

**Zeitschrift:** Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen  
**Herausgeber:** Naturforschende Gesellschaft Schaffhausen  
**Band:** 60 (2008)

**Artikel:** Schaffhauser Wasser  
**Autor:** Schulthess, Jürg / Herrmann, Ernst / Bombardi, Rainer  
**Kapitel:** 1: Einleitung  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-584701>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 08.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

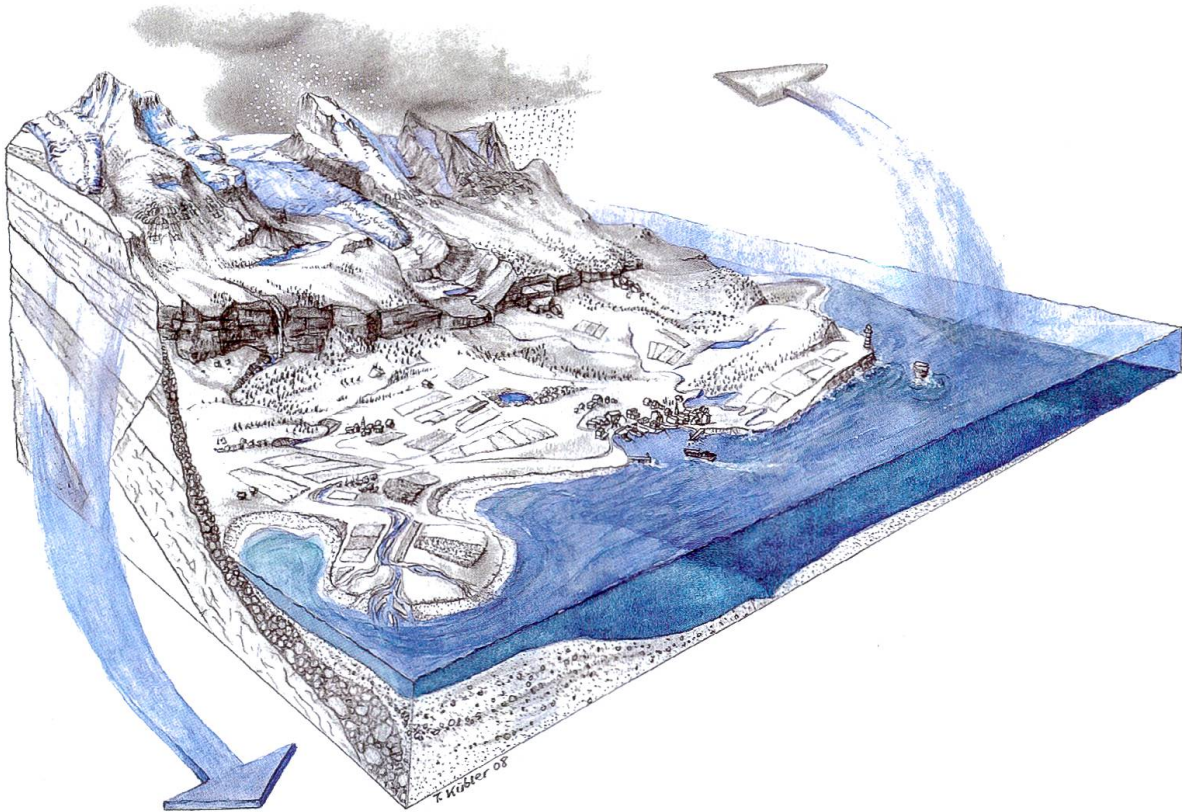
# 1. Einleitung

## 1.1 Wasser und Energie

*Wasser und Klima sind über die Energie eng miteinander verknüpft.*

Die chemische Formel für Wasser lautet  $H_2O$ . Ein Wassermolekül besteht damit aus 2 Atomen Wasserstoff und einem Atom Sauerstoff. So einfach das klingt, Wasser ist eine faszinierende Verbindung, die noch heute viele Rätsel aufgibt. Mit keinem Modell lassen sich alle Besonderheiten des Wassers in allen Facetten wiedergeben (Fig. 1).

Keine andere Verbindung ist in der Lage, so viel Energie zu speichern, sie über tausende von Kilometern zu transportieren und sie wieder freizusetzen. Wasser kommt auf der Erdoberfläche in drei Aggregatzuständen vor (Eis,



1 Weltweit gibt es keine Vermehrung des Wassers. Der grösste Teil befindet sich in den Weltmeeren, die am meisten zur Wolkenbildung beitragen. Niederschläge, die auf der Landmasse niedergehen, verdunsten (in der Schweiz sind das 20 Milliarden  $m^3$  pro Jahr), versickern, bleiben als Schnee oder Eis liegen oder laufen oberflächlich via Bäche und Flüsse wieder ins Meer zurück. Grafik: Theo Kübler





2



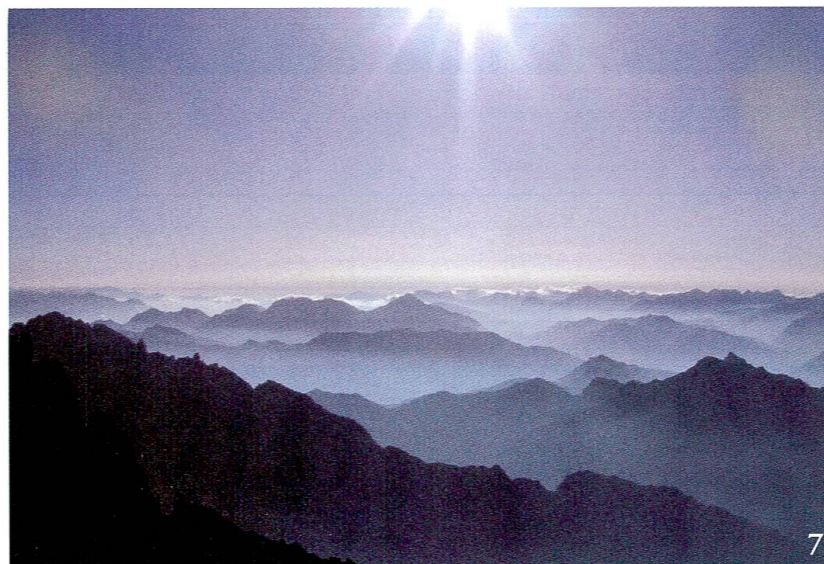
4



5



6



7



Wasser und Gas, Fig. 2–7), zwischen denen es je nach Temperatur wechseln kann. Durch solche Umwandlungsprozesse trägt Wasser dazu bei, dass die Temperaturunterschiede auf der Erde weniger extrem ausfallen, als aufgrund der Strahlungsbilanz zu erwarten wäre. Wenn Wasser verdunstet (zu Gas wird), nimmt es grosse Mengen an Energie auf, und wenn der Wasserdampf kondensiert (von Gas zu Wasser wird: Dunst-, Nebel- bzw. Wolkenbildung), wird die Energie wieder freigesetzt. Könnte Wasser nicht als Wärmespeicher wirken, würde die Hälfte der Sonnenenergie wieder ins Weltall zurückreflektiert. Über den hydrologischen Kreislauf wird die Wärmeenergie des Wassers über die Erde verteilt. Mit steigender Temperatur verdunstet mehr Wasser, was Energie verbraucht und den Temperaturanstieg verlangsamt bzw. begrenzt (der kühlere Schatten unter Bäumen im Vergleich zu dem unter einer Markise kommt durch verdunstendes Wasser aus den Blättern zustande). Die dabei entstehende Wolkendecke vergrössert sich und vermindert dadurch zusätzlich eine weitere Erwärmung der Erdoberfläche. Sinkt die Temperatur, so kann die Luft weniger Wasser in Gasform aufnehmen, das überschüssige kondensiert, setzt dabei Energie frei und regnet aus. Eine analoge Rolle für das Klima spielen Eis und Schnee, nämlich als Kühlanlage und Kältespeicher sowie durch die Albedo (Mass für das Rückstrahlvermögen von nicht selbst leuchtenden Oberflächen. So hat die Erde als Ganzes eine Albedo von ca. 0.37, Schnee von 0.45 bis 0.90).

## 1.2 Die Klimaänderung

*Obwohl es schwierig ist, für den Kanton Schaffhausen Vorhersagen zu machen, die über die allgemeinen Entwicklungstendenzen hinausgehen, sollten Überlegungen zu den Auswirkungen des Klimawandels angestellt und entsprechende Vorbereitungen getroffen werden.*

- 2 Flüssiges Wasser: Wassertropfen an Pflanze. Foto: ALU
- 3 Wenn gasförmiges Wasser in der Luft zu kleinen Tröpfchen kondensiert, entstehen Wolken. Stimmung über dem Seealpsee. Foto: ALU
- 4 Gefrorenes Wasser: Eisblume.
- 5 Bergsteiger vor Eisabbruch am Gamligletscher. Foto: ALU
- 6 Natürliche Quelle im Wald. Foto: ALU
- 7 Dunst: Morgenstimmung in der Daurphiné, Frankreich. Foto: ALU

Mittlerweile wird nicht mehr bezweifelt, dass der Mensch das Klima beeinflusst. Im Lauf der letzten 25 Jahre sind die Schweizer Seen und Fliessgewässer im Durchschnitt um 1.1 Grad Celsius wärmer geworden. Das entspricht einer Energiemenge von rund 15 Millionen Tonnen Heizöl. Ein weiterer Temperaturanstieg ist nicht zu vermeiden. Doch die Anstrengungen der

Menschheit werden bestimmen, wie hoch dieser Anstieg sein wird. Es ist allerdings nicht nur der Temperaturanstieg, der uns zu schaffen machen wird, sondern vor allem auch stärkere Schwankungen der Temperaturen und der Niederschläge.

Damit auch in 50 oder 100 Jahren beim Aufdrehen des Wasserhahnes der Hahn nicht trocken bleibt, ist ein radikales Umdenken und Handeln nötig. Experten rechnen mit mehr Hitze und Dürre im Alpenraum, mit schwindenden Gletschern und Firnfeldern (weniger Wärmestrahlung wird ins Weltall reflektiert, ein Teufelskreis), trockeneren Sommern und nasserem, ereignisreicheren Wintern. Mit anderen Worten, die Situation im «Wasserschloss» von Europa wird sich ändern. Die generell prognostizierten Auswirkungen dürften auch für den Kanton Schaffhausen von Bedeutung sein:

*Niederschläge:* Insgesamt ist mit einer Abnahme der Niederschlagsmengen von bis zu 10 % zu rechnen. Im Winter ist mit einer Zunahme von bis zu 20 % und im Sommer mit einer Abnahme von bis zu 30 % zu rechnen. Die Verdunstung nimmt mit dem Temperaturanstieg zu.

*Fliessgewässer:* Mit der Abnahme der Niederschlagsmengen und dem Anstieg der Verdunstung wird das mittlere jährliche Abflussvolumen um mindestens 10 % abnehmen. Im Winter und im Frühjahr werden die Fliessgewässer eher mehr, im Sommer und Herbst hingegen durchschnittlich weniger Wasser führen. Kleinere Gewässer werden im Sommer vermehrt austrocknen.

*Wasserressourcen:* Insgesamt dürften die verfügbaren Wasserressourcen in der Schweiz abnehmen. Im Moment «besitzt» die Schweiz mit 262 Milliarden m<sup>3</sup> 6 % der Süsswasserreserven Europas. 51 % davon sind in Seen, 28 % sind in Gletschern und «ewigem» Eis, 20 % sind im Boden, und 1 % sind in Stauseen, Bächen und Flüssen. Drei Viertel der Wasservorräte, welche in den Gletschern gebunden sind, werden bis in 40 Jahren wahrscheinlich verschwinden, was einer Wassermenge von 55 Milliarden m<sup>3</sup> bzw. 55 km<sup>3</sup> entspricht. Die Grundwasserneubildung dürfte im Winter unter Umständen zunehmen, im Sommer und im Herbst aber zurückgehen. Insbesondere Grundwasserträger, die nicht von Oberflächenwassersystemen gespeist werden, können unter dem sommerlichen Klima leiden und als Trinkwasserspeicher weniger verlässlich sein oder gar nicht mehr genutzt werden können. Auch die Zuverlässigkeit der Quellen für die Trinkwassernutzung wird insbesondere in Karstgebieten abnehmen. In trockenen Jahren werden Quellen in Karstgebieten versiegen.





8 Äschensterben im Hitzesommer 2003 aufgrund des warmen Rheinwassers.

Foto: Max Baumann



9 Überflutete Fischerhäuserstrasse, 1924. Bis weit ins 20. Jahrhundert hinein waren Hochwasserereignisse am Rhein nicht allzu selten. Foto: Stadtarchiv Schaffhausen

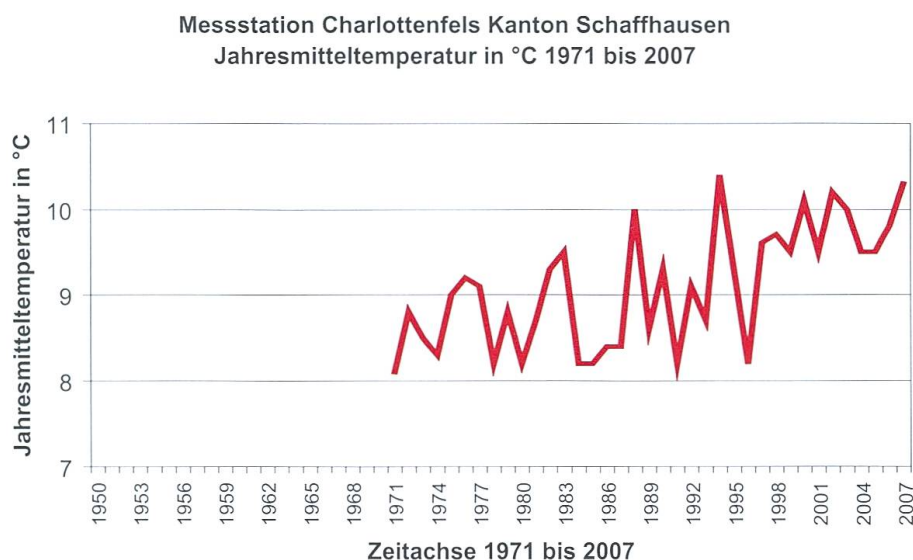
*Wetter:* Die Niederschlagsextremwerte werden auf der Alpennordseite um bis zu 20 % zunehmen (Fig. 9). Im ungünstigsten Fall muss mit einem Extremereignis, das heute alle 100 Jahre erwartet wird, in Zukunft alle 20 Jahre gerechnet werden. Extreme Niederschläge können nicht nur Schäden durch Überschwemmungen verursachen, sondern sie können auch unerwünschte Auswirkungen auf die Grundstück- und Siedlungsentwässerung sowie auf die Abwasserreinigung haben.

Mit den steigenden Temperaturen werden Änderungen der Gewässerökologie, das heisst auch in der Zusammensetzung der Arten, einhergehen (Fig. 8). Auch die Nutzungsansprüche der Menschen werden zunehmen. Somit sind Interessenskonflikte um das Wasser auch hierzulande vorprogrammiert. Die Landwirtschaft muss sich zwingend durch entsprechende Sorten- und Kulturwahl anpassen, trotzdem wird sie die zunehmenden Trockenperioden mit vermehrter künstlicher Bewässerung überbrücken wollen. Verschiedene Quellen und kleinere Grundwasservorkommen werden keinen Beitrag mehr zur Versorgungssicherheit der Bevölkerung und des



Gewerbes mit Wasser leisten können. Weiter wird die Abnahme des Abflussvolumens zu Einbussen bei der hydroelektrischen Energieproduktion führen. Last but not least wird auch die Rheinschifffahrt mit mehr Problemen zu kämpfen haben.

Die Klimaänderung wird sich nicht überall gleich auswirken. Es ist schwierig, für den Kanton Schaffhausen Vorhersagen zu machen, die über die allgemeinen oben angeschnittenen Entwicklungstendenzen hinausgehen (vgl. auch Fig. 10). Trotzdem müssen auch bei uns bereits heute Überlegungen zu den Auswirkungen des Klimawandels gemacht werden. Denn Änderungen in den Infrastrukturen von Wasserversorgungen, Einrichtungen zur Grundstück- und Siedlungsentwässerung, Abwasserreinigungsanla-



**10 Jahresmitteltemperaturen im Kanton Schaffhausen 1971 bis 2007, Messstation Charlottenfels.**  
Daten: Zur Verfügung gestellt von Herrn Andreas Uehlinger; Grafik: ALU

gen etc. sind mit Zeitskalen verknüpft, die im Bereich von 20 bis 100 Jahren liegen. Dazu sind auch Überlegungen zum Schutz vor zunehmenden Extremereignissen notwendig. Wasser wird in Zukunft zu einem Schlüsselement in der wirtschaftlichen Entwicklung.

### 1.3 Globale Bedrohungen des Wassers

*Die Bewirtschaftung des Wassers muss in erster Linie auf regionaler und lokaler Stufe erfolgen. Doch der Wasserkreislauf ist globaler Natur und verbindet die Wasserkompartimente (Wasserräume) der Erde. Zudem kann ein Blick in andere Winkel der Erde lehrreich sein, und es lässt sich dadurch der eine oder andere Fehler vermeiden.*

Mit den folgenden Zahlen soll beispielhaft aufgezeigt werden, wie heute noch die Umwelt belastet wird und welches die Konsequenzen sind:

*Abwasser und Abfälle:* Rund 500 Millionen Tonnen industrielle Abfälle und Klärschlämme bedrohen weltweit jedes Jahr Grundwasser, Flüsse, Seen und Meere. Dazu kommen mindestens 700 Millionen Tonnen Haushaltsabwässer, die in vielen Ländern nicht gereinigt werden. So sind in den USA 40 % der Flüsse zum Schwimmen, Fischen und als Trinkwasserquelle unbrauchbar, in China sogar über 80 %. In Europa fließen trotz dem Verbot von phosphathaltigen Waschmitteln und dem Bau von leistungsfähigen Kläranlagen auch heute noch jedes Jahr eine Million Tonnen Stickstoffverbindungen und 100 000 Tonnen Phosphat in die Nordsee.

*Landwirtschaft:* In den letzten 50 Jahren haben sich weltweit die künstlich bewässerten Anbauflächen verdreifacht. Mehr als die Hälfte des vom Menschen genutzten Süßwassers verbraucht die Landwirtschaft (für die Produktion von 300 Gramm Fleisch werden 3000, für die Produktion von einem Liter «Bio-Treibstoff» bis zu 5000 Liter Wasser benötigt). Die Industrialisierung der Landwirtschaft hat zwar die Ernährungslage verbessert. Parallel dazu hat sich jedoch der Einsatz der Pestizide von 1960 bis im Jahr 2000 auf knapp 4 Millionen Tonnen pro Jahr vervierfacht. Gleichzeitig wurden im Jahr 2000 142 Millionen Tonnen Düngemittel eingesetzt. Auch setzt sich die irreversible Erosion der Böden fort (man beachte auch hierzulande die Ausschwemmungen aus offenen Ackerflächen in Hanglagen, Fig. 11). Weiter geht jedes Jahr weltweit mehr als eine Million Hektar Agrarland durch Versalzung verloren.

*Nachhaltigkeit:* Tief liegende, fossile Grundwasservorkommen gehören zu den nicht erneuerbaren Wasserressourcen der Erde. Sind sie aufgebraucht, dauert es Jahrhunderte oder Jahrtausende, bis sie sich – wenn überhaupt – wieder auffüllen. Bereits heute haben elf Länder, in denen zusammen mehr als die Hälfte der Weltbevölkerung lebt, eine negative Wasserbilanz, d. h., die Natur wird irreversibel ausgebeutet.





11 Bodenausschwemmung (Beispiel aus dem Kanton Schaffhausen). Foto: ALU

*Gesundheit:* Mehr als eine Milliarde Menschen hat keinen Zugang zu sauberem Wasser, und mehr als 2.5 Milliarden haben keinen Zugang zu adäquaten sanitären Einrichtungen (in Entwicklungsländern sogar jede zweite Person). Jedes Jahr sterben gegen 2 Millionen Menschen an den direkten oder indirekten Folgen von verseuchtem Wasser oder unhygienischen Zuständen. Rund 80 % aller Krankheitsfälle in Drittweltländern stehen gemäss WHO im Zusammenhang mit verschmutztem Wasser.

*Chemikalien:* Die Produktion synthetischer Chemikalien beläuft sich jährlich auf 400 Millionen Tonnen. Dabei handelt es sich um gegen 100 000 verschiedene Substanzen. Von vielen ist nicht bekannt, wie sie sich auf Mensch und Umwelt auswirken, und oft sind sie schlecht abbaubar. Alljährlich gelangen 4500 Tonnen Blei und 100 Tonnen Cadmium unwiderruflich in die Nordsee. Auch in der Schweiz werden immer wieder unerwartete Verunreinigungen von Wasser mit Chemikalien entdeckt. So musste im Jahr 2007 der Konsum von Fischen aus der Saane wegen zu hoher PCB-Belastung verboten werden. Als Quelle wird eine Deponie vermutet, die vor 25 Jahren geschlossen wurde. In zunehmendem Masse werden Substanzen wie Antibiotika oder Wachstumshormone im Wasser gefunden, von denen nicht genau bekannt ist, wie sie sich langfristig auf die Gesundheit von Mensch und Tier auswirken.



*Wasserversorgung:* Weltweit werden bestehende Versorgungseinrichtungen vernachlässigt. Gemäss UNESCO<sup>1)</sup> gehen in vielen Städten allein durch undichte Wasserleitungen durchschnittlich 40 Prozent des Trinkwassers verloren.

Die Fakten dieses Abschnittes, die nicht die Schweiz betreffen, entstammen dem lesenswerten Buch «Wem gehört das Wasser?» (Lanz, Müller, Rentsch & Schwarzenbach [Hg.], 2006).<sup>2)</sup>

## 1.4 Bewirtschaftung des Wassers im Kanton Schaffhausen

*Wie im Vorwort von Regierungspräsidentin Ursula Hafner dargelegt, stimmt der neue Wasserwirtschaftsplan, der während der laufenden Legislaturperiode abgeschlossen wird, die strategischen Hauptziele Nutzung des Wassers, Schutz des Wassers und Schutz vor dem Wasser aufeinander ab.*

Es wird bis ins Jahr 2020 folgende Strategie verfolgt:

### Gewässernutzung

1	Die Nutzung als Trinkwasser hat Vorrang gegenüber anderen Nutzungsansprüchen.	Eine sichere und nachhaltige Versorgung mit gesundem Trinkwasser ist ein wichtiger Bestandteil des heutigen und zukünftigen Lebensstandards. Sie ist eine Voraussetzung für die gesellschaftliche und wirtschaftliche Entwicklung des Kantons.
2	Wasserentnahmen dürfen die Abflussverhältnisse nicht verschlechtern.	Insbesondere bei Trockenwetter besteht bei einer übermässigen Wasserentnahme die Gefahr, dass den im und am Gewässer lebenden Tieren und Pflanzen zu wenig Wasser verbleibt.
3	Wärmenutzungen aus Gewässern und Abwasser sind als Alternative zum Verbrauch von fossilen Brennstoffen erwünscht.	Bedingung ist allerdings eine nachhaltige Nutzung. Flora und Fauna beispielsweise dürfen dabei nicht beeinträchtigt werden.

<sup>1)</sup> UNESCO = Organisation der Vereinten Nationen für Erziehung, Wissenschaft und Kultur.

<sup>2)</sup> Lanz, K., Müller, L., Rentsch, C., Schwarzenbach, R. (Hg.) 2006: Wem gehört das Wasser? Lars Müller Publishers, Baden, 536 p.



1	Grundwasser soll so geschützt werden, dass es möglichst ohne Aufbereitung als Trinkwasser genutzt werden kann.	Ein ausreichender Schutz soll über planerische Massnahmen sowie über die Konzessions- und Bewilligungserteilung erreicht werden. Sanierungen «an der Quelle» haben jedoch stets Vorrang.
2	Die Belastung der Gewässer mit problematischen Stoffen und Keimen soll minimiert werden.	Einträge von landwirtschaftlich bedingten Nährstoffen und Pflanzenbehandlungsmitteln sollen minimiert werden, ebenso Einträge von weiteren problematischen Stoffen, wie Chemikalien oder Medikamenten.
		Die Stickstoffeinträge in die Gewässer sollen minimiert werden. Die Nitratbelastung des Grundwassers muss sich weiter verbessern. Es ist eine Nitratkonzentration im Grundwasser von maximal 25 mg/l anzustreben.
		An Gewässern mit Badeplätzen darf die Keimbelastung keine Beeinträchtigung der Gesundheit der Badenden zur Folge haben.
		Gereinigtes Abwasser muss durch das Gewässer (Vorfluter), in das es geleitet wird, ausreichend verdünnt werden.
3	Fliessgewässer sind vor allem auch Lebensräume für Tiere und Pflanzen und müssen daher naturnahe morphologische und hydrologische Eigenschaften aufweisen.	In der Richt- und Nutzungsplanung muss den Einzugsgebieten und dem Raum der Gewässer mehr Rechnung getragen werden.

## Sicherheitsaspekte und Kosten/Nutzen-Überlegungen

1	Es sollen ein gutes Kosten/Nutzen-Verhältnis und eine sichere und ausreichende Wasserversorgung und Abwasserentsorgung erreicht werden.	Mit Hilfe der Generellen Wasserversorgungsprojekte (GWP) und der Generellen Entwässerungspläne (GEP) wird eine langfristige und ressourcenschonende Planung angestrebt.
---	---	---

- |       |   |  |
|-------|---|--|
| 2     | Eine Wasserversorgung muss über mindestens zwei unabhängige Trinkwasserbezugsorte verfügen, mit denen je ein mittlerer Bedarf abgedeckt werden kann.        | Dank zwei Standbeinen und regionaler Verknüpfung soll auch im Notfall eine ausreichende Versorgung sichergestellt werden.  |
| <hr/> |   |  |
| 3     | Die Anlagen für die Trinkwassergewinnung und die Trinkwasserverteilung, die Siedlungsentwässerung und die Abwasserreinigung müssen instand gehalten werden. | Diese Forderung bedingt kostendeckende Gebühren und eine professionelle Betreuung der Anlagen. Grössere Versorgungs- oder Entsorgungseinheiten sind eher geeignet, diese Forderung umzusetzen. |