

Wasserknappheit im Wasserschlöss

Mit dem **Klimawandel** wird sich in der Schweiz die jährliche Niederschlagsmenge und das durchschnittliche **Wasserdargebot** voraussichtlich kaum verändern. Saisonal wird jedoch der Niederschlag bis ins Jahr 2100 im Sommer um rund ein Fünftel zurückgehen und in den übrigen Jahreszeiten leicht zunehmen. Die Schneefallgrenze wird ansteigen und vom heutigen Gletschervolumen werden 20 bis 30% übrigbleiben. In der Folge wird der saisonale Abfluss durch den geringeren Schmelzwasseranteil im Spätsommer und im Herbst abnehmen. **Trockenperioden** werden in Zukunft häufiger und länger sein. Gleichzeitig wird der Bedarf an landwirtschaftlicher Bewässerung zunehmen und sind Trinkwasserversorgung, Wasserkraftwerke, Gebäudekühlungen sowie Ökosysteme auf ein minimales Wasserdargebot angewiesen. Das Wasser könnte auch in umliegenden Ländern knapp werden, Verteilungsfragen auslösen, und den Druck auf die Schweiz erhöhen (Abb. 7). So gibt es in Norditalien, aber auch entlang des Rheins (D, NL, F) und der Rhone (F) industrialisierte Ballungsräume und grosse Bewässerungsflächen, die auf Flusswasser angewiesen sind. Allein die Fläche, die in Italien mit Wasser aus dem Ticino bewässert wird, ist grösser als die gesamte Ackerfläche der Schweiz.

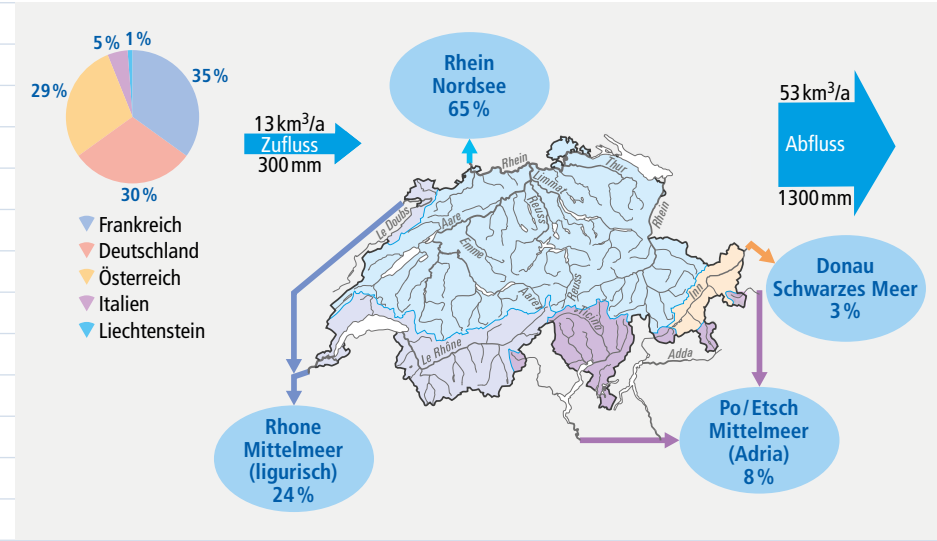


Abb. 7: Wasser aus der Schweiz mit Zuflussanteilen aus umliegenden Ländern und Abflussanteilen in die Meere (Blanc P., Schädler B., 2013)



Abb. 8: Wasserwirtschaft und ihre Anspruchsbereiche (Schmid F. et al., 2014 a)



Abb. 9: Griessee mit Griesgletscher beim Nufenenpass im Wallis, mit Blick in Richtung Südost am 19. August 2017 (Foto: Peter Baracchi, BAFU)

Eine zukunftsorientierte **Wasserwirtschaft** muss vielfältige Ansprüche in drei Aufgabenbereichen koordinieren und aufeinander abstimmen: «Wasser nutzen», «Schutz vor dem Wasser» und «Wasser schützen» (Abb. 8). In der Schweiz haben wir die privilegierte Situation, dass die Wasserversorgung nur zum Problem wird, wenn wir nichts tun. So ist das Abschmelzen der Gletscher nicht mehr zu verhindern, es kann jedoch mit einem zukunftsorientierten **Wassermanagement** reagiert werden (Abb. 3), indem beispielsweise Stauseen als Mehrzweckspeicher das Wasser zwischenspeichern (Abb. 9) oder Wasserversorgungen sich grossräumig vernetzen und so die Versorgungssicherheit erhöhen.

Wasserreichtum begrenzt

Bis weit in die Neuzeit gab es wenige Haushalte mit Wasseranschluss. Trink-, Wasch- und Kochwasser wurde vorwiegend von Brunnen bezogen (Abb. 1). Erst Ende des 19. Jahrhunderts begannen Schweizer Städte zentrale Wasserversorgungen aufzubauen (Bern und Zürich ab 1868, Luzern ab 1873), in erster Linie um in eng und mit Holz gebauten Städten Feuersbrünste zu bekämpfen. Gesundheit und Hygiene wurden später wichtig, als man bei den Krankheitserregern Cholera (1883) und Typhus (1906) erkannte, dass sie sich über mangelhafte Leitungs- und Abwassersysteme verbreiten.



Abb. 1: Trinkwasserbezug beim Schützenbrunnen in Bern, um 1905 (Foto: Burgerbibliothek Bern)

Heute beliefert die **öffentliche Wasserversorgung** die Schweizer Bevölkerung mit Trinkwasser in guter Qualität und ausreichender Menge und sorgt mit Reservoiren und einem weitläufigen Hydrantennetz für Löschwasser. In den letzten Jahrzehnten sind die Ansprüche von Bevölkerung und Wirtschaft an **Wasserqualität** und **Versorgungssicherheit** gestiegen. Klimawandel und sozioökonomischer Wandel (z.B. Lebensstil, Siedlungswachstum, intensivierte Landwirtschaft und energiepolitische Entscheide) beeinflussen wie viel Wasser verfügbar ist und verbraucht wird (Abb. 2). Die Wasserversorgung lässt sich jedoch nur verzögert an Veränderungen anpassen, weil die Infrastruktur (z.B. Reservoir, Leitungen) teuer ist und frühestens nach ihrer Lebensdauer von 50 bis 80 Jahren ersetzt wird. Konzessionen für Wasserkraftnutzung haben dieselbe Dauer. Das integrale **Wasserressourcen-Management** (IWM) hat das Ziel, in einer Region ein nachhaltiges Wassernutzungssystem aufzubauen, um das natürliche Wasserdargebot bezüglich Quantität und Qualität zu sichern und so den wasserbezogenen Bedarf von Gesellschaft und Wirtschaft langfristig und krisensicher unter Einbezug des klimabedingten und sozioökonomischen Wandels zu decken (Abb. 3).



Abb. 2: Vielfältige Wassernutzung bei Alpnach Dorf (Mitte) und Alpnachstad (links) am Alpnachersee mit der Einmündung der Sarneraa (rechts am Talrand) und der Kleinen Schlieri (links) (Foto © VBS)

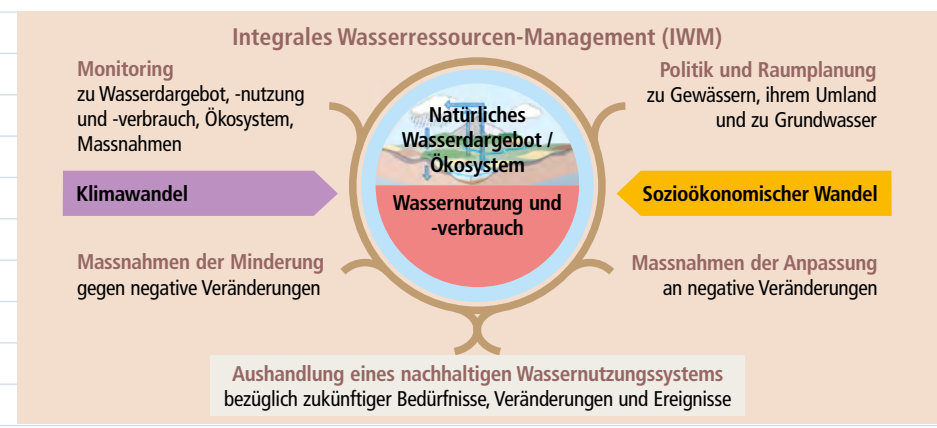


Abb. 3: Integrales Wasserressourcen-Management (IWM)

Wasserdargebot

Das jährliche **Wasserdargebot** einer Region berechnet sich aus jährlicher Niederschlagsmenge minus Verdunstung und beträgt für die Schweiz rund 40 km³ pro Jahr (Abb. 4). Die Schweiz wird als Wasserschlösser Europas bezeichnet, weil der Alpenraum mit hohen **Niederschlagsmengen** und tiefer **Verdunstung** deutlich mehr Abfluss erzeugt als die umliegenden Gebiete und weil grosse **Wasserspeicher** (Seen, Gletscher und Grundwasser) vorliegen.

Mit durchschnittlich 1460 mm ist die jährliche Niederschlagsmenge doppelt so hoch wie im übrigen Europa. Doch auch in der Schweiz kann Niederschlag in einem Gebiet über längere Zeit ausbleiben und zusammen mit erhöhtem Verbrauch zu **Wasserknappheit** führen.

Wassernutzung und -verbrauch

Bei der Wasserentnahme aus Oberflächengewässern und Grundwasser wird zwischen Wassernutzung und -verbrauch unterschieden: Bei der **Wassernutzung** wird das Wasser nach Gebrauch sauber und vollständig zurückgegeben, z. B. Wasser aus Stauseen für die Energieproduktion oder aus Flüssen für die Kühlung von Atomkraftwerken (Abb. 4). Beim **Wasserverbrauch** versickert oder verdunstet das verwendete Wasser oder es wird verschmutzt, z.B. in Landwirtschaft, Haushalten, Gewerbe oder Industrie (Abb. 4). Insgesamt verwendet die Wassernutzung in der Schweiz 14 Prozent und der Wasserverbrauch 5 % des natürlichen Wasserdargebots.

Seit 1991 werden für Fließgewässer **Restwassermengen** festgelegt, damit unterhalb von Wasserentnahmen ausreichend Wasser in Fluss- und Bachbetten bleibt. Dies soll die vielfältigen natürlichen Funktionen der Gewässer sichern (z.B. Lebensraum der Tiere und Pflanzen, Abbau von Schadstoffen). Obschon in der Schweiz insgesamt reichlich

Wasser zur Verfügung steht, kommt es aufgrund saisonaler und regionaler Schwankungen von Wasserdargebot, -verbrauch und -nutzung immer wieder zu **Wasserknappheit**, insbesondere in Trockenperioden wie in den Jahren 2003, 2015, 2017, 2018 und 2019. Eine zuverlässige Wasserversorgung muss von solchen Extremsituationen ausgehen. Studien für die Schweiz zeigen, dass auch in Zukunft ausreichend Wasser in guter Qualität verfügbar wäre und nicht die Knappheit, sondern die Verteilung und das **Wassermanagement** ausschlaggebend sein werden. Die Grundlage hierfür bildet ein **Monitoring** zu Wassermenge und -qualität (vgl. Tab. 1).

Energiewirtschaft

Am meisten Wasser wird in der Schweiz für die Stromproduktion genutzt (Abb. 4). Durchschnittlich fließt ein Wassertropfen zehn Mal durch eine Turbine, bevor er die Schweiz verlässt. Die **Wasserkraftwerke** erzeugen rund 55 Prozent des Stroms, der in der Schweiz von Elektrogeräten verbraucht wird, jedoch nur 10 Prozent des Gesamtenergieverbrauchs in Verkehr, Wirtschaft und Haushalten. Wasser gewinnt zudem für die Wärme- und Kühlung von Gebäuden an Bedeutung.

Gemäss **Energiestrategie 2050** könnte die Stromproduktion der Wasserkraftwerke um 10 % erhöht werden, ohne dass Umwelt- und Gewässerschutzbedingungen gelockert werden. Kurzfristig werden die alpinen Kraftwerke wegen der Klimaerwärmung von der zunehmenden Gletscherschmelze profitieren, mittelfristig wird es aufgrund gleichbleibender Jahresniederschlagsmengen keine Einbußen in der Jahresproduktion geben.

Trink- und Brauchwasser

In der Schweiz wird Trinkwasser zu 20 % über Seewasserfassungen (mit aufwendiger Aufbereitung) und zu 80 % aus Grundwasserfassungen (meist ohne Aufbereitung) gewonnen. Bei Letzteren wird das Wasser je zur Hälfte mit **Förderbrunnen** in Talböden und mit **Quellfassungen** in Hanglagen entnommen (Abb. 5).

| Messnetz | Daten | Ziel |
|---|---|---|
| Basisnetzwerk des Bundesamts für Umwelt zu Oberflächengewässern | Wasserstand und Abfluss | Grundlagen für Hochwasserschutz, Wasserkraftnutzung, Erfassung klimabedingter Veränderungen |
| Nationale Daueruntersuchung der Fließgewässer NADUF | Wasserqualität und -temperatur, Nähr- und Schadstoffkonzentrationen | Grundlage für Trinkwassernutzung |
| Nationale Beobachtung Oberflächenwasserqualität NAWA | chemisch-physikalische und biologische Parameter von Gewässern | Grundlage für Trinkwassernutzung |
| Nationale Grundwasserbeobachtung NAQUA | Grundwassermenge und -qualität | Grundlage für den schweizweit koordinierten Grundwasserschutz |
| Interkantonales Mess- und Informationssystem IMIS | Niederschlag, Schneehöhen, Wind, Temperatur usw. unzugänglicher Gebiete in grösseren Höhenlagen | Vorhersage von Schnee- und Lawensituationen, Abfluss und Naturgefahren |
| Geschiebemessnetz SOLID (BAFU) | Feststofftransport, Schwebstoffe, Trübung und Geschiebematerial | Beurteilung von Risiken und Gewässerrevitalisierungen |
| Messnetz SwissMetNet und Meteo-Schweiz | Niederschlag, Temperatur, Strahlung und Luftfeuchtigkeit | Beurteilung Wasserkreislauf |

Tab. 1: Messnetze zu Oberflächen- und Grundwasser in der Schweiz (nach: NFP 61 Synthesebericht 1)

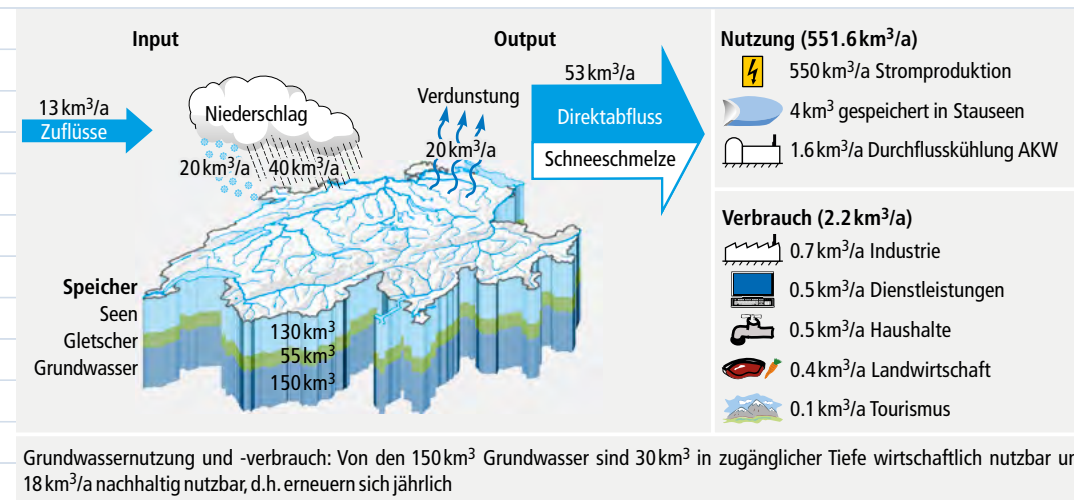


Abb. 4: Wasserdargebot sowie Wassernutzung und -verbrauch in der Schweiz (nach: Blanc P., Schädler B., 2013)

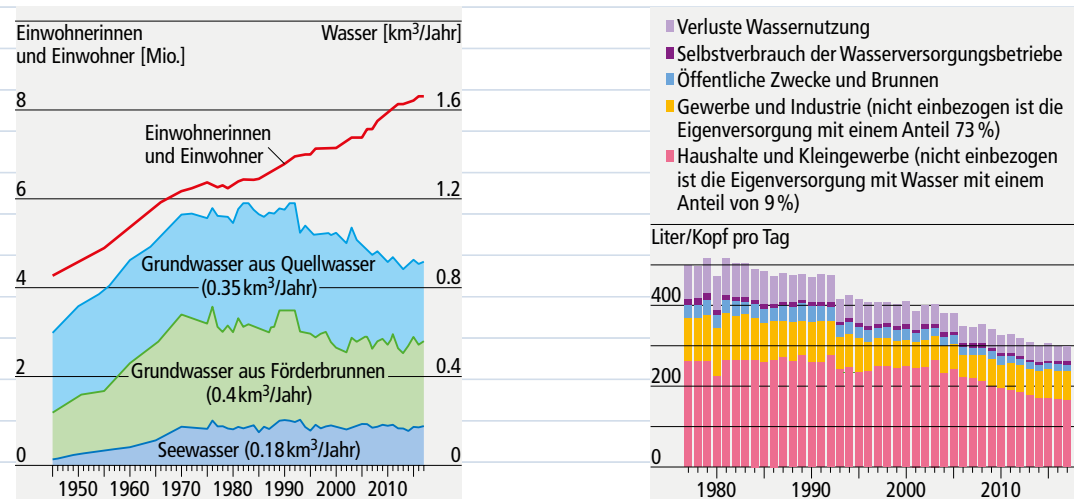


Abb. 5: Bevölkerungsentwicklung und Trinkwasserbezug in der Schweiz 1945–2017 von der öffentlichen Wasserversorgung (SVGW)

Abb. 6: Trinkwasserverbrauch aus öffentlicher Wasserversorgung seit 1977 (Quelle: Schweizerischer Verein des Gas und Wasserfaches SVGW)

Anschließend gelangt das Trinkwasser über weit verzweigte Verteilnetze zu Haushalten, Gewerbe, Industrie und Landwirtschaft.

Rund 2500 öffentliche **Wasserversorgungen** beliefern die Schweizer Bevölkerung mit jährlich rund 2.2 km³ Trinkwasser, dies entspricht zwei Mal der Wassermenge des Bielersees. Die Industrie verbraucht davon knapp ein Drittel, den Rest Haushalte, Landwirtschaft, Dienstleistungen und Tourismus (Abb. 4).

Haushalte nutzen das **Trinkwasser** für WC-Spülung, Dusche, Kochen und Waschen, aber auch um Pflanzen zu gießen oder den Swimming-Pool zu füllen. Der tägliche Trinkwasserbedarf im Haushalt ist in der Schweiz über die letzten Jahre durch wassersparende Technologien (z.B. Geschirrspüler, Sparbrausen) auf 142 Liter Wasser pro Person gesunken (Abb. 6), was Kosten von rund 26 Rappen pro Kopf und Tag entspricht.

Rechnet man das **Brauchwasser** für die industrielle und die landwirtschaftliche Produktion in der Schweiz dazu, verbraucht jede Person rund 300 Liter Wasser pro Tag. Auch dieser Wert ist in den letzten 30 Jahren stark gesunken (Abb. 6) durch Einsparungen im Haushalt (vgl. oben), wassersparende Technologien in Industrie, konstante Überprüfung und Behebung von Lecks im Leitungsnetz, vor allem jedoch durch die Verlagerung wasserintensiver Industrien ins Ausland (z.B. Textilindustrie).

Durch den Import von Gütern und Lebensmitteln in die Schweiz hat jedoch der Verbrauch von **virtuellem Wasser** zugenommen. Damit wird Wasser bezeichnet, das für die Herstellung von landwirtschaftlichen und industriellen Produkten verbraucht und verschmutzt wird. Mit dem virtuellen Wasser beläuft sich der tägliche Wasserverbrauch auf über 4000 Liter pro Person.

Wirtschaft

Die Schweizer Landwirtschaft verbraucht jährlich rund 0.4 Mio. km³ Wasser (Abb. 4).

Davon läuft die Hälfte ungenutzt durch Brunnen ab, ein Drittel dient der Bewässerung und der Rest für verschiedene Nutzungen im Betrieb. Die Bewässerung ist sehr bedeutend, da sie lokal für den Ertrag unerlässlich ist und bei Wasserknappheit zu Konflikten mit anderen Nutzenden führen kann. Für die Bewässerung wird vorwiegend Wasser aus Fließgewässern entnommen, teilweise auch aus Seen, und selten aus dem Grundwasser und dem Trinkwassernetz. Wasserentnahmen aus Oberflächengewässern bedürfen einer Bewilligung und sind kein Problem, solange ausreichend Wasser zur Verfügung steht. Durch die klimabedingt häufiger und länger auftretenden Trockenperioden kam es in den vergangenen Jahren jedoch häufiger zu Entnahmestopps, mit entsprechenden Folgen auf die landwirtschaftliche Produktion.

Eine zuverlässige und kostengünstige Wasserversorgung ist auch für die produzierende Industrie und das Gewerbe wichtig (Abb. 6). Der industrielle Wasserverbrauch ist insgesamt rückläufig (vgl. Brauchwasser). Trotzdem bleiben Industrie und Gewerbe mit einem Jahresverbrauch von über 0.7 km³ Wasser die grössten Wasserverbraucher der Schweiz (Abb. 4). Der Wasserbedarf ist in Chemie-, Metall- und Papierindustrie sowie Kehrtrichtverbrennungsanlagen (z.B. für Rauchgaswäsche und Kühlung) am höchsten. Nicht zu unterschätzen ist der Wasserverbrauch auch in den Dienstleistungsbranchen, d.h. in Detailhandel, Transportwesen, Tourismus, Bildungsinstituten, Spitälern, aber auch in Verwaltungen sowie der Versicherungs- und Finanzbranche (v.a. zur Gebäudeklimatisierung).

Wasser spielt für Freizeit und Tourismus nicht nur als Landschaftselement eine entscheidende Rolle, sondern auch für Outdooraktivitäten, Bäder, Golfanlagen und für die Beschneidung. Insgesamt verbraucht die Tourismusindustrie in der Schweiz 0.1 km³ Wasser, davon Tierparks 43 %, Beschneidung 24 %, Bäder 23 % und Unterkünfte 10 %.



Arbeitsblatt: Wasserreichtum begrenzt

Leitfragen und Aufträge

Fokus

Einwandfreies Wasser und eine zuverlässig funktionierende Wasserversorgung sind entscheidende Voraussetzungen für die wirtschaftliche Entwicklung eines Landes und für das Wohl und die Sicherheit der Bevölkerung (BAFU 2020). Durch neue Konsummuster, Siedlungswachstum, intensivierte Landwirtschaft, Klimawandel und energiepolitische Entscheidungen verändern sich sowohl die Verfügbarkeit wie auch die Verwendung von Wasser. Wasserversorgungen müssen diese Veränderungen berücksichtigen, um das Wasserdargebot bezüglich Menge und Qualität zu sichern und so den Wasserbedarf von Gesellschaft und Wirtschaft langfristig und krisensicher zu decken.

Wie sind Sie an Wassernutzung und -verbrauch in Ihrer Region beteiligt?

Stellen Sie ausgehend von Ihren Bedürfnissen im Alltag Ihre Bezüge zu Wassernutzung und -verbrauch sowie zur Herkunft des verwendeten Wassers in den drei Spalten der Tabelle zusammen, mit Hilfe der Materialien auf Seite 1.

| Bedürfnis im Alltag | Bezug zu Wassernutzung und -verbrauch in der Region | Herkunft des verwendeten Wassers (Grundwasser, Oberflächengewässer) |
|---------------------|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

Wissen

Vergleichen Sie Ihre Überlegungen zur Aufgabe im Fokus mit dem Forschungswissen zu Wassernutzung und -verbrauch im Bereich «Wissen». Ergänzen Sie dabei Ihre Hypothesen sowie die durchschnittlich verwendeten Wassermengen pro Jahr in der Tabelle.

Transfer

Sozioökonomische und klimatische Veränderungen erhöhen den Druck auf das Wasser, auch in der Schweiz, dem Wasserschloss Europas.

Welche Konflikte können bei Wasserknappheit entstehen und wie kann sich die Schweiz auf Wasserknappheit vorbereiten?

Stellen Sie mögliche Konflikte zwischen Wassernutzungen begründet zusammen. Entwickeln Sie anschliessend zu den sechs Bereichen in der Tabelle verschiedene Strategien und Massnahmen, um den Wasserbedarf in der Schweiz langfristig zu sichern.

Beurteilen Sie abschliessend die Bezeichnung «Schweiz, das Wasserschloss Europas».

| Bereiche | Strategien und Massnahmen |
|-----------------------|---------------------------|
| Wasserversorgung | |
| Landwirtschaft | |
| Wasserkraft | |
| Industrie und Gewerbe | |
| Siedlungsentwicklung | |
| Haushalte, Individuen | |

Literatur

Björnsen Gurung A., Stähli M., 2014: Wasserressourcen der Schweiz: Dargebot und Nutzung – heute und morgen. Thematische Synthese 1 im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms NFP 61 «Nachhaltige Wassernutzung». Bern.

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

Bundesamt für Umwelt BAFU, 2020: Wird in der Schweiz das Wasser knapp? In: Die Umwelt, Heft 4. Bern.

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

Leitungsgruppe NFP 61, 2015: Nachhaltige Wassernutzung in der Schweiz – NFP 61 weist Wege in die Zukunft. Gesamtsynthese im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms NFP 61 «Nachhaltige Wassernutzung». Bern.

Freiburghaus M., 2015: Wasserverbrauch. Sinkender Wasserabsatz im Schweizer Haushalt. In: «Aqua & Gas», Nr. 3. Zürich.

BAFU: Thema Wasser. Unter www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser.html [30.1.2020]