

Wasserressourcen in der Zukunft

Klimabedingter und sozioökonomischer Wandel fordern den Umgang mit Wasserressourcen heraus, z.B. Wasserknappheit, Nutzungskonflikte, Wahrnehmungsdefizite, Stoffeinträge. Das **integrale Wasserressourcen-Management (IWM)** hat das Ziel, in einer Region ein nachhaltiges Wassernutzungssystem aufzubauen, um das Wasserdargebot bezüglich Menge und Qualität zu sichern, Funktionen von Ökosystemen zu erhalten und so den Wasserbedarf von Gesellschaft und Wirtschaft langfristig und krisensicher zu decken (Abb. 8). Grundlage zur Aushandlung eines nachhaltigen Wassernutzungssystems in einer Region ist ein umfassendes Monitoring. Zudem sind alle wasserbezogenen Akteure (z.B. Trinkwasserversorgung, Wasserkraft, Landwirtschaft, Tourismus) einzubeziehen, um Zielkonflikte zu vermeiden, Synergien zu nutzen, Massnahmen festzulegen und sich so auf zukünftige wasserbezogene Bedürfnisse, Veränderungen und Ereignisse vorzubereiten.

Das IWM dient ebenfalls dazu, in Regionen eine nachhaltige **Trinkwasserversorgung** umzusetzen. Mit dem **Monitoring** werden Daten zu Trinkwasserdargebot, -qualität und -bedarf erfasst, um Schwachpunkte und Herausforderungen zu erfassen, die Öffentlichkeit für notwendige Massnahmen zu sensibilisieren und in **Politik und Raumplanung** die Stellung von Revitalisierung, Gewässer-, Grund- und Trinkwasserschutz gegenüber wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Interessen zu stärken (Abb. 9). Diffuse Stoffeinträge aus Landwirtschaft und Verkehr können nur mit ursachenbezogenen **Massnahmen der Minderung** wirksam vermieden werden (z.B. Vereinbarungen, Verbote, Vorschriften und Grenzwerte zum Einsatz von Chemikalien). Bei unvermeidbaren Verunreinigungen sind **Massnahmen der Anpassung** nötig, z.B. Reinigungsleistung von ARAs verbessern (Abb. 10), lokalen Verschmutzungen mit überregional vernetzten Wasserversorgungen ausweichen.

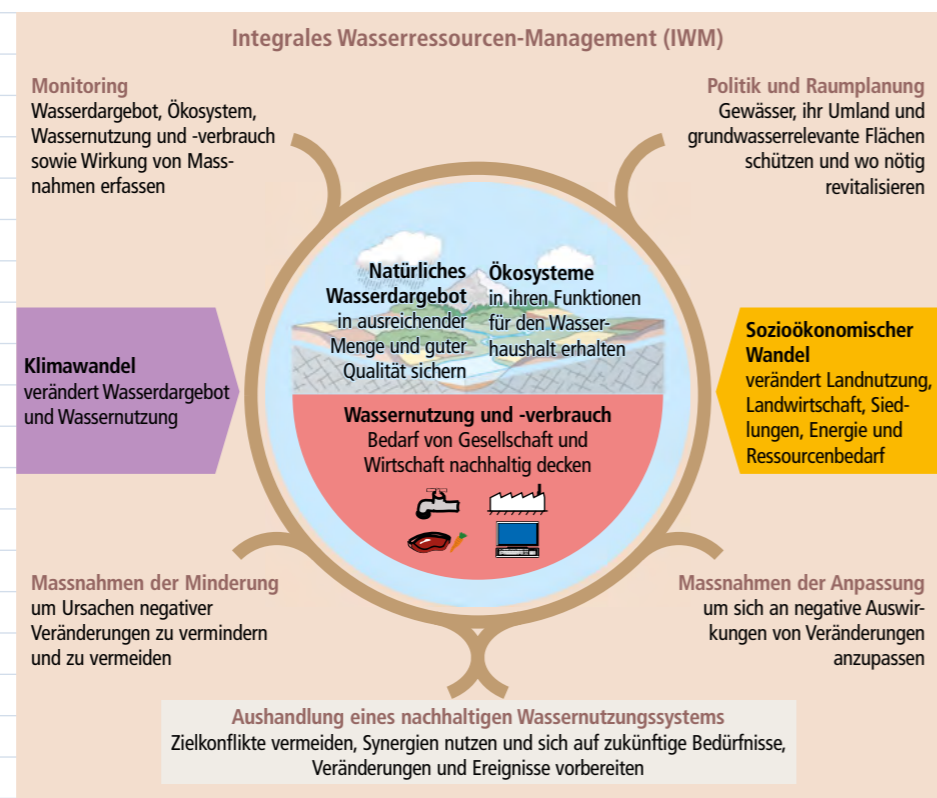


Abb. 8: Integrales Wasserressourcen-Management (IWM)



Abb. 9: Die Raumplanung kann präventiv und langfristig Grund- und Trinkwasserschutz stärken, insbesondere bei Nutzungskonflikten mit Siedlungswachstum und Landwirtschaft (Foto: Juri Junkov).



Abb. 10: Abwasserreinigungsanlage ARA Altenrhein bei der Mündung des Alten Rheins in den Bodensee, 2020 (Foto: AVA Altenrhein)

Wasserversorgung bedrängt

In der Schweiz stammt das **Trinkwasser** zu etwa 20 Prozent aus Seen und zu 80 Prozent aus Grundwasser (Abb. 1). Ein nachhaltiger Umgang mit diesen Wasservorkommen ist daher eine vordringliche Aufgabe von Gesellschaft und Wirtschaft.

In **Seen** und **Fliessgewässern** wird die Wasserqualität beeinflusst durch natürliche und anthropogene Stoffeinträge über Atmosphäre, Oberflächenabfluss, zufließende Oberflächengewässer sowie unterirdisch infiltrierendes Boden- und Grundwasser. Die stoffliche Belastung der Gewässer hängt stark von der Landnutzung im **Einzugsgebiet** ab, insbesondere durch Landwirtschaft, Siedlungen, Verkehr und Industrie.

Die Qualität des **Grundwassers** wird durch die Zusammensetzung des Sickerwassers, dessen Verweilzeit im Untergrund sowie die Boden- und Gesteinsart beeinflusst. Im Boden und im darunterliegenden Gestein sterben Krankheitserreger (z.B. Bakterien und Viren) ab und Mineralstoffe reichern sich im Wasser an. Wenn diese **Reinigungs- und Mineralisierungsprozesse** uneingeschränkt stattfinden, hat das Grundwasser Trinkwasserqualität. Hauptsächlich die Bodenschicht kann Schadstoffe im versickernden Wasser ausfiltern und abbauen. Schwer abbaubare und mobile Mikroverunreinigungen (z.B. Pflanzenschutzmittel) sowie Mineralstoffe (z.B. Nitrat) kann jedoch auch der Boden nicht aufhalten.

Gelangen zu viele Verunreinigungen ins Grundwasser, wird die Trinkwassergewinnung technologisch und energetisch aufwendig und teuer. Dieses Risiko besteht vorwiegend in Gebieten, wo ergiebige Grundwasservorkommen und intensive Landwirtschaft sowie Siedlungen vorliegen (Abb. 1 und 2).

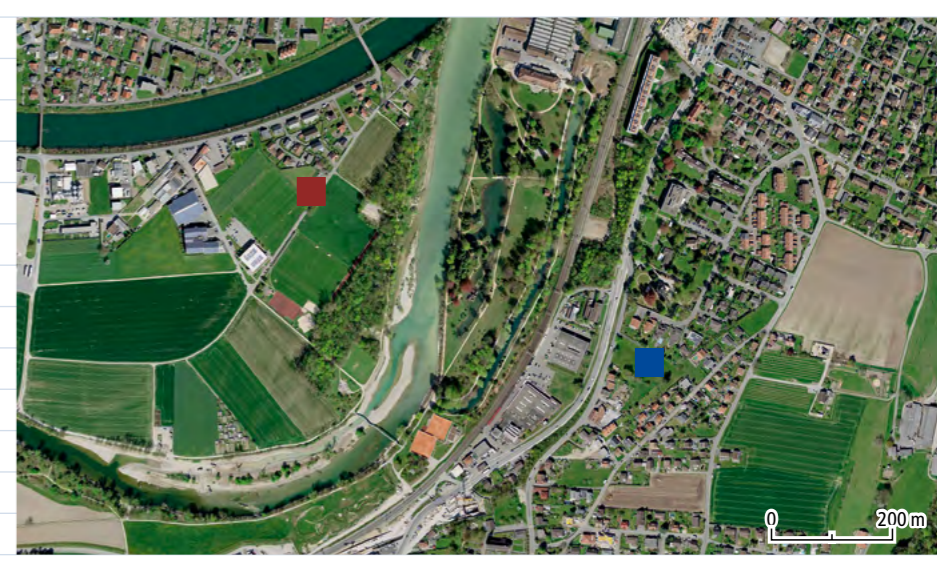
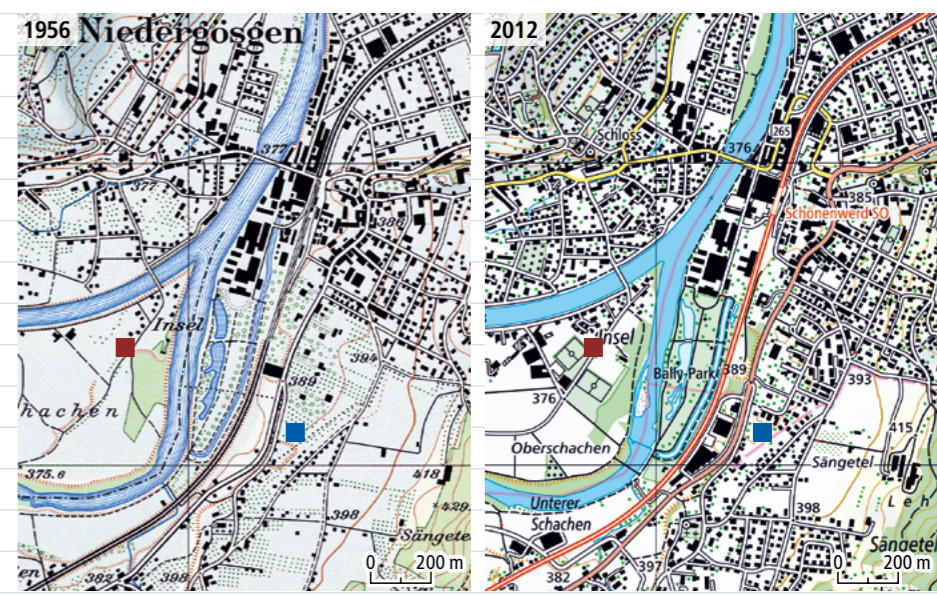


Abb. 1: Ursprünglich auf der «grünen Wiese» erstellt, liegen die Grundwasserfassungen in Niedergösgen (■) und Schönenwerd (■) heute im Siedlungsgebiet (Quelle: Swisstopo).

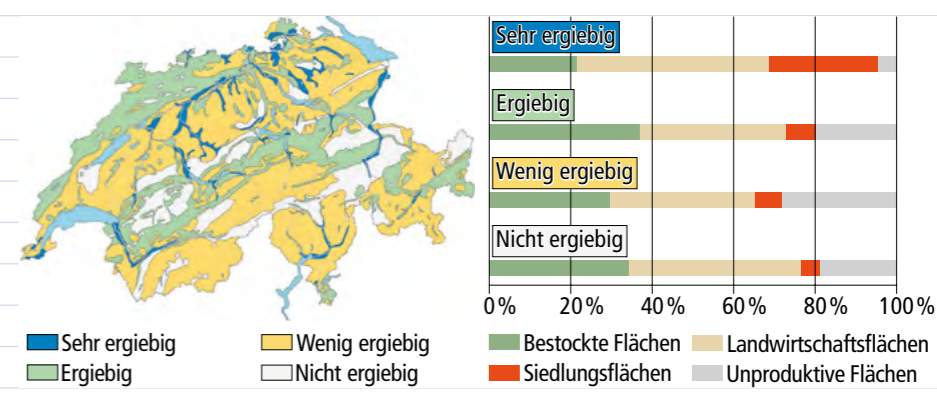


Abb. 2: Grundwasservorkommen unterschiedlicher Ergiebigkeit (links) und dort vorkommende Landnutzung (rechts) (aus NFP 61, 2014)

Landschaftswandel und Trinkwasserversorgung

Bis Anfang des 19. Jahrhunderts konnten Siedlungen in der Schweiz auf reichlich sauberes **Trinkwasser** aus dem wenig genutzten Umland zurückgreifen, insbesondere aus Grundwasser und Oberflächengewässern an Stellen ohne verschmutzende Aktivitäten (z.B. durch Gerbereien, Schlachthöfe). In den letzten 200 Jahren wurden viele Flüsse kanalisiert, das dabei gewonnene Land entwässert und für Landwirtschaft, Siedlungsbau und Verkehr gewonnen (Abb. 3). Seither gerät der Trinkwasserbezug aus Grundwasser durch diese Landnutzungen zunehmend unter Druck (Abb. 4). Heute sind in der Schweiz rund 3000 **Wasserversorgungen** für die Gewinnung von Trinkwasser und die Versorgung der Bevölkerung zuständig.

Flächen für Wasserqualität

Aufgrund des zunehmenden Landnutzungsdrucks verlangt das **Gewässerschutzgesetz** seit 1971 einen flächendeckenden Schutz der Wasserressourcen. So ist es verboten, verunreinigende Stoffe direkt in Gewässer einzubringen oder sie auf Landflächen auszutragen, wenn die Gefahr besteht, dass sie ins Wasser gelangen können (qualitativer Schutz). Zudem dürfen langfristig Grundwasservorkommen mengenmässig nicht vermindert werden durch Grundwasserentnahme und durch Beeinträchtigung der Grundwassererneuerung (quantitativer Schutz).

Der **planerische Grundwasserschutz** verlangt bei Trinkwasserfassungen seit 1971 **Grundwasserschutzzonen** (heute: S1 bis S3), um Grundwasser und Zuströmbereiche vor Verschmutzungen aus der Umgebung zu schützen, bei einem Unfall genügend Reaktionszeit zu haben sowie einen ununterbrochenen Grundwasserzufluss zu gewährleisten (Abb. 5). Der **Gewässerschutzbereich** A_u umfasst alle nutzbaren Grundwasservorkommen im Randgebiet der Schutz-zonen. Bei ungenügender Grundwasserqualität oder Gefahr einer Verunreinigung wird zusätzlich

ein **Zuströmbereich** Z_u festgelegt, in welchem der Einsatz bestimmter Stoffe (z.B. Mineraldünger, Gülle, Pflanzenschutzmittel) eingeschränkt ist. Für die zukünftige Grundwassernutzung werden zudem vorsorglich **Grundwasserschutzareale** ausgeschieden mit Bauverbot für Gebäude und Anlagen.

Nutzungskonflikte

In Schutz-zonen einer Trinkwasserfassung bestehen **Nutzungskonflikte**, wenn Landwirtschaft, Gebäude oder Verkehr die Wasserqualität gefährden (Abb. 4). Durch Düngereinsatz, Verkehrsunfälle, Bremsabrieb oder undichte Abwasserleitungen können Verunreinigungen in Boden und ins Grundwasser gelangen. Solche Gefährdungen müssen bei Trinkwasserfassungen seit 1971 ausgeschlossen werden. Heute beziehen 62 Prozent der Schweizer Bevölkerung ihr Trinkwasser aus Fassungen mit bundesrechtskonform dimensionierten und rechtskräftig ausgeschiedenen Schutz-zonen und 20 Prozent aus Seewasserfassungen. Rund 1 Million Schweizerinnen und Schweizer erhalten ihr Trinkwasser aus Fassungen, deren Schutz-zonen nicht den gesetzlichen Vorgaben entsprechen. Grund dafür sind hauptsächlich Nutzungskonflikte mit Siedlungen, Landwirtschaft und Verkehr sowie vereinzelt mit Tankanlagen, Leitungen, Deponien, Altlasten auf Industrieflächen, Sportanlagen, Skigebieten, Steinbrüchen, Tierparks, Revitalisierungs- und Kraftwerkprojekten. Aus solchen Gründen musste in den letzten 20 Jahren rund ein Drittel der Wasserversorgungen mindestens eine Trinkwasserfassung schliessen und sind zurzeit 54 Prozent von Nutzungskonflikten betroffen (Abb. 6 und 7).

Die Öffentlichkeit nimmt kaum wahr, dass Siedlungs-, Verkehrs- und Industrieflächen auch in Gebieten wachsen, die als Schutz-zonen für eine qualitativ einwandfreie Trinkwasserversorgung notwendig sind. Zu diesem **Wahrnehmungsdefizit zur Flächen-nutzung** kommt hinzu, dass unbebaute Schutz-zonen häufig nahe am Siedlungsge-

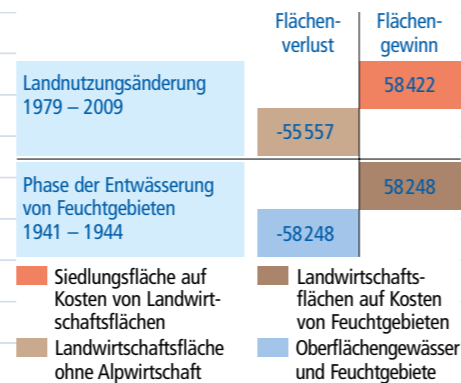
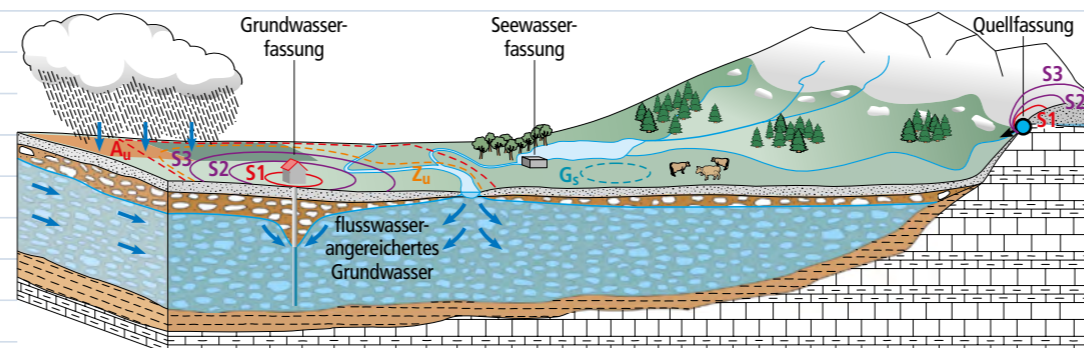


Abb. 3: Flächenverlust und -gewinn (in ha) in der Schweiz während zwei ausgewählten Phasen (nach: NFP 61, 2014)



Abb. 4: Landwirtschaft, zu nahe Strasse, Eisenbahn und Gebäude gefährden die Trinkwasserfassung in Ramsei (Foto: Sarah Liechti).



- S1** Im Abstand von mindestens 10 Metern um die Fassung sind bauliche Eingriffe und Tätigkeiten nur zulässig, wenn sie der Trinkwassernutzung dienen.
- S2** Im Abstand von mindestens 110 Metern oder 10 Tagen Grundwasser-Fließdauer um die Fassung sind Bauten, Grabungen, der Austrag von Gülle und andere gefährdende Tätigkeiten verboten.
- S3** Im Abstand von mindestens 210 Metern oder 20 Tagen Grundwasser-Fließdauer um die Fassung sind Deponien, industrielle Betriebe und andere gefährdende Aktivitäten verboten.

Abb. 5: Trinkwasserfassungen bei Grund- und Quellwasser mit Schutz-zonen S1, S2 und S3, Gewässerschutzbereich A_u , Zuströmbereich Z_u und Grundwasserschutzareal G_s im Lockergestein sowie Seewasserfassung ohne Schutz-zone

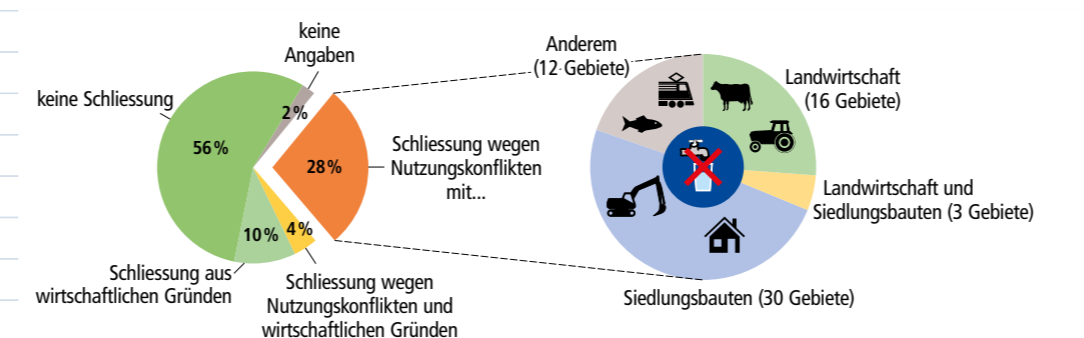


Abb. 6: Anteil Wasserversorgungen mit Schliessungen von Fassungsgebieten in den letzten 20 Jahren (nach: Olschewski A., Reist V., 2019)

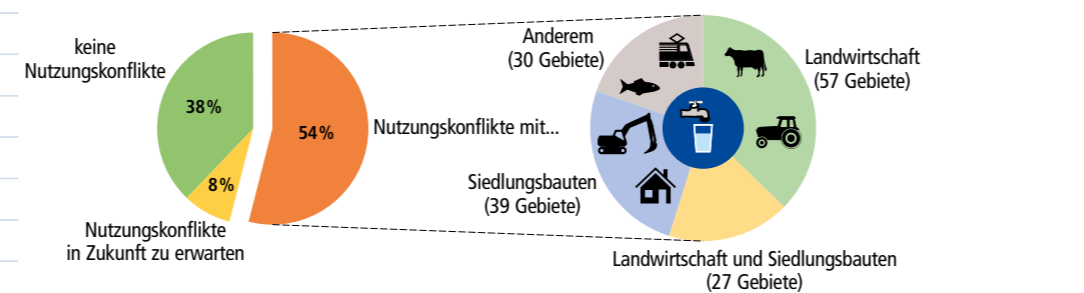


Abb. 7: Anteil Wasserversorgungen mit aktuellen Nutzungskonflikten (nach: Olschewski A., Reist V., 2019)

biet liegen und begehrtes Bauland darstellen. Bei wirtschaftlich attraktiven Bauprojekten werden Schutz-zonen und damit die Trinkwassergewinnung aus lokalem Grundwasser häufig aufgegeben. Verstärkt wird dieser Trend durch Planungen wie im Kanton Zürich, die vorsehen, Trinkwasser langfristig vor allem aus dem See und aus flusswasserangereichertem Grundwasser (z.B. am Rhein beim Rafzerfeld) zu beziehen. Die heute geschützten Grundwasservorkommen würden dann überflüssig und die Schutz-zonen für weiteres Siedlungswachstum verfügbar.

Wasserversorgungen sind zunehmend auch durch den **Klimawandel** mit häufiger auftretenden Trockenperioden gefordert. Um die Versorgungssicherheit in Zukunft zu gewährleisten, sollten Wasserversorgungen mindestens zwei unabhängige Trinkwasserfassungen aufweisen oder mit anderen Wasserversorgungen vernetzt sein.

Landnutzung und Gewässer

Für die Wasserqualität aller **Gewässer** ist die Landnutzung im gesamten **Einzugsgebiet** von Bedeutung. Gefährdet wird sie insbesondere durch **Mikroverunreinigungen** aus der Landwirtschaft und in geringeren Mengen auch aus Siedlungen, Verkehr und Industrie. So gelangen beim landwirtschaftlichen Anbau Pflanzenschutzmittel und Biozide auf die Felder und beim Ausbringen von Gülle Tierarzneimittel und Schwermetalle. Von Pflanzen nicht aufgenommene Stoffe können durch Niederschläge mobilisiert und in Gewässer eingetragen werden. In Siedlungen gelangen über undichte Abwasserleitungen und oberflächliche Abwaschung Mikroverunreinigungen in Gewässer und in den Untergrund (z.B. Biozide von Gebäudehüllen, Brems- und Pneumabrieb der Fahrzeuge, Pflanzenschutzmittel aus Gärten). Bei der Entwässerung der Verkehrswege (Eisenbahn und Strassen) werden vorwiegend Schwermetalle, Mikroplastik, flüchtige Kohlenwasserstoffe (VOC, volatile organic compounds) und Pflanzenschutzmittel in Gewässer einge-

tragen. Aus Industrie und Gewerbe gelangen vielfältige Mikroverunreinigungen über Abwasserreinigungsanlagen (ARA) oder als Direkt-einleitung mit oder ohne Vorbehandlung in die Oberflächengewässer. Mit der Überbauung des Bodens verringern sich im Untergrund auch **Reinigungs- und Mineralisierungsfunktionen**, womit das Risiko des Eintrags von Mikroverunreinigungen und Krankheitserregern ins Grundwasser steigt. Von nicht abgedichteten und belasteten Standorten (z.B. Deponien) gelangen unterschiedliche Stoffe mit dem Sickerwasser meist über längere Zeit in Gewässer. Bei Aktivitäten im und am Wasser (z.B. Freizeitaktivitäten, Wärme- und Kühlwasser, Gebäude) werden UV-Filter von Sonnencreme, Biozide, Schwermetalle und andere Stoffe in Oberflächengewässer eingetragen. Schliesslich gelangen auch aus der Atmosphäre langlebige organische Stoffe (z.B. VOC) sowie Schwermetalle auf Land- und Wasserflächen.

Das nationale **Monitoring** zur Qualität von Oberflächengewässern (NADUF und NAWA) und zur Qualität und Quantität des Grundwassers (NAQUA) zeigt, dass hauptsächlich in Ballungsräumen und in landwirtschaftlich intensiv genutzten Gebieten des Mittellandes die Wasserqualität durch Mikroverunreinigungen beeinträchtigt ist. Für eine einwandfreie Wasserqualität sind also Flächen mit möglichst wenig Stoffeinträgen und belastenden Aktivitäten nötig.

Aus diesem Grund liegt rund die Hälfte der **Grundwasserfassungen** in Wäldern, die durch das Schweizer Waldgesetz langfristig geschützt sind. Demgegenüber geraten ursprünglich «auf der grünen Wiese» erstellte Grundwasserfassungen zunehmend unter Druck, durch die intensivierte Landwirtschaft sowie den wachsenden Raumbedarf von Siedlungen, Verkehr und Industrien. Dies ist bedenklich, da es gerade in diesen Gebieten zunehmend schwierig bis unmöglich ist, neue Grundwasserfassungen ohne Nutzungskonflikte zu erstellen.



Arbeitsblatt: Wasserversorgung bedrängt

Leitfragen und Aufträge

Fokus

Durch den Landnutzungswandel der letzten Jahrzehnte gerät in der Schweiz die Trinkwassergewinnung aus Grundwasser und Seen zunehmend unter Druck. Beispielsweise ergab eine Umfrage von 2018, dass von 3000 Wasserversorgungen in den letzten 20 Jahren rund ein Drittel mindestens eine Trinkwasserfassung aufgrund anderer Landnutzungen aufgeben musste und zurzeit mehr als die Hälfte von Nutzungskonflikten betroffen sind (Olschewski A., Reist V., 2019).

Welche Veränderungen der Landnutzung haben Auswirkungen auf die Trinkwasserversorgung in der Schweiz?

Analysieren Sie den Landnutzungswandel bezogen auf die Trinkwasserversorgung in der Schweiz am Beispiel von Niedergösgen und Schönenwerd und beurteilen Sie die Folgen für die Trinkwasserfassungen.

Landnutzungswandel im Umfeld von Trinkwasserfassungen (am Beispiel Niedergösgen und Schönenwerd)	Folgen für Trinkwasserfassungen

Wissen

Überprüfen Sie Ihre Analyse zum Einfluss des Landnutzungswandels auf die Trinkwasserversorgung in der Schweiz anhand der aktuellen wissenschaftlichen Kenntnisse im Bereich «Wissen». Korrigieren, bestätigen und differenzieren Sie dabei Ihre Ergebnisse.

Transfer

Klimawandel und sozioökonomischer Wandel fordern den Umgang mit Wasserressourcen heraus, beispielsweise bei Wasserknappheit, Nutzungskonflikten und Stoffeinträgen. Demnach ist ein integrales Wasserressourcen-Management (IWM) gefragt, das solche Herausforderungen zukunftsorientiert angeht.

Wie können Sie im eigenen Lebensraum ein möglichst nachhaltiges Wassernutzungssystem aufbauen?

Stellen Sie für Ihren Lebensraum konkrete Vorschläge für die Umsetzung eines IWM zusammen, insbesondere zu Monitoring, Politik und Raumplanung, Massnahmen der Minderung und Anpassung und begründen Sie.

Literatur

Blanc P., Schädler B., 2013: Das Wasser in der Schweiz – ein Überblick. Schweizerische Hydrologische Kommission. Bern.

Bundesamt für Umwelt BAFU, 2019: Zustand und Entwicklung Grundwasser Schweiz. Ergebnisse der Nationalen Grundwasserbeobachtung NAQUA, Stand 2016. Bern.

Bundesamt für Umwelt BAFU, 2017: Wasserqualität. Magazin «umwelt» Nr. 1/2017. Bern.

Bundesamt für Umwelt BAFU, 2015: Mikroverunreinigungen in Fließgewässern aus diffusen Einträgen. Situationsanalyse. Bern.

Bundesamt für Umwelt BAFU, 2014: Grundlagen für die Wasserversorgung 2025. Risiken, Herausforderungen und Empfehlungen. Bern.

Hug R., Schöni T., Schibli M., Lanz K., 2017: Gutes Wasser für morgen. Regionale Wasserversorgungsplanung im Kanton Solothurn am Beispiel Olten Gösigen. Aqua & Gas, Nr. 6/2017. Zürich.

Lanz K. et al., 2014: Bewirtschaftung der Wasserressourcen unter steigendem Nutzungsdruck. Thematische Synthese 2 im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms NFP 61. Bern.

Olschewski A., Reist V., 2019: Nutzungskonflikte bei Trinkwasserfassungen. Aqua & Gas Nr. 6/2019. Zürich.

Strahm I., Munz N., Leu C., Wittmer I., Stamm C., 2013: Landnutzung entlang des Gewässernetzes. Quellen für Mikroverunreinigungen. Aqua & Gas, Nr. 5/2013. Zürich.