser sind oft durch fassungsnahe Hauptstrassen bedingt. Im Wasser der Guggelhofquelle (Dornach) ist der Chloridgehalt seit 2008 ansteigend und hat in den letzten vier Jahren den Anforderungswert von 40 mg Chlor pro Liter überschritten. Sehr wahrscheinlich hat dies mit der Aufhebung der Schutzzone im Jahre 2008 und dem Einsatz von Streusalz auf den Strassen zu tun. Ausserhalb des kantonalen Beobachtungsnetzes weisen beispielsweise auch die Quelfassungen von Dornach und Hägendorf hohe Salzgehalte aus.

### Nitrat, Nitrit, Ammonium

Überschreitungen des Qualitätsziels für Nitrat sind in den allermeisten Fällen die Folge einer landwirtschaftlichen Nutzung, die nicht standortgerecht und nicht grundwasserverträglich ist. Viele Grundwasservorkommen und Trinkwasserfassungen liegen in landwirtschaftlich bewirtschafteten Gebieten. Die Wirtschaftsweise (Fruchtfolge, Düngung, Betriebsart) beeinflusst daher die Qualität unseres Trinkwassers. Mit einer angepassten Bewirtschaftung wird die Nitratbelastung entscheidend verringert.

Tab. 5.2 – Wasserqualität des Grundwassers: Beurteilung der allgemeinen Parameter.

| Gewässer            | Messstelle         | Nitrat | Ammonium | Nitrit | Chlorid | DOC  | Sulfat |
|---------------------|--------------------|--------|----------|--------|---------|------|--------|
| Büren               | Hochwaldquellen    | 100%   | 100%     | 100%   | 100%    | 100% | 100%   |
| Breitenbach         | PW Längacker       | 100%   | 100%     | 100%   | 100%    | 100% | 100%   |
| Herbetswil          | Hammerrainquelle   | 100%   | 100%     | 100%   | 100%    | 100% | 100%   |
| Laupersdorf         | PW Laupersdorf     | 100%   | 100%     | 100%   | 100%    | 100% | 100%   |
| Niedergösgen        | PW Inseli          | 100%   | 100%     | 100%   | 100%    | 100% | 100%   |
| Lostorf             | Falkensteinquelle  | 100%   | 100%     | 100%   | 100%    | 100% | 100%   |
| Trimbach            | PW Dellen          | 100%   | 100%     | 100%   | 100%    | 100% | 100%   |
| Olten               | PW Gheid 2         | 100%   | 100%     | 100%   | 100%    | 100% | 100%   |
| Neuendorf           | PW Neufeld         | 100%   | 100%     | 100%   | 100%    | 100% | 100%   |
| Gerlafingen         | PW Lerchenfeld     | 100%   | 100%     | 100%   | 100%    | 100% | 100%   |
| Hessigkofen         | Quelle Hessigkofen | 100%   | 100%     | 100%   | 100%    | 100% | 100%   |
| Hofstetten-Flüh     | Sternenbergquelle  | 100%   | 100%     | 100%   | 100%    | 100% | 100%   |
| Nuglar-St.Pantaleon | Schomelquelle Süd  | 100%   | 100%     | 100%   | 100%    | 100% | 100%   |
| Dornach             | Guggelhofquelle    | 100%   | 100%     | 100%   | 100%    | 100% | 100%   |

Beurteilungsperioden

|           |           |           |           |           |           |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 2002/2003 | 2004/2005 | 2006/2007 | 2008/2009 | 2010/2011 | 2012/2013 |
| ○         | ○         | ○         | ○         | ○         | ○         |

- Anforderung erfüllt
- Anforderung nicht erfüllt
- nicht gemessen

## Pestizide (meist Pflanzenschutzmittel)

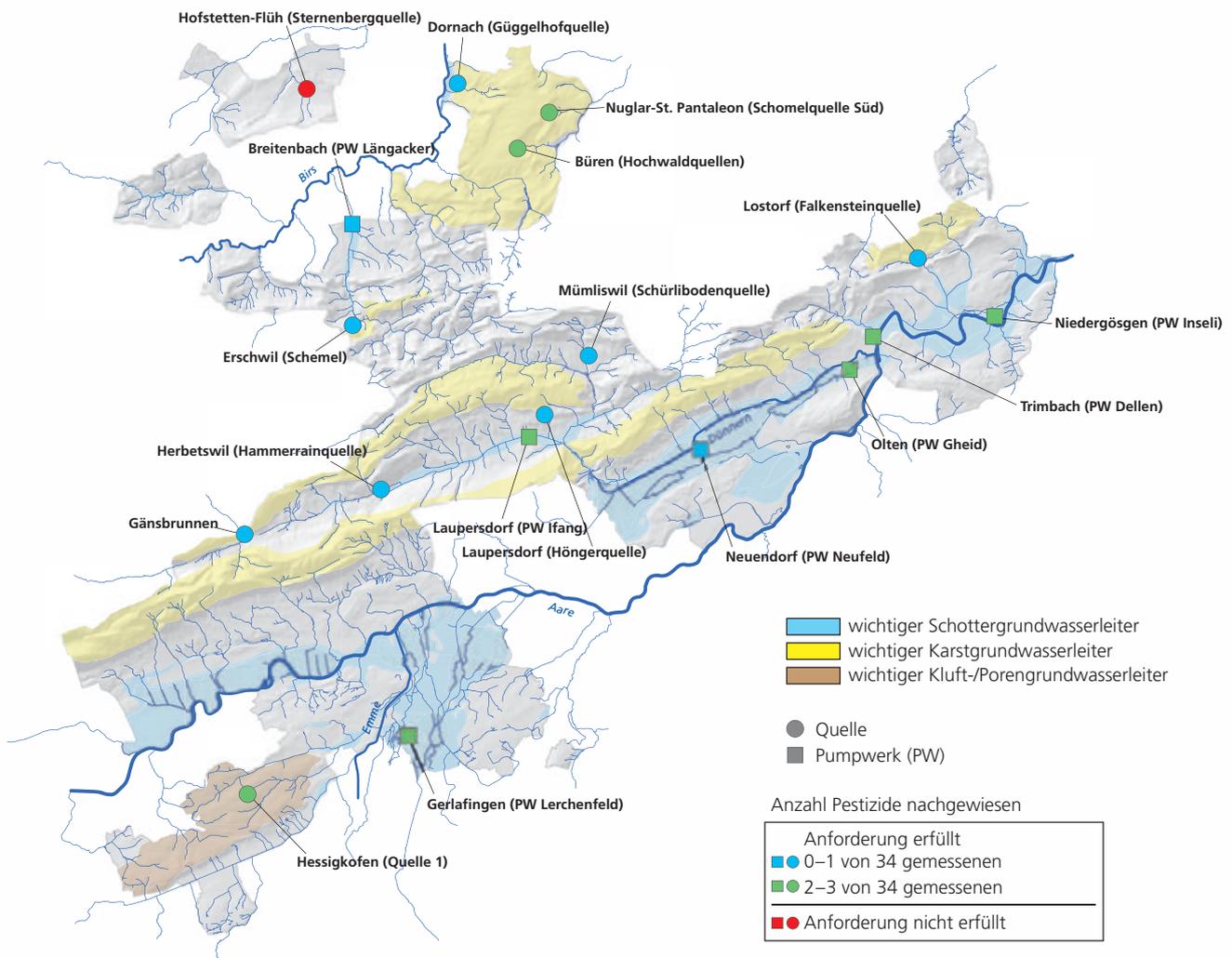
Im Gegensatz zu Schwermetallen sind Pestizide ausschliesslich auf anthropogene Einträge zurückzuführen, so dass bereits ihr Nachweis im Grundwasser unerwünscht ist und zu Wachsamkeit aufruft.

In der Schweiz sind rund 500 Wirkstoffe zugelassen, die in Pflanzenschutzmitteln (Herbizide, Fungizide etc.) enthalten sein könnten. Für die Qualitätsüberwachung der Gewässer ist es daher eine grosse Herausforderung, die richtigen Substanzen zu untersuchen.

Der Verkauf von «Atrazin» ist seit 2008 in der Schweiz untersagt. Auch andere klassische Pestizide sind inzwischen schweizweit verboten. Aber es kamen neue Wirkstoffe hinzu. Während der letzten sechs Jahre wurde das Untersuchungsprogramm für Pestizide deshalb schrittweise erweitert: In den Jahren 2012 und 2013 wurde das Grundwasser auf 34 Pestizide und deren Abbauprodukte (Metabolite) hin untersucht.

Keine Pestizide wurden im Faltenjura, der von Wald-, Gras- und Viehwirtschaft geprägt wird, nachgewiesen. Dagegen waren an allen 9 Messstellen von Talgrundwasserleitern im Mittelland, Bucheggberg und Tafeljura mehr als zwei Pestizide bzw. deren Metabolite nachweisbar. Es handelt sich durchwegs um Messstellen mit Ackerbau in ihrem Einzugsgebiet. Dazu gehört auch die Sternenbergquelle in Hofstetten-Flüh. Sie hat die numerische Anforderung der GSchV jüngst nicht erfüllt.

**Abb. 5.2 – Pestizide im Grundwasser.** Bei der Hälfte der Messstellen wurden Pestizide in erhöhter Anzahl nachgewiesen.



Bei den nachgewiesenen Stoffen handelt es sich sehr häufig um Abbauprodukte wie Desethylatrazin oder Desphenylchloridazon, da diese besonders mobil sind. Diese Nachweise sind zwar gesundheitlich unbedenklich und bewegen sich im Nanogrammbereich, zeigen aber eindrücklich, dass unsere Zivilisationsprodukte bereits im Untergrund im Trinkwasser, unserem wichtigsten Lebensmittel, angekommen sind.

## Schwermetalle

Da die GschV keine konkreten numerischen Anforderungen für Schwermetalle im Grundwasser vorgibt, hat das Bundesamt für Umwelt (BAFU) in einer Wegleitung entsprechende Indikatorwerte festgelegt. Werden sie übertroffen, weist das in der Regel auf eine Belastung des Grundwassers hin, die durch menschliche Aktivitäten verursacht worden ist. Da ein belastetes bzw. verschmutztes Grundwasservorkommen kaum mehr zu sanieren ist, liegen diese Indikatorwerte zum Teil deutlich unter den Toleranz- und Grenzwerten der FIV für Trinkwasser.

*BAFU (BUWAL): Wegleitung Grundwasserschutz (2004)*

### Natürliche Ursachen

In den meisten beobachteten Grundwassermessstellen im Kanton Solothurn sind die Schwermetallgehalte – mit Ausnahme von Zink – kein Problem. Sie erfüllen die vom BAFU festgelegten Indikatorwerte. Die Ausnahmen sind meist natürlichen, also geogenen, Ursprungs: Die Gesteine im Einzugsgebiet weisen naturgemäss einen erhöhten Gehalt an Schwermetallen auf und übertragen diese ins Grundwasser. Ein solches Phänomen ist beispielsweise im Jura bekannt, wo einige Böden aufgrund des speziellen Muttergesteins eine erhöhte Cadmiumbelastung aufweisen. Dies erklärt etwa den erhöhten Cadmiumgehalt knapp über 0,05 mg/l im Grundwasserpumpwerk Längacker in Breitenbach.

*Die Beobachtung, dass Cadmiumgrenzwerte im Oberflächengewässer stets eingehalten werden (vgl. Kapitel 2), während sie im Grundwasser überschritten sind, unterstützt die Annahme eines geologisch bedingten Ursprungs.*

Die Chrombelastungen im Bucheggberg sind ebenfalls geogenen Ursprungs. Der Bucheggberg unterscheidet sich hydrogeologisch vom restlichen Kantonsgebiet: Im Bucheggberg befinden sich die grossen Grundwasserreservoirs in den porösen Sandsteinen der Oberen Meeresmolasse (OMM) mit ihrem serpentinitreichen Material, das chromhaltige Spinelle oder Chromit enthält. An der unteren Schichtgrenze der OMM zur nahezu undurchlässigen Unteren Süsswassermolasse (USM) treten zahlreiche Quellen zutage, die für die Trinkwassergewinnung genutzt werden.

Auch das Pumpwerk Hessigkofen erschliesst ein solches Grundwasservorkommen. Im Einzugsgebiet dominiert eine Gras- und Viehwirtschaft ohne industrielle Beeinflussung. Mit sehr grosser Wahrscheinlichkeit ist das nachgewiesene gelöste Chrom daher nicht anthropogenen, sondern natürlichen Ursprungs. Der Chromgehalt im Grundwasser übertrifft zwar das Qualitätsziel der GSchV, der Grenzwert der FIV (50 µg Chrom pro Liter) ist jedoch weit unterschritten. Das Trinkwasser auch aus dieser Quelle kann somit ohne Bedenken genutzt werden.

*Die im Mülibach im Bucheggberg festgestellten Chrombelastungen stehen ebenfalls in Zusammenhang mit den hohen Chromwerten der Quelle 1 in Hessigkofen.*

Die Urangelhalte des Grundwassers wurden ebenfalls bestimmt. Sie liegen jedoch mit <2 µg/l bei allen Proben im Bereich der natürlichen Spurengehalte.

| Gewässer             | Messstelle         | Arsen | Blei  | Cadmium | Chrom | Kupfer | Nickel | Zink  | Bor   |
|----------------------|--------------------|-------|-------|---------|-------|--------|--------|-------|-------|
| Büren                | Hochwaldquellen    | ●●●●● | ●●●●● | ●●●●●   | ●●●●● | ●●●●●  | ●●●●●  | ●●●●● | ●●●●● |
| Breitenbach          | PW Längacker       | ●●●●● | ●●●●● | ●●●●●   | ●●●●● | ●●●●●  | ●●●●●  | ●●●●● | ●●●●● |
| Herbetswil           | Hammerrainquelle   | ●●●●● | ●●●●● | ●●●●●   | ●●●●● | ●●●●●  | ●●●●●  | ●●●●● | ●●●●● |
| Laupersdorf          | PW Laupersdorf     | ●●●●● | ●●●●● | ●●●●●   | ●●●●● | ●●●●●  | ●●●●●  | ●●●●● | ●●●●● |
| Niedergösgen         | PW Inseli          | ●●●●● | ●●●●● | ●●●●●   | ●●●●● | ●●●●●  | ●●●●●  | ●●●●● | ●●●●● |
| Lostorf              | Falkensteinquelle  | ●●●●● | ●●●●● | ●●●●●   | ●●●●● | ●●●●●  | ●●●●●  | ●●●●● | ●●●●● |
| Trimbach             | PW Dellen          | ●●●●● | ●●●●● | ●●●●●   | ●●●●● | ●●●●●  | ●●●●●  | ●●●●● | ●●●●● |
| Olten                | PW Gheid 2         | ●●●●● | ●●●●● | ●●●●●   | ●●●●● | ●●●●●  | ●●●●●  | ●●●●● | ●●●●● |
| Neuendorf            | PW Neufeld         | ●●●●● | ●●●●● | ●●●●●   | ●●●●● | ●●●●●  | ●●●●●  | ●●●●● | ●●●●● |
| Gerlafingen          | PW Lerchenfeld     | ●●●●● | ●●●●● | ●●●●●   | ●●●●● | ●●●●●  | ●●●●●  | ●●●●● | ●●●●● |
| Hessigkofen          | Quelle Hessigkofen | ●●●●● | ●●●●● | ●●●●●   | ●●●●● | ●●●●●  | ●●●●●  | ●●●●● | ●●●●● |
| Hofstetten-Flüh      | Sternenbergquelle  | ○●●●● | ○●●●● | ○●●●●   | ○●●●● | ○●●●●  | ○●●●●  | ○●●●● | ○●●●● |
| Nuglar-St. Pantaleon | Schomelquelle Süd  | ○●●●● | ○●●●● | ○●●●●   | ○●●●● | ○●●●●  | ○●●●●  | ○●●●● | ○●●●● |
| Dornach              | Güggelhofquelle    | ○●●●● | ○●●●● | ○●●●●   | ○●●●● | ○●●●●  | ○●●●●  | ○●●●● | ○●●●● |

**Tab. 5.3 – Wasserqualität des Grundwassers: Beurteilung der Schwermetalle.**

 Anforderung erfüllt  
 Anforderung nicht erfüllt  
 nicht gemessen

Beurteilungsperioden

— 2002/2003  
 — 2004/2005  
 — 2006/2007  
 — 2008/2009  
 — 2010/2011  
 — 2012/2013

### Anthropogene Ursachen

Auch anthropogene (menschliche) Aktivitäten können zu erhöhten Schwermetallwerten im Grundwasser führen, allerdings ist es oft schwierig, die genauen Verursacher zu ermitteln. So ist zum Beispiel nicht genau bekannt, wodurch die Belastungen mit Kupfer (in Laupersdorf) und mit Zink (in mehr als der Hälfte aller Proben) verursacht werden. Dies kann sowohl geogene als auch anthropogene Ursachen haben und muss von Fall zu Fall untersucht werden. Bereits verzinkte Brunnenrohre und Armaturen können in den Grundwasserfassungen zu erhöhten Messwerten führen.

### Chlorierte Kohlenwasserstoffe

Flüchtige Chlor-Kohlenwasserstoffe (CKW) werden im Rahmen der kantonalen Grundwasserüberwachung bei der Messstelle in Trimbach beobachtet. Während die Konzentrationen vor 2007 zum Teil noch über den Anforderungen der GSchV lagen, ist eine solche Überschreitung während der letzten sechs Jahre nicht mehr aufgetreten. Die gemessenen Werte belegen im Grundwasservorkommen im Raum Olten eine abnehmende Tendenz.

Nebst meist lokalen Grundwasserverunreinigungen durch CKW, die in der Regel auf Störfälle oder auf mit Schadstoffen belastete Standorte zurückzuführen sind, sind ausserhalb des kantonalen Messnetzes Trinkwasserfassungen mit erhöhten CKW-Belastungen oder gar Überschreitungen der Anforderungen der GSchV bekannt.

Namentlich zu erwähnen ist das Grundwasserpumpwerk in Obergösgen, bei dem der Gehalt an Perchlorethylen seit Jahren rund siebenfach über dem Anforderungswert der GSchV (1 µg/l) liegt, aber dennoch weit unter dem Grenzwert für Trinkwasser der FIV (40 µg/l). Auch hier kann das Trinkwasser unbedenklich genossen werden. Die Suche nach der Schadstoffquelle ist an diesem Standort immer noch im Gang.

### **Abwasser**

Wenn Abwasser ins Grundwasser gelangt, kann dies durch sogenannte Abwassertracer erkannt werden. Abwassertracer sind kaum abbaubare und mobile Substanzen aus Haushalt und Industrie, die eigentlich über das Kanalisationssystem zu einer Abwasserreinigungsanlage (ARA) geleitet werden sollten. Gelangen sie dennoch ins Grundwasser, dann kann das verschiedene Ursachen haben: Entweder versickert Abwasser aus undichten Abwasserkanälen direkt ins Grundwasser, oder Abwasser gelangt zuerst in ein Oberflächengewässer und infiltriert von dort ins Grundwasser.

So wurden zum Beispiel in den Pumpwerken Ifang (Laupersdorf) und Dellen (Trimbach) sowie in der Güggelhofquelle (Dornach) Spuren der Substanz Benzotriazol gefunden. Sie wird in Haushaltchemikalien (z.B. Abwasmitteln), als Korrosionsschutz oder als Komplexbildner beigelegt. Es handelt sich zwar jeweils nur um Verschmutzungen von wenigen Nanogramm pro Liter, doch dieser Wert zeigt, dass Abwasser ins Grundwasser gelangt ist. In den gleichen drei Messstellen wurde auch Bor in geringfügig erhöhten Konzentrationen nachgewiesen.

Alle diese Messstellen haben ein Abwassernetz in ihrem näheren Einzugsgebiet, was die Verschmutzungen erklärt. Aber auch hier gilt: Die entsprechenden Abwassertracer sind nur in sehr kleinen Konzentrationen im Grundwasser aufgetreten. Die chemische und mikrobiologische Qualität des Trinkwassers aus diesen Fassungen war zu keiner Zeit beeinträchtigt.

Als weiterer wichtiger Abwassertracer hat sich der Süsstoff «Acesulfam» herausgestellt. Er wird vom Körper nicht abgebaut und findet sich deshalb im Abwasser und, via ARA und Fließgewässer, schlussendlich auch im Grundwasser wieder.

*Von den betroffenen Messstellen wird nur noch das Pumpwerk in Laupersdorf zur Trinkwassergewinnung genutzt.*

**Abb. 5.3 – Abwassereintrag.**  
*Einleitung von gereinigtem Abwasser in die Dünneren.*



---

## «Nitratprojekt Gäu–Olten»

Die Analysenresultate der Grundwasserüberwachung 2008 bis 2013 belegen, dass insbesondere in den Gäuer Trinkwasserfassungen (Neuendorf, Kappel, Wangen bei Olten und Olten) die Nitratwerte weiterhin und zum Teil deutlich zu hoch sind. Auch im Grundwasser im Dünnergäu liegen die Nitratwerte seit langer Zeit über dem Qualitätsziel der GSchV, das 25 mg/l zulässt. Im Pumpwerk Neufeld in Neuendorf näherten sich die Nitratwerte sogar dem Toleranzwert für Trinkwasser der FIV (40 mg/l).

*Das GschG sieht Abgeltungen für Massnahmen in der Landwirtschaft zur Verhinderung der Abschwemmung und Auswaschung von Stoffen in die Gewässer, inklusive das Grundwasser, vor. Den Grossteil der Kosten für die Sanierung eines nitratbelasteten Gewässers übernimmt deshalb der Bund.*

Diese Verunreinigungen sind häufig auf die intensive Landwirtschaft zurückzuführen. Um auch in solchen Gebieten die Grundwasserqualität zu verbessern, wurde im Jahr 2000 das «Nitratprojekt Gäu–Olten» gestartet – ein Projekt zur Reduzierung der Nitratbelastung nach Art. 62a Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GschG).

### Partner

Am Projekt beteiligt sind die kantonalen Ämter für Umwelt (AfU) und Landwirtschaft (ALW), die lokalen Trinkwasserversorger, die Bauernschaft der Region Gäu–Olten und das Bundesamt für Landwirtschaft (BLW). Die am Projekt beteiligten Landwirte verpflichten sich vertraglich zu einer grundwasserträglicheren Bewirtschaftungsweise.

Das enge Nebeneinander von Landwirtschaft und Trinkwasserproduktion stellt in dieser Region eine besondere Herausforderung dar. Die Wasserversorgungsregion Gäu bezieht 88 Prozent ihres Trinkwassers aus dem Grundwasserstrom im Dünnergäu.

### Vorgehen

Nitrat ist zwar ein wichtiger Pflanzennährstoff, aber Nitrat im Grundwasser ist Dünger am falschen Platz. Nitrat deutet darauf hin, dass

- die landwirtschaftliche Bodennutzung nicht standortgerecht ist;
- der Fruchtfolge zu wenig Beachtung geschenkt wird;
- zuviel oder zum falschen Zeitpunkt gedüngt wird.

Zudem kann Nitrat ein Indikator für weitere potenzielle Schadstoffe aus der Landwirtschaft sein (z.B. Pestizide).

Dank der Förderung durch den Bund sind Ackerbauflächen im Kerngebiet der Zuströmbereiche der Gäuer Grundwasserfassungen in Wiesland umgewandelt worden. An anderen Stellen konnte Landwirtschaftsland mit weniger problematischen Kulturen angebaut, die Fruchtfolgen geändert und die Düngung und Bodenbewirtschaftung optimiert werden.

*Die Einhaltung der Vertragsbestimmungen wird vom Amt für Landwirtschaft (ALW) sowie einer externen Organisation kontrolliert.*

Mittlerweile umfasst das Projektgebiet 1144 Hektaren landwirtschaftliche Nutzfläche und ist mit Abstand das grösste Nitratprojekt in der Schweiz. Mit rund 110 landwirtschaftlichen Betrieben – und somit fast allen im Zuströmbereich der Fassungen – bestehen entsprechende Verträge. Jährlich erhalten die Landwirte für ihren Mehraufwand Entschädigungen in der Höhe von knapp 800 000 Franken. 80 Prozent davon trägt der Bund, der Rest die Betreiber der Grundwasserfassungen in Neuendorf, Kappel und Olten.



**Rund 80 Prozent der Landwirte beteiligen sich mit freiwilligen Bewirtschaftungsvereinbarungen am Nitratprojekt im Gäu und tragen damit zur Verminderung des Nitratgehaltes im Grundwasser bei.**



## Stagnation

Die Massnahmen schienen anfangs erfolgreich, der in den 1990er-Jahren ansteigende Trend der Nitratwerte schien gestoppt. Doch schon bald stagnierte er in Neuendorf auf hohem Niveau und nahm zuletzt sogar wieder zu. Einzig die Fassungen Olten-Gheid zeigten einen nachhaltigen Rückgang der Nitratgehalte.

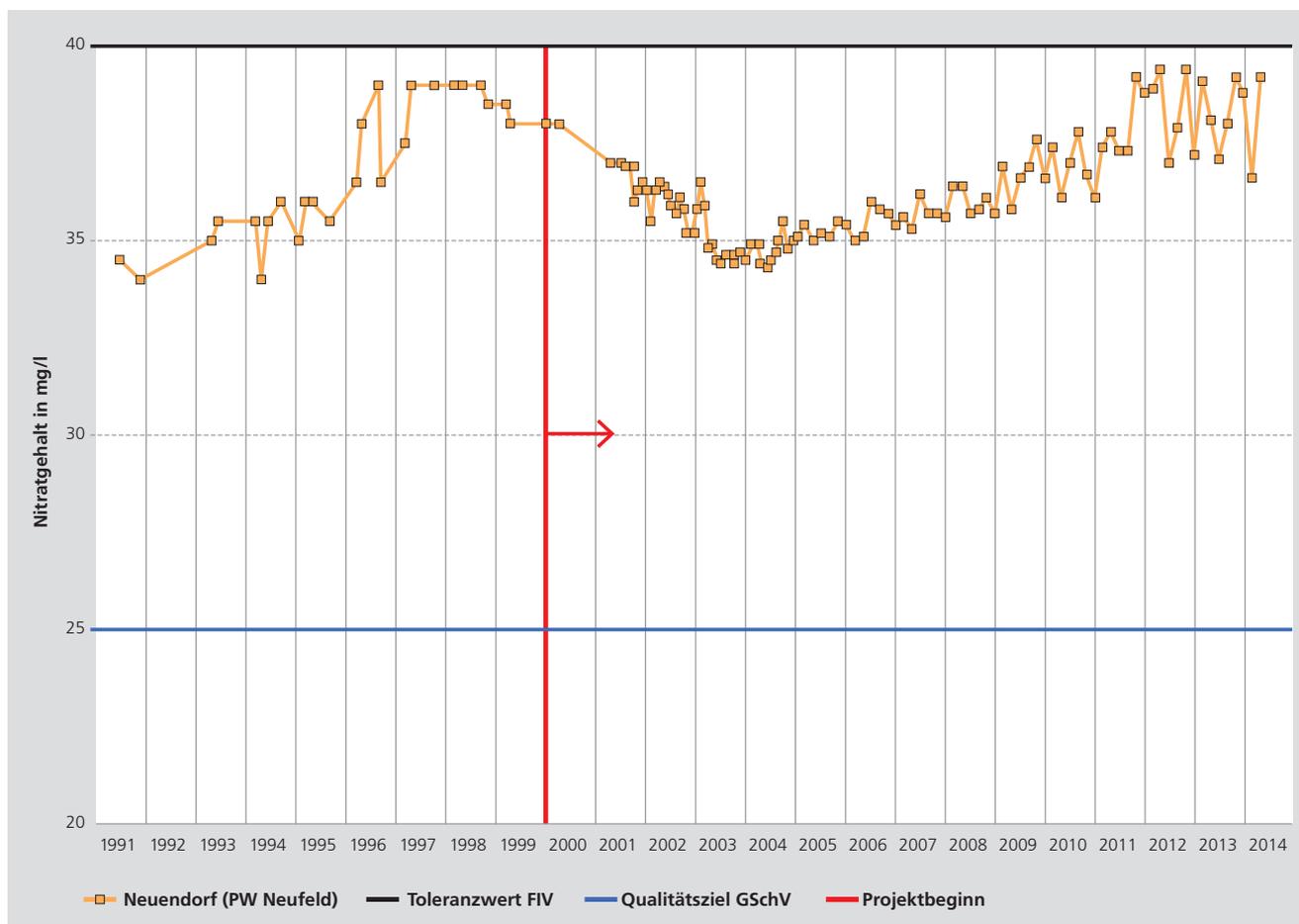
*Im Gegensatz zum Dünnergäu werden die anderen grossen Grundwasserleiter im Kanton (Wasseramt und Niederamt) massgeblich von Flusswasser gespeist, weshalb dort ein allfälliger Nitratreintrag aus den landwirtschaftlichen Nutzflächen stark verdünnt wird.*

Da sich die Nitratwerte im Grundwasser im Dünnergäu offenbar weniger schnell reduzieren lassen als ursprünglich erhofft, wird der Grundwasserleiter seit 2011 vom AfU in Zusammenarbeit mit den Universitäten Neuchâtel und Bern wissenschaftlich untersucht. Dabei zeigt sich, dass das versickernde Niederschlagswasser im besonders nitratbelasteten Raum Neuendorf–Kappel im Mittel rund zwanzig Jahre benötigt, bis es von der Oberfläche zur Grundwasserfassung gelangt. Entsprechend lange braucht es, bis sich nitratreduzierende Massnahmen auch in den Trinkwasserfassungen positiv auswirken.

Erschwerend kommt dazu, dass gerade im oberen Dünnergäu das landwirtschaftlich geprägte, nitratbelastete Grundwasser nicht mit nitratarmem Wasser aus der Dünnern oder dem angrenzenden Jura-Karst verdünnt wird. Das in Neuendorf und Kappel gefasste Trinkwasser bildet sich demnach fast ausschliesslich auf der landwirtschaftlich intensiv genutzten Talebene.

Im Gegensatz dazu spielen die Verdünnungseffekte im Raum Olten-Gheid eine wichtige Rolle. Daher können dort, zusammen mit den Änderungen der Landwirtschaftung, durchaus Erfolge festgestellt werden.

**Abb. 5.4 – Nitratgehalt Neuendorf.** Der Rückgang der Nitratbelastung im Grundwasser war bislang nicht von Dauer.



### **Zwischenbilanz**

Heute muss davon ausgegangen werden, dass die nach Projektbeginn sofort festgestellte Nitratreduktion in den Fassungen von Neuendorf und Kappel auf die Landwirtschaftspolitik in den 1990er-Jahren sowie auf klimatische Einflüsse zurückzuführen war.

Um die Nitratwerte im Gäu dauerhaft und nachhaltig zu senken, müssen die bisherigen Anstrengungen fortgesetzt werden. Es braucht viel Geduld, um eine einmal vorhandene Verschmutzung in einem Grundwasserleiter zu beseitigen. Umso mehr mahnt uns dieser Fall, das Vorsorgeprinzip ernst zu nehmen: Ist ein Schadstoff einmal im Grundwasser, bringt man ihn kaum mehr hinaus.

### **Altlasten**

Der Kanton Solothurn erfasste bis 2006 alle belasteten Standorte systematisch in einem öffentlich zugänglichen Kataster (umgangssprachlich «Altlastenkataster»): Für jeden Standort wurde aufgrund seines Schadstoffpotenzials und der möglicherweise betroffenen Schutzgüter festgelegt, ob eine Untersuchung der Auswirkungen auf die Umwelt notwendig ist (oder nicht).

Seit 2011 werden die Inhaber der untersuchungsbedürftigen Standorte aufgefordert, die notwendigen altlastenrechtlichen Voruntersuchungen durchzuführen. Die Aufforderungen erfolgen gestaffelt über einen Zeitraum von rund zehn Jahren anhand einer Prioritätenliste. Aufgrund der Ergebnisse dieser Voruntersuchungen wird entschieden, ob ein Standort überwachungs- oder sanierungsbedürftig ist (oder ob keine Massnahmen zum Schutz der Umwelt notwendig sind).

Es ist davon auszugehen, dass zahlreiche belastete Standorte zu einer unzulässigen Beeinträchtigung der Umwelt führen und saniert werden müssen. Bei sanierungsbedürftigen Standorten spricht man von «Altlasten». Im Rahmen der bislang durchgeführten Voruntersuchungen konnten bereits einige Altlasten identifiziert werden.

Das Grundwasser ist das am häufigsten betroffene Schutzgut. Für die festgestellten Altlasten sind teilweise Sanierungsmassnahmen im Gange, teilweise müssen vor Aufnahme der Massnahmen noch Sanierungsprojekte erarbeitet werden. Bis zum Abschluss aller notwendigen Altlastensanierungen werden voraussichtlich noch zwei Jahrzehnte vergehen.



*Die Siedlungsentwässerung bezweckt eine optimale Trennung von verschmutztem und nicht verschmutztem Wasser und die schnelle Ableitung des verschmutzten Wassers in eine Kläranlage.*

## 6 Siedlungsentwässerung

*Allein die im Kanton Solothurn vorhandenen Kanalisationen haben einen Wert von rund 2 Milliarden Franken. Ihr Werterhalt ist zu sichern, aber zudem muss auch dafür gesorgt werden, dass die vorhandenen Anlagen nicht übermässig mit unverschmutztem Wasser (Niederschlags- und Fremdwasser) belastet werden.*

Die Siedlungsentwässerung regelt die Abwasserentsorgung von Grundstücken, Liegenschaften und Verkehrsflächen. Häusliches Abwasser bzw. verschmutztes Abwasser aus Industrie und Gewerbe ist – wo nötig vorbehandelt – einer Abwasserreinigungsanlage (ARA) zuzuleiten und dort zu reinigen. Gleiches gilt für verschmutztes Regenwasser von Verkehrsflächen und Plätzen. Unverschmutztes Regenwasser soll dagegen versickern oder direkt in Oberflächengewässer eingeleitet werden.

Die Einleitung in eine ARA oder in ein Gewässer erfolgt über eine Kanalisation, zu der neben dem eigentlichen Kanalnetz auch Pump-, Absperr- und mechanische Reinigungsanlagen gehören. Die einzelnen Gemeinden legen mit einem Generellen Entwässerungsplan (GEP) unter anderem fest, wie ihr Kanalisationssystem baulich und räumlich ausgestaltet bzw. veränderten Rahmenbedingungen angepasst wird.

Der Grundstein für den Aufbau der Abwasserinfrastrukturen ausserhalb der Städte wurde in den 1970er-Jahren mit dem Generellen Kanalisationsprojekt (GKP) gelegt. Daraus ist der GEP hervorgegangen. Er ist umfassender und zeigt, wie das Abwasser unter Beachtung der ökologischen und ökonomischen Aspekte abzuleiten ist und wie die ober- und unterirdischen Gewässer qualitativ und quantitativ geschützt werden. Als wichtiges Instrument der Gemeindebehörde ist er die Grundlage für den zweckmässigen Ausbau und den Werterhalt der kommunalen Abwasseranlagen sowie für die Entwässerungsart der einzelnen Parzellen. Der GEP ist laufend den veränderten Verhältnissen anzupassen und periodisch zu überarbeiten. Ende 2013 lagen im Kanton Solothurn in allen 118 Gemeinden durch den Regierungsrat genehmigte Generelle Entwässerungspläne vor.

*Damit die Kanalisationssysteme einem einheitlichen Standard genügen, folgen Entwässerungspläne den Empfehlungen der Vereinigung der Schweizerischen Abwasser- und Gewässerschutzfachleute:*

*VSA: Genereller Entwässerungsplan, Musterbuch (1989)*

### Unterhalt der Kanalisationen

Ein Aspekt des GEP ist die Sicherung der bestehenden Anlagen für nachfolgende Generationen. Die Lebensdauer dieser Anlagen hängt massgeblich von der Qualität und Sorgfalt bei der Bauausführung sowie vom Unterhalt ab.

Der bauliche Zustand von Kanalisationen kann durch Rohrschäden, Wassereintritte, Wasseraustritte, Wurzeleinwuchs oder Ablagerungen beeinträchtigt sein. Damit Kanalisationen dicht, tragfähig und funktionsfähig bleiben, muss der Unterhalt gewährleistet sein. Der Unterhaltsbedarf richtet sich nach diesen beiden Kriterien:

- Unter Berücksichtigung der natürlichen Alterung ist der Anteil der Leitungen mit schlechtem Zustand dauerhaft unterhalb von 10 Prozent zu halten.
- Die mittel- und langfristigen Prioritäten sind unter Kostengesichtspunkten zu optimieren.

**Tab. 6.1 – Beurteilung.**

VSA: *Erhaltung von Kanalisations-Richtlinien, Merkblätter und Empfehlungen (2007, 2009, 2014)*

Der Verband der Schweizerischen Abwasser- und Gewässerschutzfachleute (VSA) stellt eine verständliche Nomenklatur zur Verfügung, um die unterschiedlichen Schadensarten nach ihrer Schwere zu kategorisieren. Die sogenannten Zustandsklassen vereinfachen die systematische Sanierungsplanung. Sie verdeutlichen jene Bereiche, in denen viele Synergien bei der Instandsetzung existieren. Es gibt folgende Zustandsklassen und damit verbundene Dringlichkeitsstufen:

| Zustandsklasse                 | Beschreibung  | Folgen und Dringlichkeit   |
|--------------------------------|---|--|
| 0 Nicht mehr funktions-tüchtig | Der Kanal ist bereits eingestürzt oder demnächst nicht mehr durchgängig. Der Kanal verliert Wasser (Exfiltration, Grundwasserver-schmutzung möglich). | Schlechter Zustand: Die Massnahmen sind dringend. Die Funktionsfähigkeit ist sofort wieder herzustellen (Sofortmassnahmen). Bei geringen Umweltrisiken können Massnahmen in erster Priorität (< 4 Jahre) ausgelöst werden. |
| 1 Starke Mängel                | Bauliche Schäden, bei denen statische Sicherheit, Hydraulik oder Dichtheit nicht mehr gewährleistet sind.   |  |
| 2 Mittlere Mängel              | Bauliche Schäden, welche die statische Sicherheit, Hydraulik oder Dichtheit beeinträchtigen.  | Die Massnahmen sind in zweiter Priorität mittelfristig umzusetzen (5 bis 7 Jahre).   |
| 3 Leichte Mängel               | Bauliche Mängel oder Vorkommnisse, die auf Dichtheit, Hydraulik oder Rohrstatik keinen bedeutenden Einfluss haben.                                    | Die Massnahmen können längerfristig (dritte Priorität) geplant und bei anstehenden Baumassnahmen im Strassenraum berücksichtigt werden (7 bis 10 Jahre).   |
| 4 Keine Mängel                 |   | Es sind keine Massnahmen bis zur nächsten Beurteilung (> 10 Jahre) erforderlich.   |

**Tab. 6.2 – Zustand der Solothurner Kanalisation**

Gestützt auf die Daten aus 89 Generellen Entwässerungsplänen, welche fast 1200 Kilometer der öffentlichen Abwasserkanäle abdecken, können die Kanalisationen im Kanton Solothurn folgenden Zustandsklassen zugeteilt werden:

|                  |            |
|------------------|------------|
| Zustandsklasse 0 | 1 Prozent  |
| Zustandsklasse 1 | 9 Prozent  |
| Zustandsklasse 2 | 19 Prozent |
| Zustandsklasse 3 | 31 Prozent |
| Zustandsklasse 4 | 40 Prozent |

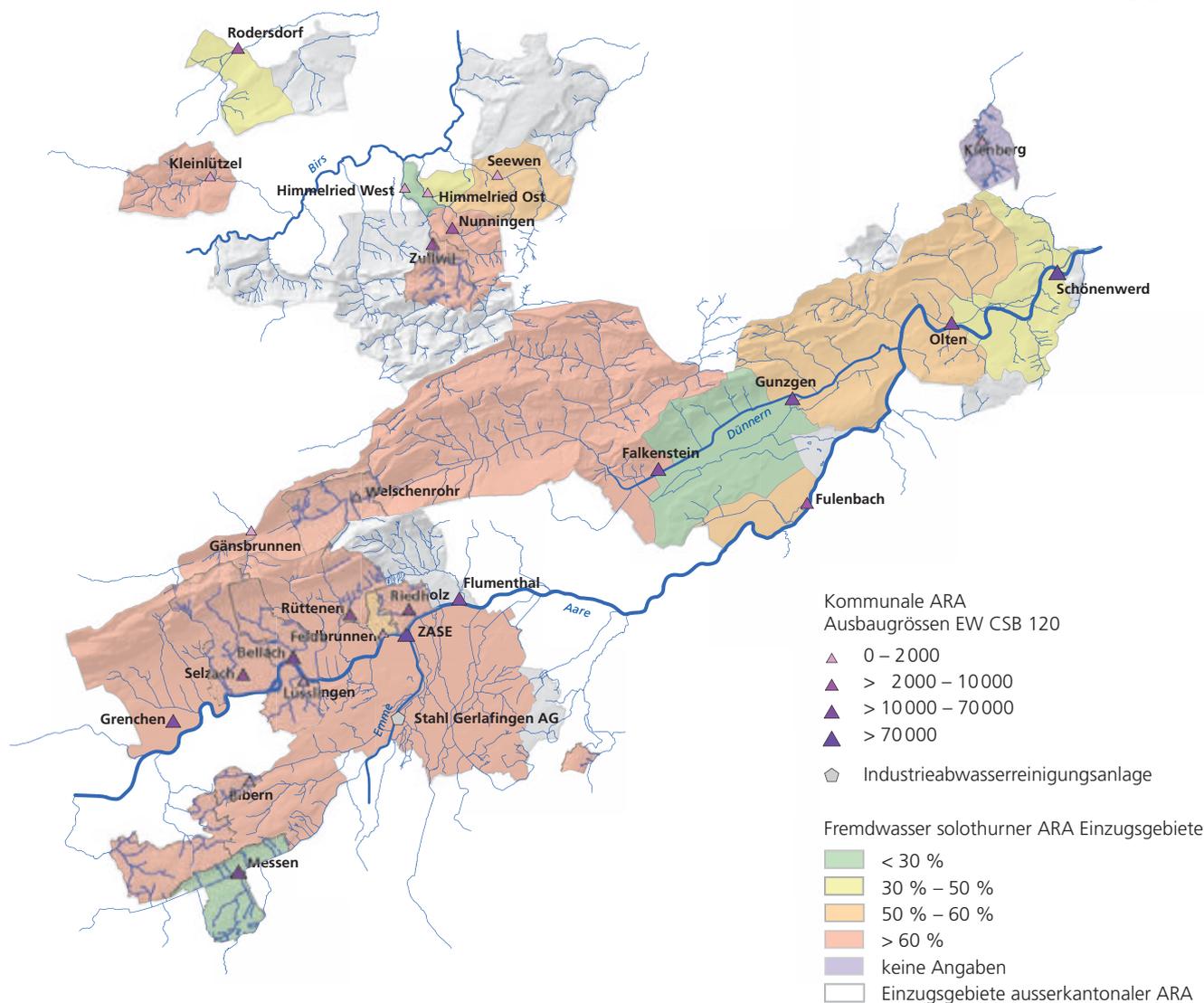
10 Prozent der Leitungen sind demnach in einem schlechten Zustand. Bei rund der Hälfte der Leitungen sind mittel- bis langfristige Reparaturen oder Renovationen durchzuführen. Damit konnte das Bewirtschaftungsziel, wonach höchstens 10 Prozent der Haltungen einen schlechten Zustand aufweisen dürfen, bislang eingehalten werden.

### Fremdwasser

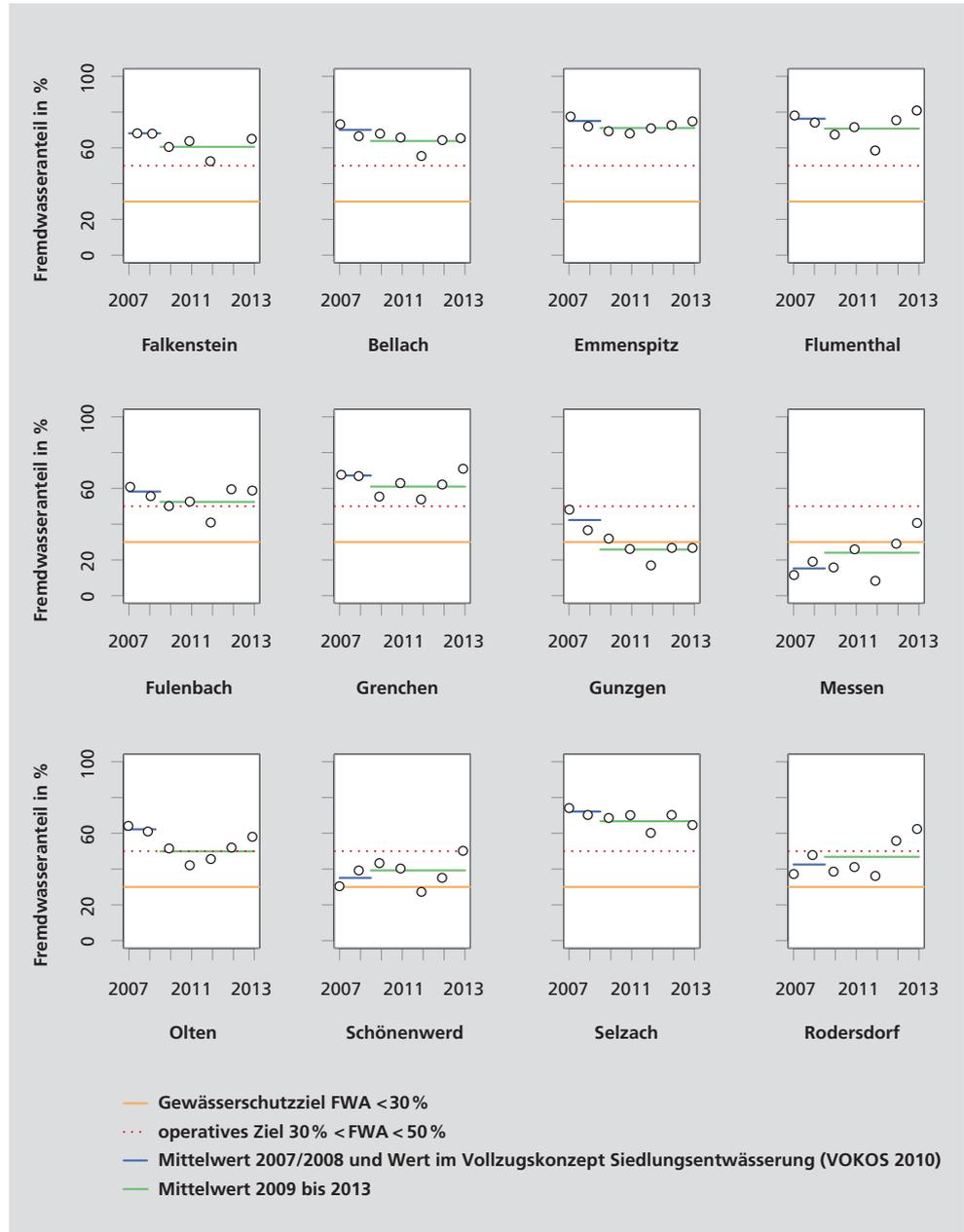
Fremdwasser ist sauberes Wasser, das gemeinsam mit dem kommunalem Abwasser in der Kanalisation fliesst. Es stammt überwiegend von Grundwassereintritten sowie von angeschlossenen Bächen und Brunnenüberläufen. Da diese Fremdwasserquellen durch die Jahresniederschlagsmenge beeinflusst werden, variiert der stetige Fremdwasserabfluss im Vergleich mehrerer Jahre untereinander. Ein weiterer Fremdwasseranteil entsteht kurzfristig im Zusammenhang mit ergiebigen Niederschlägen. Hervorzuheben sind Sicker- und Drainageleitungen, die an die Misch- oder Schmutzwasserkanalisation angeschlossen sind.

Gemäss Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GschG) ist die stetige Einleitung von Fremdwasser in die Kanalisation untersagt. Da der stetige Fremdwasserzufluss im Regelfall das bedeutendere Abflussvolumen darstellt, wird dort der Fokus für Optimierungen gesetzt.

Abb. 6.1 – Fremdwasseranteil in den ARA-Einzugsgebieten.



**Abb. 6.2 – Fremdwasseranteil (FWA) in Prozent des mittleren Trockenwetterabflusses im Zeitraum von 2007 bis 2013 von 12 Solothurner Abwasserreinigungsanlagen.**



Wenn zu viel sauberes Wasser in die Kanalisationen gelangt, so hat das sowohl für den Gewässerschutz als auch für die Abwasserreinigung unerwünschte Folgen:

- Mischwasserentlastungen leiten bei Regenwetter häufiger ungereinigtes Abwasser direkt in die Gewässer.
- Fremdwasser wird mit Pumpwerken angehoben und in der ARA aufwendig gereinigt.
- In den Abwasserreinigungsanlagen sinkt die Abwassertemperatur durch das Fremdwasser. Dadurch wird die biologische Reinigung verlangsamt, zudem gelangen mehr Emissionen in die Gewässer.
- In den Abwasserreinigungsanlagen müssen Anlageteile grösser sein als eigentlich nötig. Das verursacht zusätzlich Kosten.

### Erhebungsmethode

Bei vielen Anlagen, vorwiegend bei den grösseren, wird die Abwassermenge im Zufluss kontinuierlich erfasst. Die entsprechenden Abfluss- und Qualitätsdaten werden analysiert und der mittlere jährliche Fremdwasseranteil (FWA) bestimmt – dies basiert auf dem Abwasseranfall bei Trockenwetter und der Verdünnung der stofflichen Abwasserparameter.

Der FWA beschreibt das Verhältnis zwischen dem berechneten Fremdwasserabfluss und der mittleren abfliessenden Abwassermenge bei Trockenwetter. Die einzelnen Jahre können miteinander verglichen werden. Dabei dient der Vergleich zwischen der Periode 2007 und 2008 (ausgewertet im Sachplan Siedlungsentwässerung) und der jüngeren Periode von 2009 bis 2013 als Referenz.

### Bewertung

Gemäss VSA liegt der Zielwert bei 30 Prozent Fremdwasseranteil. Dieser Zielwert wird lediglich bei der ARA Gunzgen und der ARA Messen eingehalten. In der ARA Winznau bei Olten, der ARA Schönenwerd und der ARA Rodersdorf sowie – in trockenen Jahren – in der ARA Fulenbach wird das operative Ziel erreicht, der FWA liegt unter 50 Prozent.

Bei den übrigen Anlagen sind die Mittelwerte zwar leicht zurückgegangen, aber die Zielvorgaben werden noch nicht erreicht. Der kantonale Mittelwert von rund 62 Prozent unterstreicht den zukünftigen Handlungsbedarf in den Gemeinden und Verbänden.

*Bei kleineren Anlagen ohne kontinuierliche Mengenerfassung werden die Fremdwasserangaben den Generellen Entwässerungsplänen (GEP) entnommen. Da diese Pläne nur im Abstand von 10 bis 15 Jahren überarbeitet werden, liegen keine Vergleichswerte vor.*

**Abb. 6.3** – Brunnenüberläufe fließen oft in die Kanalisation.



---

## **Erhalt der vorhandenen Anlagen**

*Im Jahr 2002 führte der Kanton Solothurn eine «Spezialfinanzierung Werterhalt» für die Siedlungsentwässerung (Abwasserableitung) und für die kommunale Abwasserreinigung ein. Der Kanton verpflichtet damit die Gemeinden, finanzielle Rücklagen für den Erhalt dieser Anlagen zu bilden.*

*Siedlungsentwässerung und Abwasserreinigung können zusammen als Abwasserentsorgung bezeichnet werden.*

Um die öffentlichen Kanalisationen aller Gemeinden des Kanton Solothurn in kurzer Zeit zu ersetzen, müssten rund 2 Milliarden Franken (das entspricht rund 8000 Franken pro Einwohner) investiert werden.

Diese Summe entspricht dem sogenannten Wiederbeschaffungswert dieser weitgehend unsichtbaren Infrastruktur, die massgeblich zur ökonomischen Entwicklung beigetragen hat. Noch um ein Vielfaches höher ist der volkswirtschaftliche Nutzen dieser Anlagen: Nutzen für die Gesundheit der Bevölkerung, für die Umwelt oder für den Überflutungsschutz.

Während die Kanalisationen in städtischen Gebieten relativ stetig seit den 1920er-Jahren entstanden sind, sind sie in ländlichen Regionen und in Agglomerationsgebieten zum Grossteil erst zwischen 1960 und 1980 errichtet worden. Geht man von einer durchschnittlichen Betriebserwartung einer Kanalisation von 80 Jahren aus, müssten ländliche Gemeinden in 25 bis 45 Jahren mit einem hohen Investitionsvolumen in einem Bereich von rund 40 Prozent des Werts der Anlagen für den Erhalt rechnen.

### **Hoher Finanzbedarf**

Eine überschlägige Schätzung erhält man, wenn dieser hohe Erneuerungsbedarf auf die relativ kurze Periode von zwei Dekaden bezogen wird, in denen der grösste Teil dieser Infrastrukturen erstellt worden ist. Gemäss dieser einfachen Abschätzung würde ein jährliches Investitionsvolumen von 40 Millionen Franken (jährlich rund 160 Franken pro Einwohner) allein an werterhaltenen Massnahmen auf die Gemeinden des Kantons zukommen.

### **Kostendeckende Gebühren**

*Die mittleren Benutzungsgebühren für die Abwasserentsorgung in der Schweiz liegen für einen 4-Personen-Haushalt bei rund 110 Franken pro Person und Jahr.*

Seit 1997 gilt laut Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG) das Verursacherprinzip. Demnach müssen heute die Anlagen kostendeckend über Gebühren finanziert werden. Das bedeutet, dass sowohl die Kosten für den Betrieb als auch jene für den Erhalt durch die Nutzer (Verursacher) finanziert werden müssen.

Im kantonalen Gesetz über Wasser, Boden und Abfall (GWBA) und in der zugehörigen Verordnung wurden diese Vorschriften aufgenommen und weiter konkretisiert. Demnach finanziert sich die Abwasserentsorgung über Grundeigentümerbeiträge, einmalige Anschlussgebühren sowie wiederkehrende Grund- und Verbrauchsgebühren (sogenannte Benutzungsgebühren). Zur Berechnung der gesamten Abgaben sind auch die erforderlichen Rücklagen zu bilden, die sich aus dem Wiederbeschaffungswert und der Lebensdauer der Anlagen ergeben.

Die Abwasserentsorgung ist nur einer von mehreren Infrastrukturbereichen, um die sich die Gemeinden kümmern müssen. Bei der Siedlungsentwässerung und der Abwasserreinigung geht es aber um besonders hohe Beträge, wenn die entsprechenden Anlagen langfristig erhalten werden sollen. Für die absehbaren Investitionen in diesem Bereich ist deshalb ein spezielles Finanzierungsmodell, das sogenannte «Solothurner Modell» entwickelt und im Jahr 2002 eingeführt worden.

### «Solothurner Modell»

Mit diesem Finanzierungsmodell will der Kanton Solothurn den Wert der vorhandenen Infrastrukturen im Bereich Abwasserentsorgung nachhaltig sichern: Es ist langfristig angelegt und soll tragbar bleiben für diejenigen, welche für die entsprechenden Kosten aufkommen. Es sollen aber auch keine überzogenen Reserven angehäuft und kein Generationenstau verursacht werden. Die Lasten sollen möglichst über die gesamte Nutzungsdauer verteilt werden.

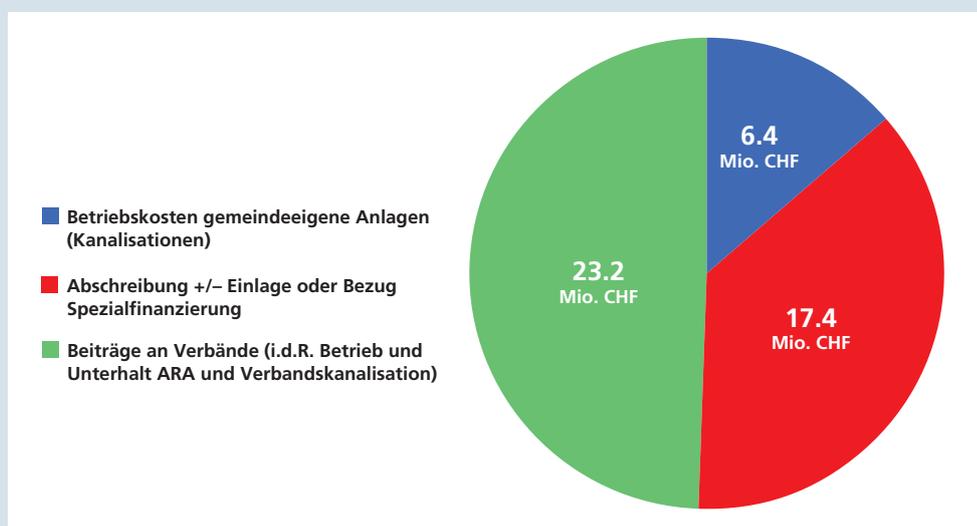
Die Spezialfinanzierung Werterhalt (SF WE) beruht auf einem Regierungsratsbeschluss. Dieser verpflichtet die Gemeinden zu einer Mindesteinlage von 25 Prozent der linearen Abschreibung auf den Wiederbeschaffungswert, abzüglich der tatsächlichen Abschreibung. Die lineare Abschreibung wird auf Basis der Nutzungsdauer berechnet und entspricht dem durchschnittlichen jährlichen Wertverlust der Anlagen.

In Zahlen bedeutet dies, dass zusätzlich zu den Kosten für den Betrieb der Anlagen jährlich mindestens 6,5 Millionen Franken für Kanäle aus Abschreibungen oder Gebühreneinnahmen in die SF WE finanziert werden.

Ab dem Jahr 2016 wird die Rechnungslegung der Gemeinden (und anderer öffentlicher juristischer Personen oder Anstalten) ins harmonische Rechnungslegungsmodell 2 überführt. Vorbereitend wird in einer Zwischenbilanz erfasst, wie sich die Gemeindefinanzen im Bereich Siedlungsentwässerung entwickelt haben und wie sie in Zukunft aussehen könnten.

*Die Einführung dieses Finanzierungsmodells war ein Dogmenwechsel, da die Bildung von Rücklagen nach den geltenden Gesetzen für die Gemeinden nicht zulässig war.*

*Neben der Spezialfinanzierung Werterhalt (SF WE) gibt es noch das sogenannte Spezialfinanzierungskonto Rechnungsausgleich (SF RA), mit dem schwankende Einnahmen und Aufwände in der laufenden Rechnung ausgeglichen werden.*



**Abb. 6.4 – Kosten der Siedlungsentwässerung.** Die Gesamtkosten für die Siedlungsentwässerung (Abwasserableitung) summieren sich im ganzen Kanton Solothurn auf knapp 50 Millionen Franken pro Jahr. Daten: Gefin



*Unterhalt und Werterhalt der Infrastrukturanlagen sind fortwährende Aufgaben.*



## Zwischenbilanz

In den Jahren 2008 bis 2010 sind im Mittel jährlich rund 23 Millionen Franken an Abwasserverbände für Betrieb und Unterhalt der Abwasserreinigungsanlagen und der Verbandskanalisationen weitergegeben worden. Dies entspricht rund der Hälfte des Aufwands (49 Prozent). Dazu wurden im Mittel jährlich rund 27 Millionen Franken (51 Prozent des Aufwands) für den Betrieb und Unterhalt der gemeindeeigenen Anlagen benötigt. In vergangenen Jahren wurden jährlich durchschnittlich rund 23 Millionen Franken investiert. Diese Zahl beinhaltet sowohl Investitionen für den Werterhalt der Anlagen als auch für den Neubau und die Erweiterung des Netzes sowie für den Betrieb und die Zinsen.

## Aussichten

Die langen Nutzungsdauern machen es nötig, die Auswirkungen auf die Finanzierung der Anlagen – und damit auf die entsprechenden Gebühren – beschreiben zu können. Um einen solchen Blick in die Zukunft zu werfen, müssen Annahmen zur zukünftigen Entwicklung getroffen werden.

Aus diesem Grund flossen nicht nur die Abhängigkeit zur Alterungsverteilung, sondern auch der heutige Zustand der Kanalisation in ein vereinfachtes Alterungsmodell, um die Investitionskosten zu prognostizieren. Dies erlaubte, die jährlichen Werterhaltungskosten zu schätzen. Aufgrund der Alterung der Kanalisation müssen die Gemeinden im Kanton Solothurn bereits in den nächsten 10 Jahren mit höheren Investitionen von bis zu 30 Millionen Franken pro Jahr rechnen (heute rund 23 Millionen Franken). Dieser Betrag ist aber niedriger als die vereinfacht geschätzten 40 Millionen Franken pro Jahr ohne Berücksichtigung der Alterungsprozesse sowie der laufenden Instandsetzung.

Geht man weiter davon aus, dass die Betriebskosten der Anlagen weitgehend konstant bleiben, so lassen sich für die Refinanzierung der Siedlungsentwässerung anhand von definierten Kennzahlen – beispielsweise des Selbstfinanzierungsgrads und des Zinsbelastungsanteils – folgende Erkenntnisse gewinnen:

- Mit den heutigen Gebühren kann ein guter Selbstfinanzierungsgrad von über 70 Prozent bis 2038 beibehalten werden. Ohne die Reserven aus der SF WE wäre dies nur bis 2024 möglich.
- Gemäss den Angaben des Amts für Gemeinden kann ein Zinsbelastungsanteil von bis zu 5 Prozent als mittlere Belastung bezeichnet werden. Dieser Wert würde mit der SF WE bis 2053 nicht überschritten, wodurch Gebührenerhöhungen im Vergleich zu einer Finanzierung ohne Reserven aus der Spezialfinanzierung erst 9 Jahre später angemessen wären.

## Fazit

Die SF WE wird langfristig an Bedeutung verlieren, da die ordentliche Abschreibung auf die getätigten Investitionen in der Zukunft höher sein wird, als die Mindesteinlage von einem Viertel des durchschnittlichen Wertverlustes der Anlagen. Aus diesem Grund dürften etwa ab dem Jahr 2037 keine zusätzlichen Reserven mehr in Form von Einlagen in die SF WE nötig sein.



*Das Spülwasser, das bei einer Oberflächenbehandlung von Metall anfällt, wird in der betriebseigenen Abwasservorbehandlungsanlage gereinigt.*



## 7 Industrielle und gewerbliche Abwasservorbehandlung

Im Kanton Solothurn gibt es rund 3000 industrielle und gewerbliche Betriebe. Etwa ein Drittel davon haben eine Abwasservorbehandlungsanlage (AVA). So vielfältig wie die Betriebsstrukturen sind auch die dort anfallenden Abwässer, die vor der Einleitung in die Kanalisation vorbehandelt werden müssen.

Ausser den grossen Industriebetrieben aus der Papier-, Stahl- und Uhrenindustrie gibt es im Kanton Solothurn eine Vielzahl von mittleren und kleinen Betrieben aus unterschiedlichsten Branchen: Maschinenbau, Metallverarbeitung, Galvanik und Oberflächenbehandlung, Elektronik, Handel und Transport, Lebensmittel, Chemie. Dazu kommen zahlreiche Dienstleistungs- und Handwerksbetriebe.

So unterschiedlich die Betriebsstrukturen sind, so unterschiedlich sind auch die in diesen Betrieben anfallenden Abwässer. Sie enthalten oft schädliche Inhaltsstoffe, die in der Umwelt nicht abgebaut werden oder sogar den Betrieb der öffentlichen Kläranlagen stören:

Tab. 7.1 – Schädliche oder störende Stoffe

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| <b>Schmutz- und Nährstoffe</b> | Schwebstoffe<br>Nährstoffe (insb. Nitrate, Phosphate)<br>Sauerstoffzehrende Stoffe   |
| <b>Schadstoffe</b>             | Organische Halogen-, Phosphor- und Zinnverbindungen<br>Cyanide und Nitrite<br>Schwermetalle und deren Verbindungen<br>Biozide und Pflanzenschutzmittel<br>Stoffe mit karzinogenen, mutagenen oder das endokrine System beeinträchtigenden Eigenschaften (z.B. Arzneimittel-Rückstände)<br>Persistente Kohlenwasserstoffe sowie persistente und bioakkumulierende organische toxische Stoffe (PAK u.a.) |

In vielen Fällen muss das Abwasser deshalb vor der Einleitung in die öffentliche Kanalisation in einer betriebseigenen Anlage vorbehandelt werden. Die problematischen Schadstoffe können so an der Quelle zurückgehalten und in den Produktionsprozess rückgeführt oder als Abfall entsorgt werden. Das so vorgereinigte Abwasser wird dann über die Schmutzwasserkanalisation der öffentlichen Kläranlage zugeleitet.

Für den Bau und Betrieb einer Abwasservorbehandlungsanlage ist eine Bewilligung des Bau- und Justizdepartements (BJD) erforderlich. Mittels Eigenkontrolle weisen die Betriebe nach, dass sie für eine Einleitung in die Kanalisation die Grenzwerte der eidg. Gewässerschutzverordnung (GSchV) einhalten. Das AfU überprüft stichprobenweise die Eigenkontrolle der Betriebe sowie die Abwasserbeschaffenheit in den Abwasservorbehandlungsanlagen.

In den letzten Jahren ist das Umweltbewusstsein bei vielen Betrieben gestiegen und hat den Einbau von Abwasservorbehandlungsanlagen vorangetrieben. Heute verfügen die meisten Betriebe über die notwendigen Anlagen.

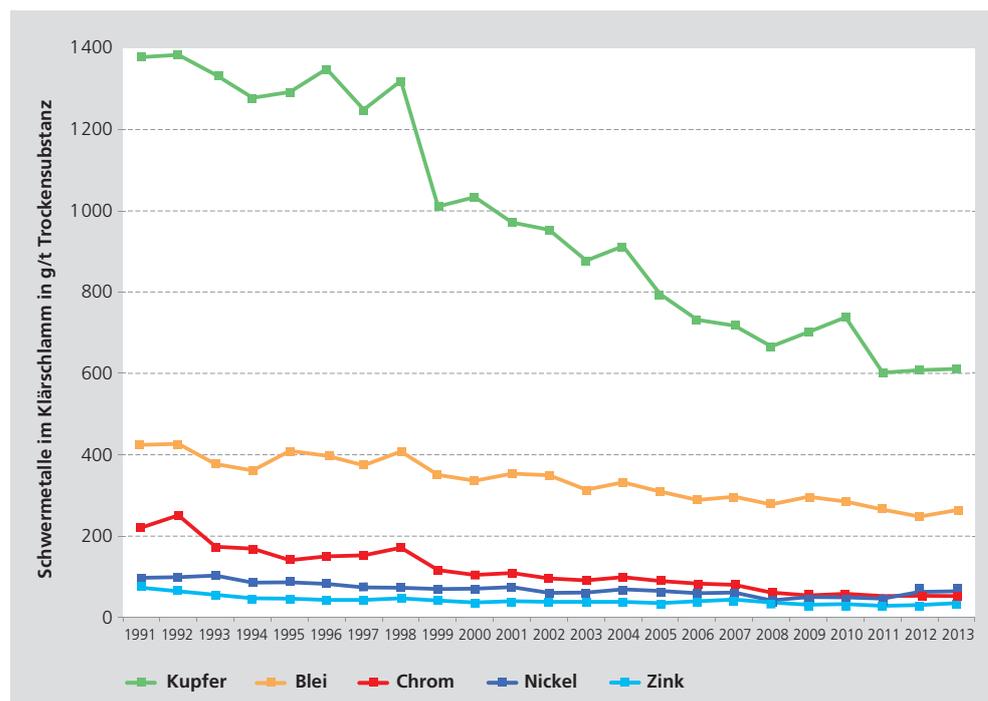
**Tab. 7.2 – Abwasservorbehandlungsanlagen.** Heute verfügen viele industrielle und gewerbliche Betriebe über Anlagen zur Vorbehandlung ihrer Abwässer.

| Branche                               | Anzahl Betriebe (2013) | Anzahl Anlagen (2013) |
|---------------------------------------|------------------------|-----------------------|
| Maler- und Gipsergewerbe              | 230                    | 195                   |
| Zahnärzte                             | 102                    | 164                   |
| Auto- und Transportgewerbe            | 530                    | 350                   |
| Chemische Reinigung                   | 12                     | 12                    |
| Metallverarbeitung/Oberflächengewerbe | 155                    | 206                   |
| Grafisches Gewerbe/Fotogewerbe        | 2                      | 2                     |
| Abfallsonderbehandlungs-Betriebe      | 13                     | 18                    |
| Zellstoff- und Papierindustrie        | 4                      | 4                     |
| Nahrungsmittel/Gastgewerbe            | 70                     | 87                    |
| Diverse                               | 66                     | 68                    |
| Total                                 | 1 185                  | 1 108                 |

### Schwermetalle im Klärschlamm

Bis in die 1990er-Jahre wurde noch mehr als die Hälfte des anfallenden Klärschlammes landwirtschaftlich verwertet. Insbesondere die Schwermetalle aus der Industrie beeinträchtigten die Qualität des Klärschlammes und machten regelmässige Kontrollen notwendig. Ausgelöst durch die Tierseuche BSE im Jahre 2001 wurde der Klärschlammeinsatz in der Landwirtschaft zunehmend eingeschränkt und im Jahre 2006 schliesslich definitiv verboten.

**Abb. 7.1 – Schwermetallgehalte im Klärschlamm.** Die von Industrie und Gewerbe in die Gewässer eingebrachten Schwermetalle konnten seit 1991 in den meisten Fällen reduziert werden.



Die Schwermetallgehalte im Klärschlamm werden jedoch nach wie vor beobachtet, da sie einen guten Indikator für die Schadstoffeinträge aus Industrie und Gewerbe abgeben: Je höher der Schwermetallgehalt im Klärschlamm, desto höher fällt auch die Einleitung von gelösten Schwermetallen in das Gewässer aus.

Zu den Eliminationsraten für Schwermetalle in mechanisch-biologischen Kläranlagen gibt es in der Literatur sehr unterschiedliche Angaben. Man muss jedoch davon ausgehen, dass nur etwa 60 Prozent der Schwermetalle im Klärschlamm gebunden werden, während etwa 40 Prozent in gelöster Form ins Gewässer gelangen.

*Gutekunst, B.: Sielhautuntersuchungen zur Einkreisung schwermetallhaltiger Einleitungen, Schriftenreihe des ISWW-Karlsruhe, Band 49 (1988)*

### **Direkteinleiter**

Der industrielle Strukturwandel wirkt sich auch auf den Gewässerschutz aus. Seit 2011 gibt es im Kanton Solothurn nur noch einen Grossbetrieb, der eine eigene Abwasseranlage betreibt und das gereinigte Abwasser direkt in ein Gewässer einleitet. Die Betriebe der Zellstoff- und Papierindustrie, die in den vergangenen Jahrzehnten hohe branchenspezifische Belastungen der Fliessgewässer verursacht haben, sind in den letzten Jahren geschlossen worden.

Ende 2008 ging in Riedholz ein Stück Schweizer Industriegeschichte zu Ende. Die Borregaard AG schloss aus wirtschaftlichen Gründen den Betrieb am Solothurner Standort. Die Umweltauswirkungen der Zelluloseproduktion der Borregaard AG auf die Aare waren trotz Verfahrensumstellungen (z.B. von Chlor- auf Sauerstoffbleichung) sowie teilweiser Modernisierung der Abwasserbehandlungsanlage beträchtlich: Im Vergleich zu allen regionalen ARA-Ausläufen war der Anteil der CSB-Frachten, der auf die Booregaard AG zurückzuführen war, mit ca. 19 000 Tonnen pro Jahr fast 9x grösser.

*Betriebe, von denen das in ihrer Anlage gereinigte Abwasser direkt in ein öffentliches Gewässer gelangt, werden Direkteinleiter genannt.*

Seit der Werkschliessung Ende 2008 fallen diese Belastungen weg. Die Wasserqualität der Aare hat sich flussabwärts nachweislich verbessert: Der Parameter DOC hat sich im langjährigen Durchschnitt um 15 Prozent verringert. Auch Stossbelastungen mit zwei- bis dreifacher Grenzwertüberschreitung gehören inzwischen der Vergangenheit an.

Die Schliessung der Sappi, Biberist im Jahre 2011 trägt – neben dem wirtschaftlich beklagenswerten Aspekt – immerhin positiv zur Wasserqualität bei. Die Ablauffrachten der Direkteinleiter an BSB, CSB und GUS sind seit 2012 erneut um eine Zehnerpotenz und mehr gesunken.

Aktuell betreibt nur das Stahlwerk Gerlafingen eine eigene Abwasserreinigungsanlage, von der aus das gereinigte Abwasser direkt ins Gewässer gelangt. Die intensive Zusammenarbeit zwischen den betriebsinternen Verantwortlichen und dem AfU zeigt Wirkung: Die Schadstoffemissionen gehen auch dort zurück.



*Auch Niederschlagswasser gelangt in die Abwasserreinigung.*

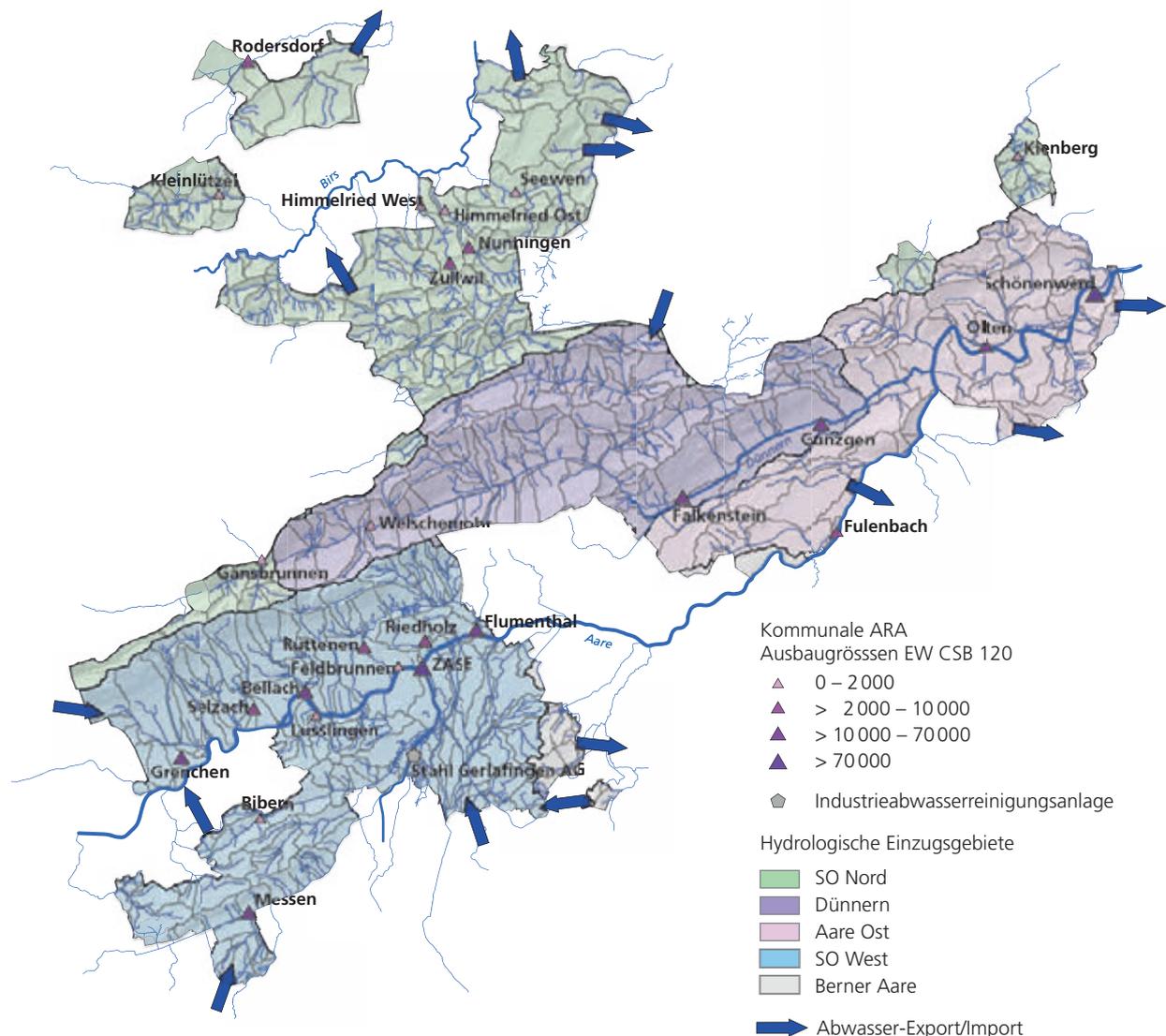
## 8 Abwasserreinigung

Über die Kanalisation gelangt verschmutztes Wasser in eine Abwasserreinigungsanlage. Dort wird es in einem mehrstufigen Prozess gereinigt und anschliessend in ein Gewässer eingeleitet. Die Reinigungsleistung wird laufend überprüft. Sie ist ein wichtiger Faktor für die Gewässerqualität der Bäche und Flüsse.

Ob im Bad, in der Küche, im Keller oder draussen im Garten: Wir verbrauchen alleine in den Haushalten täglich rund 160 Liter Trinkwasser pro Person. Nur einen Bruchteil davon trinken wir. Rund 30 Prozent wird für die WC-Spülung verwendet.

Verschmutztes Wasser muss gereinigt werden, bevor es in den Wasserkreislauf zurückgeführt wird. Es fliesst deshalb als Abwasser einer Abwasserreinigungsanlage (ARA) zu. Abwasser stammt aber nicht nur aus Privathaushaltungen. Es entsteht auch in Industrie, Gewerbe und Landwirtschaft. Neben dem Schmutzwasser fliessen der ARA auch Fremd- und Niederschlagswasser zu. Fremdwasser ist sauberes Wasser aus undichten Leitungen, Brunnen und Sickerleitungen. Nieder-

**Abb. 8.1 – Abwasserreinigungsanlagen im Kanton Solothurn.** Der Kanton Solothurn verfügt über 26 ganzjährig betriebene Anlagen zur Reinigung der Abwässer.



---

Um die Defizite in der Abwasserreinigung zu identifizieren wurde – zusammen mit dem Kanton Bern – ein Vollzugskonzept Siedlungsentwässerung (VOKOS) erarbeitet:

Regierungsrat des Kantons Bern; Regierungsrat des Kantons Solothurn: VOKOS – Sachplan Siedlungsentwässerung – Prioritäre Massnahmen für einen nachhaltigen Gewässerschutz (2010)

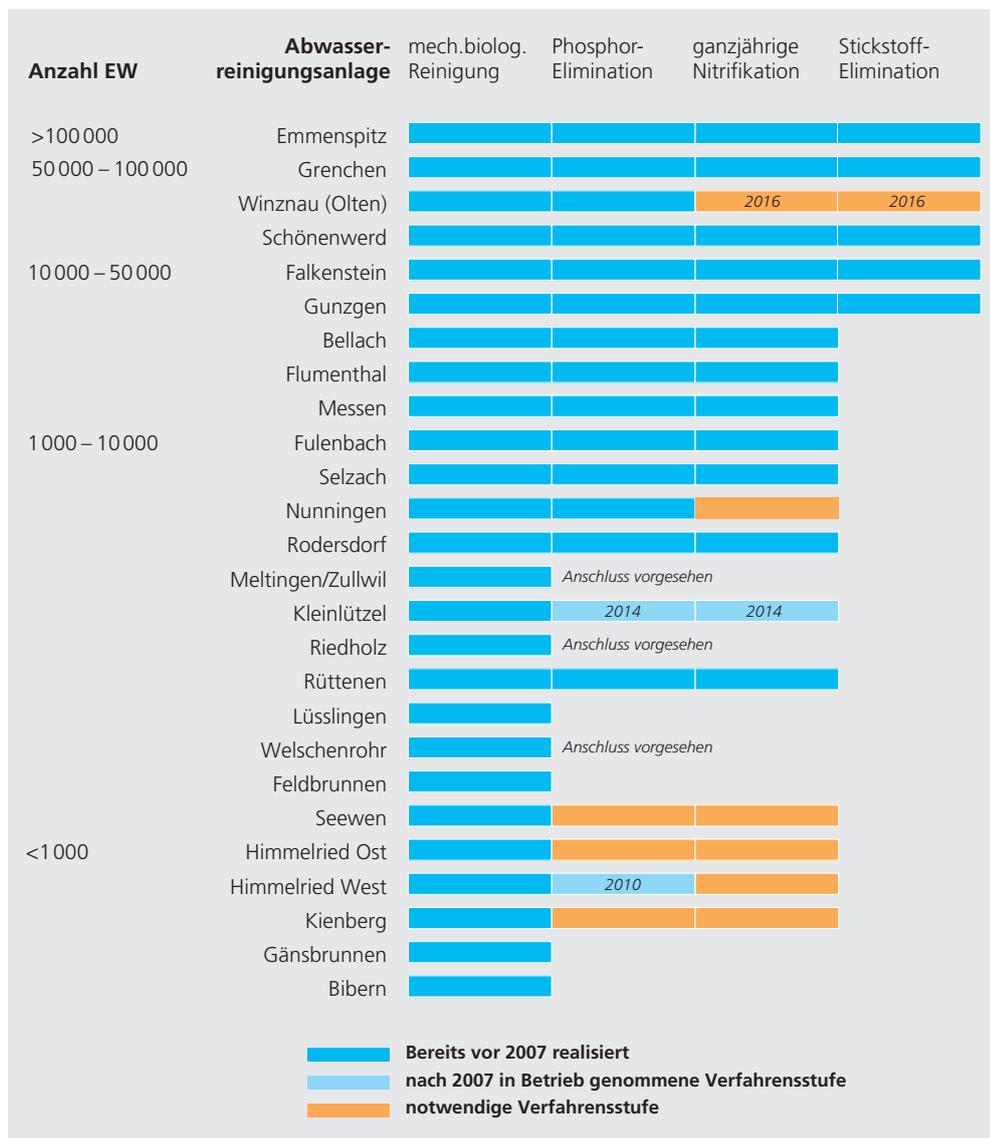
schlagswasser ist Regen- und Schmelzwasser, das über versiegelte Flächen (Dächer, Strassen, Plätze) in die Kanalisation gelangt. Das kaum verschmutzte Niederschlags- und Fremdwasser macht mehr als die Hälfte des Wassers aus, das in einer ARA behandelt wird. Eine kostspielige Angelegenheit, die verbessert werden muss.

## **Ausbau und Sanierung**

In den letzten sechs Jahren sind in solothurnischen Abwasserreinigungsanlagen diverse Ausbau- und Sanierungsprojekte in Angriff genommen und zum Teil bereits abgeschlossen worden:

- Das Abwasser der ehemaligen Anlagen in Nuglar/ St. Pantaleon und Wisen wird neuerdings zu grösseren Anlagen geleitet, die eine höhere Reinigungsleistung sicherstellen. Damit werden die aufnehmenden Gewässer (Orisbach und Dorfbach Wisen) von der Abwasserfracht befreit.
- Fünf Anlagen haben Ausbau- und Sanierungsprojekte realisiert (ARA Limpachtal, ARA Fülenbach, ARA Gunzgen, ARA Himmelried West, ARA Kleinlützel).
- Bei der ARA Winznau bei Olten ist gegenwärtig ein umfangreiches Ausbauprojekt im Gang, das die Kapazität der Anlage erhöhen wird. Gebaut wird auch bei der ARA Emmenspitz (Faulung, Anammox).
- Für die ARA Riedholz sind Anschlussmassnahmen entschieden worden. Das Bauprojekt liegt vor.
- Bei den Anlagen in Welschenrohr, Seewen, Meltingen-Zullwil und Nunningen laufen Abklärungen und Planungen für Anschlussmassnahmen an grössere Anlagen.

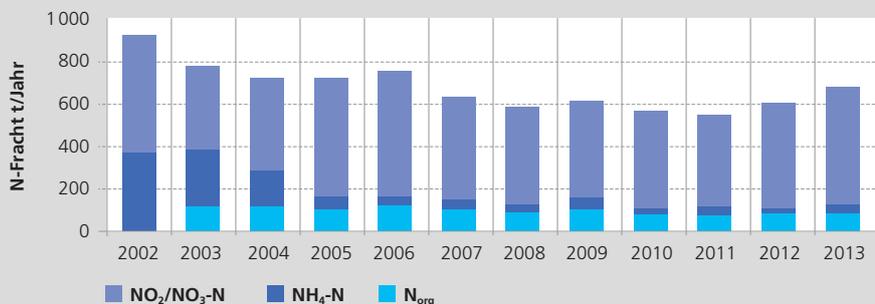
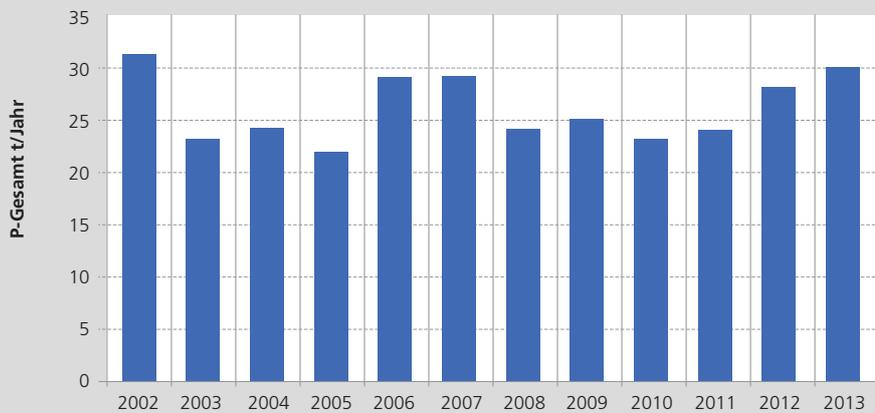
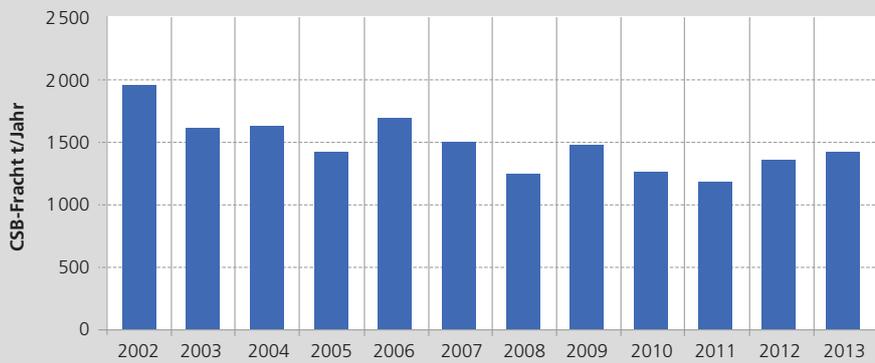
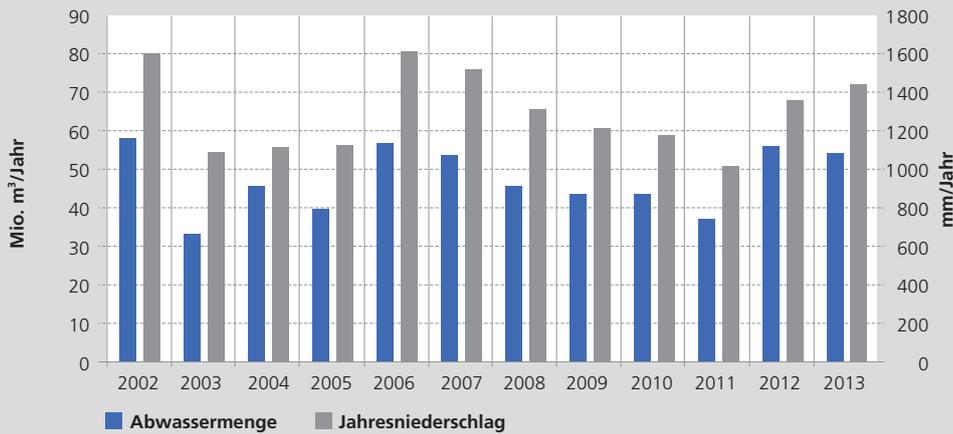
Nach dem Ausbau in Winznau (Olten) werden im Kanton Solothurn alle Anlagen mit mehr als 10 000 Einwohnergleichwerten eine ganzjährige Nitrifikation aufweisen. Fünf der sechs grössten Anlagen können zudem Stickstoff aus dem Abwasser eliminieren (Denitrifikation), zumindest während der wärmeren Jahreszeit. Mittelfristig werden einige Anlagen ihre technische Nutzungsdauer erreichen. Bei Anlagen wie Himmelried Ost und West, Kienberg, Lüsslingen, Rüttenen und Feldbrunnen sind die Gemeinden und der Kanton gefordert, rechtzeitig zukunftsweisende Lösungen zu entwickeln und die Finanzierung zu regeln.



**Tab. 8.1 – Stand der Abwasser-reinigung.** Als Mass für die Belastung einer ARA wird der Einwohnerwert verwendet. Ein Einwohnergleichwert entspricht der Belastung eines «typischen» angeschlossenen Einwohners. So können Belastungen aus Industrie und Gewerbe mit denen aus privaten Haushalten verrechnet werden.

### Ablauffrachten

Zur Erfolgskontrolle der Solothurner Abwasserreinigung wurden die Ablauffrachten aller Anlagen erhoben. Die Stickstoffwerte sanken bis 2011 nahezu kontinuierlich. Bewirkt haben diese Leistungssteigerung vor allem Ausbauten grosser Anlagen (ARA Emmenspitz, ARA Grenchen). Erst in den letzten beiden Jahren war wieder ein Anstieg zu bemerken, was hauptsächlich auf die Nitratwerte zurückzuführen ist. Auch die Phosphorwerte stiegen in den Jahren 2012 und 2013 an, was in den langjährigen Schwankungen jedoch noch nicht ungewöhnlich erscheint. Der CSB-Wert (chemischer Sauerstoffbedarf) pendelt seit 2008 zwischen 1 200 und 1 500 Tonnen pro Jahr, ebenfalls ohne erkennbare Tendenz.



**Abb. 8.2 – Abauffrachten aller Abwasserreinigungsanlagen im Kanton Solothurn (2002 – 2013).** Die meisten Abwasserreinigungsanlagen im Kanton Solothurn erfüllen die gesetzlich vorgegebenen Einleitgrenzwerte für die CSB-, P- und N-Frachten. Dieses hohe Niveau zu halten bedarf weiterhin grosser Anstrengungen.



*Nach einem mehrstufigen Reinigungsprozess ist das Abwasser soweit von Schmutzstoffen befreit, dass es in die Aare eingeleitet werden kann.*

## Einzelprojekte

### ARA Emmenspitz



Abb. 8.3 – ARA Emmenspitz

Im Dezember 2012 beantragte der Zweckverband Abwasserregion Solothurn-Emme (ZASE) die Genehmigung für den Neubau eines Faulturms, verbunden mit einer Gasaufbereitungsanlage zur Energiegewinnung von mindestens 4.5 W/h. Durch die Faulschlammbehandlung hätte die Stickstofffracht, die von der ARA Emmenspitz in die Aare gelangt, um rund 25 Prozent zugenommen. Mit Blick auf die internationalen Abkommen zur Minderung der Stickstoffeinträge gilt es heute, neue Stickstofffrachten weitgehend zu vermeiden.

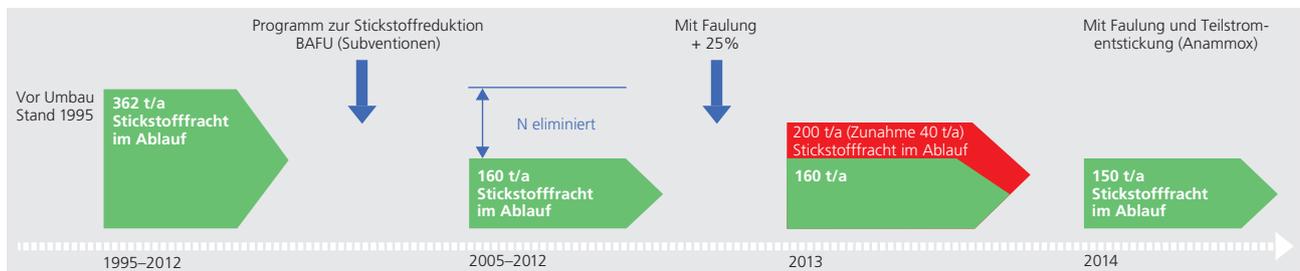
Deshalb musste nach einer Lösung gesucht werden, die dem heutigen Stand der Technik entspricht: Mit dem Bau einer sogenannten Anammox-Anlage wird die Stickstofffracht in die Aare trotz des neuen Faulturms nicht wesentlich erhöht.

Anammox ist die Kurzform für «Anaerobe-Ammonium-Oxidation». Dieses komplizierte Wort beschreibt einen biologischen Vorgang aus dem Stickstoffkreislauf. Es ist ein Oxidationsvorgang, der ohne Sauerstoff abläuft. Dabei wird Ammonium direkt mit dem Nitrit unter Ausschluss von Sauerstoff zu gasförmigem Stickstoff umgesetzt. In Solothurn ist es die erste Anlage dieser Art.

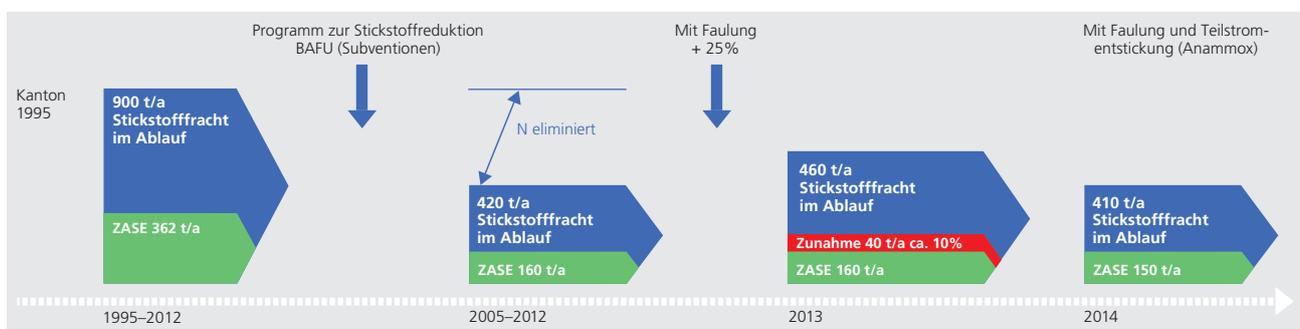
Abb. 8.4 – Stickstoffbilanzen.

Die Stickstofffracht der ARA Emmenspitz wird dank einer Anammox-Anlage nicht wesentlich erhöht.

#### Stickstofffrachten ZASE



#### Stickstofffrachten Kanton



### ARA Winznau

Die ARA Winznau des Zweckverbands Abwasserregion Olten (ZAO) ist 1968 in Betrieb genommen worden. Heute reinigt sie die Abwässer von 13 Verbandsgemeinden des Kantons Solothurn, darunter jene der Stadt Olten. Dank diverser Umbauten und Ergänzungen sowie dem konsequent durchgeführten Unterhalt präsentierte sich die Anlage 2013 in einem guten Zustand. Die biologische Stufe hatte jedoch praktisch keine Reserve mehr. Einzelne Anlageteile der Kläranlage hatten zudem die technische Lebensdauer erreicht oder überschritten.

Der ZAO hat deshalb ein Ausbau- und Sanierungsprojekt in Angriff genommen. Im Rahmen eines Ideenwettbewerbs hat das sogenannte SBR-Verfahren (SBR steht für «Sequency Batch Reactor») aufgrund der vorhandenen Infrastruktur als zweckmässigstes Verfahren für den Ausbau überzeugt. Im Gegensatz zu einer kontinuierlich arbeitenden konventionellen Belebtschlamm-Anlage wird beim SBR-Verfahren das Abwasser während eines zeitlich ablaufenden Zyklus in einem einzelnen Becken gereinigt. Die Reinigung geht über den Kohlenstoffabbau und die Phosphorelimination hinaus und ermöglicht eine weitergehende Stickstoff-Elimination.

Einzelne Anlageteile (Einlaufpumpwerk, Rechenanlage und Muldengebäude) sind in einer ersten Etappe bereits im Jahr 2013 realisiert worden. Das Herzstück der derzeit laufenden Erweiterungsmassnahmen ist jedoch der Neubau von vier SBR-Reaktoren für eine verbesserte biologische Abwasserreinigung. Zusammen mit dem Ausbau der biologischen Reinigungsstufe werden auch Massnahmen in der Schlammbehandlung umgesetzt.

### ARA Kleinlützel

Die bestehende ARA Kleinlützel wurde im Jahr 1974 gebaut und in Betrieb genommen. Die ARA stand fast 30 Jahre im Dauerbetrieb und bedurfte einer umfassenden Sanierung sowie einer weitergehenden Reinigungsstufe (Nitrifikation, Phosphatfällung).

2005 wurde in einer vorgezogenen Massnahme bereits eine neue Feinrechenanlage installiert, an die sich weitere Werterhaltungsmassnahmen anschlossen. Vor allem die Ausrüstung der Belebtschlamm-Biologie (Kreiselbelüftung, Nachklärbeckenausrüstung mit Schlammrückführung) musste erneuert werden. Im Jahr 2010, als das Vorprojekt zur Sanierung und Ausbau der ARA Kleinlützel vorgestellt wurde, stand auch eine Ableitung des Abwassers und dessen Reinigung in der ARA Zwingen zur Diskussion. Doch es gab Konflikte um Grundwasserschutz zonen. Auch die hohen Kosten rechtfertigten eine solche Ableitung nicht.

Deshalb ist die ARA Kleinlützel in den Jahren 2013 und 2014 erweitert worden: Einerseits wurde eine Phosphorelimination mittels Phosphat-Fällung eingerichtet, andererseits eine zweistrassige Belebtschlamm-Biologie mit Tiefenbelüftung gebaut, um die Betriebssicherheit zu erhöhen. Dank diesen Massnahmen kann die ARA Kleinlützel die gesetzlichen Grenzwerte auch künftig einhalten. Bei der biologischen Abwasserreinigung handelt es sich um eine Leistungssteigerung mit weitergehender Reinigung (ganzjährige Nitrifikation und Teil-Denitrifikation).



Abb. 8.5 – ARA Winznau



Abb. 8.6 – ARA Kleinlützel

---

## **Mikroverunreinigungen**

Der geplante Ausbau einiger Abwasserreinigungsanlagen mit einer vierten Reinigungsstufe zur Entfernung von Mikroverunreinigungen ist inzwischen gesetzlich beschlossen. Unter Mikroverunreinigungen versteht man beispielsweise Pestizide und Biozide, Inhaltsstoffe von Konsumgütern (Putzmittel, Kosmetika) oder Medikamentenrückstände. Viele dieser Stoffe sind biologisch schwer abbaubar und können sich trotz ihrer geringen Konzentration nachteilig auf das aquatische Ökosystem auswirken. Über die Wirkung der Summe all dieser Spurenstoffe ist nur sehr wenig bekannt, und das nicht nur in Hinblick auf die Gewässerökologie, sondern auch in Bezug auf die Reinheit und Natürlichkeit des Trinkwassers.

Auch wenn heute Mikroverunreinigungen im Grundwasser nur in Spuren nachgewiesen werden, soll eine weitere Zunahme der Konzentrationen verhindert werden. Mit einer Änderung des Bundesgesetzes über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GschG) in Frühjahr 2014 ist nun auch die Finanzierung zur Beseitigung dieser Mikroverunreinigungen gesichert. Die schweizweiten Investitionskosten von 1,2 Milliarden Franken werden zu 75 Prozent vom Bund getragen (max. neun Franken pro Einwohner und Jahr). Die restlichen 25 Prozent bezahlen die Einwohner, die an einer ARA angeschlossen sind, sowie die Abwasserreinigungsanlagen, die die zusätzliche Reinigungsstufe einführen.

Eliminiert eine Kläranlage die organischen Spurenstoffe, entfällt diese Abgabe. Um Mikroverunreinigungen zu beseitigen, kommen Verfahren wie die Ozonierung oder der Einsatz von Pulveraktivkohle in Frage. Auf der Kläranlage Neugut bei Dübendorf ist bereits ein erstes grosstechnisches System mit Ozonierung im Einsatz, mit dem die Betreiber Erfahrung sammeln können.

Man rechnet damit, dass in der ganzen Schweiz etwa einhundert Anlagen mit einer zusätzlichen Reinigungsstufe ausgebaut werden. Im Kanton Solothurn werden die ARA Emmenspitz bei Solothurn aufgrund ihrer Grösse sowie die ARA Falkenstein und die ARA Gunzgen aufgrund ihrer Lage an der belasteten Dünnern den Ausbau wahrscheinlich realisieren. Die Elimination der Mikroverunreinigungen ist ein weiterer grosser Meilenstein im Gewässerschutz.

## **Dünnern: Einfluss der Abwasserreinigungsanlagen**

Die Dünnern, der vom Jura her einmündende Nebenfluss der Aare, hat ein ungünstiges Verdünnungsverhältnis zwischen Einleitungen und natürlicher Wasserführung. Die Dünnern ist deshalb stärker als andere Gewässer mit Nährstoffen und Schadstoffen aus Abwasserreinigungsanlagen belastet.

Im Auftrag des Amtes für Umwelt (AfU) hat das Wasserforschungs-Institut des ETH-Bereichs (Eawag) ein Expertengutachten verfasst, wie die Situation entlang der Dünnern verbessert werden könnte. Darin wurde auch der Einfluss der Abwasserreinigungsanlagen (sowie der Autobahn) auf die Dünnern untersucht. Die Fragestellung lautete: Wäre der Nährstoffeintrag geringer, wenn diese Anlagen nicht mehr in die Dünnern entwässert würden?

*Expertengutachten mit Leitbild zur Optimierung der Gewässernutzung der Dünnern bei Solothurn, eawag-Studie im Auftrag des AfU (Sept. 2009)*

---

Folgende Antworten liefert das Expertengutachten der eawag:

- Die gesamte Fließstrecke der Dünnern würde zwar von Nährstoffen entlastet werden, aber je nach Parameter nur um maximal 20 Prozent. Der weitaus grösste Teil der Nährstoffe stammt von diffusen Quellen der Landwirtschaft und der Siedlungen. Diese Belastung bliebe weiterhin sehr hoch.
- Das Tatsache, dass Mikroverunreinigungen über Dünnern-Infiltrat ins Grundwasser und damit in unser Trinkwasser gelangen, wäre jedoch stark reduziert. Entsprechend würde die Wasserqualität stark davon profitieren. Die Ergebnisse der Studie mahnen uns, beim Thema Wasserqualität auch die diffusen Einträge – das sind je nach Parameter bis 80 Prozent der Frachten – zu reduzieren.
- Auf die Artenzahl von Gewässerorganismen hätten gewässermorphologische Verbesserungen voraussichtlich einen günstigeren Effekt als Massnahmen der Gewässer-Reinhaltung. Allfällige wasserbauliche Massnahmen wären etwa folgende: die Durchgängigkeit des Gewässers zu verbessern, das Gewässerbett zu verbreitern und den Uferbereich zu vergrössern.

**Abb. 8.7 – Dünnern bei Balsthal**



---

## **Einzugsgebietsmanagement: Das Projekt SoPHIE**

Die Vereinigung Solothurner Abwasser (VSoA) beschäftigt sich seit längerem mit der Zukunft der Abwasserreinigung. Das AfU knüpfte an diese Vorarbeit an und startete unter der Namen SoPHIE («Solothurner Planung eines hydrologischen und integrierenden Einzugsgebietsmanagements») ein erstes Projekt im Einzugsgebiet der Aare West. Konkret geht es darum, wie die Abwasserreinigung dort in dreissig Jahren aussehen soll. Es sollen funktionelle Organisationseinheiten skizziert und Grundlagen bereitgestellt werden.

*Gestartet wird das Projekt SoPHIE im Bereich Solothurn West. Die dortigen Zweckverbände und die Vereinigung Solothurner Abwasser (VSoA) werden das Projekt aktiv begleiten.*

Das integrale Einzugsgebietsmanagement verfolgt eines der grossen Vorhaben der Bundesverfassung: Wasser soll über die Verwaltungsgrenzen hinweg bewirtschaftet werden, und die Interessen aller Nutzer sowie der Umwelt werden untereinander ausgeglichen. Es ist ein Kernanliegen des Projekts, frühzeitig den Dialog zwischen Gemeinden, Zweckverbänden, dem Kanton und weiteren Beteiligten aufzunehmen. Gemeinsam sollen die folgenden Fragen in einem transparenten Prozess geklärt werden:

- Wann stehen wo grosse Investitionsentscheidungen an?
- Wie kann die Kooperation in der Region gestärkt werden?
- Wie können gleichzeitig Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit gesteigert werden?
- Was kann getan werden, um die Mitwirkung bei der Abwasserentsorgung zu verbessern?
- Was ist zu tun, damit die Bedeutung der Abwasserentsorgung ganz allgemein besser wahrgenommen wird?

# **Anhang**

# 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><br>Bei natürlicherweise wenig belasteten Gewässern gilt der kleinere Wert  |
| Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)  | 1 bis 4 mg/l C<br>Bei natürlicherweise wenig belasteten Gewässern gilt der kleinere Wert   |
| Ammonium (Summe von NH <sub>4</sub> und NH <sub>3</sub> )   | Bei Temperaturen<br>– über 10 °C: 0.2 mg/l N<br>– 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><br>0.001 mg/l Pb (gelöst)  |
| Cadmium (Cd)  | 0.2 µg/l Cd (gesamt) <sup>1)</sup><br>0.05 µg/l Cd (gelöst)  |
| Chrom (Cr)  | 0.005 mg/l Cr (gesamt) <sup>1)</sup><br>0.002 mg/l Cr (gelöst)   |
| Kupfer (Cu)   | 0.005 mg/l Cu (gesamt) <sup>1)</sup><br>0.002 mg/l Cu (gelöst)   |
| Nickel (Ni)   | 0.01 mg/l Ni (gesamt) <sup>1)</sup><br>0.005 mg/l Ni (gelöst)  |
| Quecksilber (Hg)  | 0.03 µg/l Hg (gesamt) <sup>1)</sup><br>0.01 µg/l Hg (gelöst)   |
| Zink (Zn)   | 0.02 mg/l Zn (gesamt) <sup>1)</sup><br>0.005 mg/l Zn (gelöst)  |
| Organische Pestizide (Pflanzenbehandlungsmittel, Holzschutzmittel, Antifouling usw.)  | 0.1 µg/l je Einzelstoff<br>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 Mooregebieten oder seltene Hochwasserspitzen und Niederwasserereignisse bleiben vorbehalten.

### Ergänzende Zielvorgaben für Fließgewässer des Bundesamtes für Umwelt

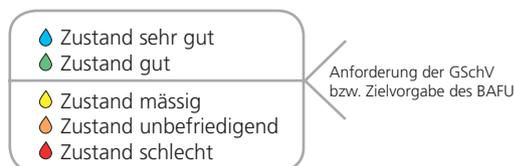
| Parameter                           | Ergänzende Anforderungen   |
|-------------------------------------|--|
| Ortho-Phosphat (PO <sub>4</sub> )   | 0.04 mg/l P  |
| Gesamtphosphor (P <sub>tot</sub> )  | 0.05 mg/l P (filtriert)<br>0.07 mg/l P (unfiltriert)   |
| Nitrit (NO <sub>2</sub> )           | 0.05 mg/l N  |
| Total organische Kohlenstoffe (TOC) | 3.0 bis 5.0 mg/l C<br>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>     | Anforderungen der GSchV |
| Zustand gut            | 1.5 < 3.0 mg/l O <sub>2</sub> |                         |
| 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 | Anforderungen der GSchV |
|------------------------|------------------------|----------------------|-------------------------|
| Zustand sehr gut       | < 1.0 mg/l C           | < 1.5 mg/l C         |                         |
| Zustand gut            | 1.0 < 2.0 mg/l C       | 1.5 < 3.0 mg/l C     |                         |
| Zustand mässig         | 2.0 < 3.0 mg/l C       | 3.0 < 4.5 mg/l C     |                         |
| Zustand unbefriedigend | 3.0 < 4.0 mg/l C       | 4.5 < 6.0 mg/l C     |                         |
| Zustand schlecht       | ≥ 4.0 mg/l C           | ≥ 6.0 mg/l C         |                         |

### Ammonium NH<sub>4</sub>

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

### Nitrit NO<sub>2</sub>

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

### Nitrat NO<sub>3</sub>

|                        |                   |                         |
|------------------------|-------------------|-------------------------|
| Zustand sehr gut       | < 1.5 mg/l N      | Anforderungen der GSchV |
| Zustand gut            | 1.5 < 5.6 mg/l N  |                         |
| Zustand mässig         | 5.6 < 8.4 mg/l N  |                         |
| Zustand unbefriedigend | 8.4 < 11.2 mg/l N |                         |
| Zustand schlecht       | ≥ 11.2 mg/l N     |                         |

### Phosphat PO<sub>4</sub>

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

### Gesamtphosphor unfiltriert P<sub>tot</sub>

|                        |                    |                      |
|------------------------|--------------------|----------------------|
| Zustand sehr gut       | < 0.04 mg/l P      | Zielvorgabe des BAFU |
| Zustand gut            | 0.04 < 0.07 mg/l P |                      |
| Zustand mässig         | 0.07 < 0.1 mg/l P  |                      |
| Zustand unbefriedigend | 0.1 < 0.14 mg/l P  |                      |
| Zustand schlecht       | ≥ 0.14 mg/l P      |                      |

### Beurteilungskriterien 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, Antifouling 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.