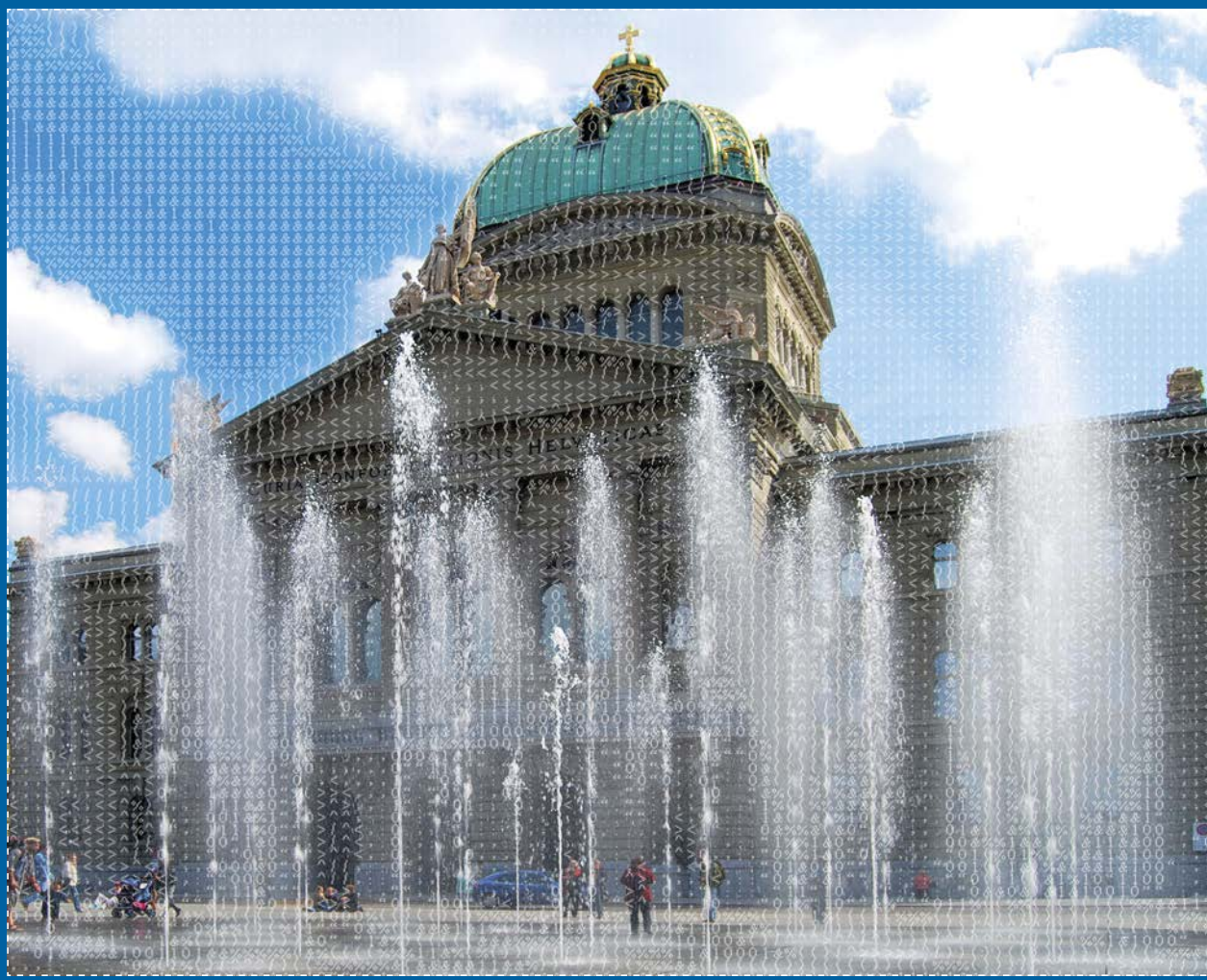
# > Grundlagen für die Wasserversorgung 2025

*Risiken, Herausforderungen und Empfehlungen*



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

**Bundesamt für Umwelt BAFU**

# > Grundlagen für die Wasserversorgung 2025

*Risiken, Herausforderungen und Empfehlungen*

**Herausgegeben vom Bundesamt für Umwelt BAFU**
**Bern, 2014**

**Impressum**

**Herausgeber**
Bundesamt für Umwelt (BAFU)
Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

**Autoren**
Olivier Chaix und Yvonne Gander-Kunz, BG Ingenieure und Berater

**Expertengruppe**
Hugo Aschwanden, BAFU
Francis Berdat, Aquavision
Hans Peter Gehring, AWEL Kanton Zürich
Daniel Hartmann, BAFU
Urs Kamm, SVGW
Klaus Lanz, International water affairs, Evilard
Max Maurer, EAWAG
Benjamin Meylan, BAFU
Stephan Müller, BAFU
Hanspeter Rüfenacht, SIG, Genf
Kurt Seiler, Kanton Schaffhausen
Pierre Studer, BLV
Bernhard Truffer, EAWAG
Urs von Gunten, EAWAG

**Begleitung BAFU**
Abteilung Wasser, Sektion Gewässerschutz

**Zitierung**
BAFU 2014: Grundlagen für die Wasserversorgung 2025. Risiken, Herausforderungen und Empfehlungen. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1404: 116 S.

**Gestaltung**
Karin Nöthiger, Niederrohrdorf

**Titelbild**
Urs Messer, Bern

**PDF-Download**
www.bafu.admin.ch/uw-1404-d
(eine gedruckte Fassung liegt nicht vor)

© BAFU 2014

# > Inhalt


**Abstracts** **5**
**Vorwort** **7**

**1 Zusammenfassung** **8**
1.1 Ausgangslage 8
1.2 Grundlagen für die Erarbeitung der Strategie «Wasserversorgung 2025» 8
1.2.1 Kantonsumfrage (Kapitel 4) 8
1.2.2 Aktuelle Themen der Wasserversorgung (Kapitel 5) 9
1.2.3 Risiko- und Szenarioanalyse (Kapitel 6) 9
1.3 Ziele und Bedürfnisse der Wasserversorgung 10
1.4 Stärken der Wasserversorgung in der Schweiz und (neue) Herausforderungen 10
1.5 Vorgeschlagene Massnahmen (Kapitel 7) 12
1.5.1 Versorgungssicherheit 12
1.5.2 Werterhaltung und optimierte Infrastruktur 12
1.5.3 Effizienz/Wirtschaftlichkeit 12
1.5.4 Ressourcenschutz 13
1.5.5 Organisation 14

**2 Einleitung** **15**
2.1 Ausgangslage 15
2.2 Kontext der Studie 15
2.3 Systemabgrenzung 15

**3 Kantonsumfrage** **17**
3.1 Kantonale Grundlagen 17
3.2 Nutzung des Wassers 20
3.3 Struktur und Vernetzung der Wasserversorgungen 23
3.4 Schutzzonen und Nutzungskonflikte 23
3.5 Herausforderungen 24
3.6 Erwartungen an den Bund 24
3.7 Finanzen 26
3.8 Fazit der Umfrage 27

**4 Aktuelle Themen der Wasserversorgung** **28**
4.1 Klima 28
4.1.1 Wichtige Erkenntnisse der Klimaforschung 28
4.1.2 Auswirkungen auf das Grundwasser 29
4.1.3 Auswirkungen auf das Seewasser 29
4.1.4 Auswirkungen auf die Infrastrukturen 30
4.2 Nutzungsdruck 31
4.2.1 Grundwasserschutzzonen 31
4.2.2 Qualitative Aspekte 31
4.2.3 Quantitative Aspekte 33
4.3 Demografie 34
4.3.1 Wichtige Erkenntnisse 35
4.4 Spezifische und gesamte Wassernutzung 36
4.4.1 Momentane Wassernutzung 36
4.4.2 Landwirtschaft 37
4.4.3 Haushalte und öffentliche Zwecke 37
4.4.4 Industrie 38
4.5 Ökonomische Aspekte 38
4.5.1 Überblick 38
4.5.2 Kosten und Gebühren 39
4.5.3 Faktoren der Wassernutzung 41
4.5.4 Finanzstärke der Region 42
4.6 Nutzungskonflikte 42
4.6.1 Überblick 42
4.6.2 Bewässerung 43
4.6.3 Qualitative Beeinträchtigungen des Rohwassers durch die Landwirtschaft 43
4.6.4 Siedlungsdruck 44
4.6.5 Hochwasserschutz- und Revitalisierungsmassnahmen 45
4.6.6 Thermische Kraftwerke und erneuerbare Energien 45

**5 Risiko- und Szenarioanalyse** **46**
5.1 Ziele der Risiko- und Szenarioanalyse 46
5.2 Vorgehen 48
5.3 Ziele der Wasserversorgung 49
5.4 Gefährdungen 51
5.5 Eigenschaften der Wasserversorgungen 51
5.5.1 Wasserressourcen 51
5.5.2 Grösse der Wasserversorgung 52
5.5.3 Wiederbeschaffungswert pro Einwohner 52
5.5.4 Aufbereitung 52
5.5.5 Vernetzung/Anzahl unabhängiger Standbeine 52

5.5.6 Trägerschaft 53
5.5.7 Prägung der Region 53
5.5.8 Bevölkerungsentwicklung 53
5.5.9 Einkommen/Finanzstärke der Region 54
5.5.10 Tourismus-/Ferienhausanteil 54
5.5.11 Anteil privater Wasserversorgungen 54
5.6 Matrix der Gefährdungen und Eigenschaften 55
5.7 Wasserversorgungsprofile 58
5.7.1 Profil 1: Urbane und periurbane, durch Seewasser versorgte Regionen 59
5.7.2 Profil 2: Urbane und periurbane Regionen; hauptsächlich Talschotter oder Uferfiltrat 59
5.7.3 Profil 3: Landwirtschaftlich geprägtes Mittelland; mittlere Siedlungsdichte; hauptsächlich Talschotter 59
5.7.4 Profil 4: Touristische Gebirgsregion; finanzstark; Karst- oder stark heterogenes Kluft-Grundwasser 60
5.7.5 Profil 5: Ländliche oder Gebirgsregion; finanzschwach; Karst- oder stark heterogenes Kluft-Grundwasser 60
5.8 Zukunftsszenarien 61
5.8.1 Szenario 1: Schweiz in Wirtschaftskrise 61
5.8.2 Szenario 2: Entwicklung gemäss heutigem Wissensstand 62
5.8.3 Szenario 3: Florierende Wirtschaft, starker Klimawandel, geringes Umweltbewusstsein 62
5.9 Vorgehen für die Auswertung 64
5.10 Welches sind erhöhte Risiken? 65
5.11 Bemerkungen zu den Szenarien 68
5.12 Auswirkungen 69
5.12.1 Versorgungssicherheit 69
5.12.2 Werterhaltung der Infrastrukturen 70
5.12.3 Qualität des verteilten Wassers 70
5.12.4 Effizienz/Wirtschaftlichkeit 70
5.12.5 Ressourcenschutz 71
5.13 Synthese der Risiko- und Szenarioanalyse 71
5.13.1 Versorgungssicherheit (→ Abb. 19) 72
5.13.2 Qualität des verteilten Wassers (→ Abb. 20) 74
5.13.3 Werterhaltung der Infrastrukturen (→ Abb. 21) 76
5.13.4 Wirtschaftlichkeit (→ Abb. 22) 78
5.13.5 Ressourcenschutz (→ Abb. 23) 80
5.13.6 Welche Risiken betreffen nur einzelne Profile? 82
5.14 Hinweise für die Erarbeitung der Massnahmenvorschläge 82
5.15 Abschätzung der Risiken einer einzelnen Wasserversorgung 84

**6 Massnahmen für eine zukunftsfähige Wasserversorgung 85**
6.1 Grundlagen für die Erarbeitung der Massnahmen 85
6.2 Aufbau des Massnahmenkatalogs 86
6.3 Empfohlene Massnahmen 87
6.4 Erläuterungen zu den Massnahmen im Bereich Nutzung – Versorgungssicherheit 89
6.5 Erläuterungen zu den Massnahmen im Bereich Nutzung – Werterhaltung und optimierte Infrastruktur 91
6.6 Erläuterungen zum Bereich Nutzung – Qualität 92
6.7 Erläuterungen zu den Massnahmen im Bereich Nutzung – Effizienz/Wirtschaftlichkeit 93
6.8 Erläuterungen zu den Massnahmen im Bereich Schutz – Ressourcenschutz 95
6.9 Organisatorische Aspekte 98

**7 Synthese und Handlungsempfehlungen 100**
7.1 Versorgungssicherheit 100
7.2 Werterhaltung und optimierte Infrastruktur 100
7.3 Qualität 101
7.4 Effizienz / Wirtschaftlichkeit 101
7.5 Ressourcenschutz 101
7.6 Postulat Walter 104

**Literatur 105**
**Verzeichnisse 107**
**Glossar 110**

**Anhang 111**
A1 Vorgehen bei der Erstellung der Wasserversorgungsprofile 111
A2 Risiko- und Szenarioanalyse: Auswertung der einzelnen Profile 114
A3 Auswirkungen, falls die Ziele nicht erreicht werden 115
A4 Risiko- und Szenarioanalyse 116

# > Abstracts

The study indicates that, despite climate change, sufficient water of the required quality will be available in Switzerland to meet the future requirements for drinking, fire-fighting and process water (including agricultural irrigation). A rational allocation of available water resources is necessary and the integrity of the water distribution system should be improved. This requires that cantons have information on their resources and existing uses. Furthermore, maintaining the value of water infrastructures contributes to security of supply.

**Keywords:**
**Water supply, security of supply, Drinking water, Firefighting water, process water, Irrigation**

Die Resultate des Projekts zeigen, dass bei rechtzeitiger und umsichtiger Planung und Nutzung in der Schweiz trotz Klimawandel auch in Zukunft genügend Wasser in der erforderlichen Qualität vorhanden sein wird, um die Bedürfnisse nach Trink-, Lösch- und Brauchwasser (inkl. landwirtschaftliche Bewässerung) zu decken. Notwendig sind eine intelligente Verteilung des zur Verfügung stehenden Wassers und eine Erhöhung der Wasserversorgungssicherheit. Dazu muss der Kanton seine Ressourcen und die bestehenden Nutzungen kennen. Weiter trägt die Werterhaltung der Wasserinfrastrukturen zur Versorgungssicherheit bei.

**Stichwörter:**
**Wasserversorgung, Versorgungssicherheit, Trinkwasser, Löschwasser, Brauchwasser, Bewässerung**

Les conclusions du projet montrent que malgré les changements climatiques, il restera à l'avenir en Suisse suffisamment d'eau de bonne qualité pour couvrir les besoins en eau potable, en eau d'extinction et en eau d'usage (y compris pour l'irrigation agricole). Il est nécessaire de répartir intelligemment l'eau à disposition et d'accroître la sécurité en matière d'approvisionnement. Pour ce faire, le canton doit connaître ses ressources en eau et ses usages actuels de l'eau. De plus, il s'agit de maintenir la valeur de l'infrastructure afin de contribuer à la sécurité de l'approvisionnement.

**Mots-clés:**
**approvisionnement en eau, sécurité de l'approvisionnement, eau potable, eau d'extinction, eau d'usage, irrigation**

Lo studio dimostra che, nonostante i cambiamenti climatici, in Svizzera anche in futuro si disporrà di una quantità e qualità sufficiente di acqua per coprire il fabbisogno di acqua potabile, di spegnimento e industriale (irrigazione delle colture agricole inclusa). È necessario distribuire oculatamente l'acqua disponile e incrementare la sicurezza dell'approvvigionamento idrico. A questo scopo i Cantoni devono conoscere le proprie risorse e le utilizzazioni attuali. Inoltre, la salvaguardia del valore delle infrastrutture idriche contribuisce alla sicurezza dell'approvvigionamento.

**Parole chiave:**
**approvvigionamento idrico, sicurezza dell'approvvigionamento, acqua potabile, acqua di spegnimento, acqua industriale, irrigazione**

# > Vorwort

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.

Der Bund hat sich bis anhin – ausser für den Notfall – nur wenig um die Wasserversorgung gekümmert. Die Besorgnis in der Bevölkerung über eine allenfalls drohende Wasserknappheit hat das BAFU dazu bewogen, die Situation der Wasserversorgung in der Schweiz durch die Eawag analysieren zu lassen. Die Resultate dieser Analyse wurden im Bericht «Vorstudie Wasserversorgung 2025» (BAFU/Eawag 2009) veröffentlicht[1]. Darauf aufbauend liess das BAFU, in Zusammenarbeit mit einem Team von Experten, die Herausforderungen der Wasserversorgung im Hinblick auf den Klimawandel sowie die künftige demografische und wirtschaftliche Entwicklung in der Schweiz ermitteln und daraus Handlungsempfehlungen ableiten. Die Resultate dieses Projekts zeigen, dass, trotz Klimawandel und Bevölkerungswachstum, bei rechtzeitiger und umsichtiger Planung und Nutzung in der Schweiz auch in Zukunft genügend Wasser vorhanden sein wird, um die Bedürfnisse nach einwandfreiem Trink-, Lösch- und Brauchwasser (inkl. landwirtschaftliche Bewässerung) zu decken. Es wird empfohlen, verschiedene konkrete Massnahmen umzusetzen, um die, dank den Anstrengungen des Gewässerschutzes und der Wasserversorger gewohnt hohe Versorgungssicherheit und Qualität zu halten und wo nötig noch zu erhöhen. Dabei soll der Bund die Kantone bei der Umsetzung dieser Massnahmen unterstützen. Der Impuls für diese Umsetzung sollte vom Bund kommen.

Franziska Schwarz
Vizedirektorin
Bundesamt für Umwelt (BAFU)

[1] www.bafu.admin.ch/wassernutzung/11997/index.html?lang=de&download=NHzLpZeg7t,lnp6I0NTU042l2Z6ln1acy4Zn4Z2qZpnO2Yuq2Z6gpJCFe4N5fmym162epYbg2c_JjKbNoKSn6A--

# 1 > Zusammenfassung

## 1.1 Ausgangslage

Die Wasserversorgung in der Schweiz hat ein sehr hohes Niveau. Die gute Qualität und Zuverlässigkeit der Wasserversorgung in der Schweiz müssen erhalten bleiben und allenfalls notwendige Verbesserungen sind rechtzeitig und gezielt einzuleiten. Der massgebende Zeitraum umfasst dabei die nächsten rund 20 Jahre.

Auslöser für die Studie waren verschiedene aktuelle und mögliche künftige Herausforderungen für die Wasserversorgung. Im Zentrum der Debatte stehen sowohl der Klimawandel wie auch der Umgang mit Wassernutzungskonflikten.

Der Bund will dazu beitragen, dass das Lebens- und Produktionsmittel Wasser auch in Zukunft überall und jederzeit zuverlässig, ausreichend, in optimaler Qualität und kostengünstig zur Verfügung steht.

## 1.2 Grundlagen für die Erarbeitung der Strategie «Wasserversorgung 2025»

Im Rahmen des Projektes Wasserversorgung 2025 wurden bestehende Informationen zusammengetragen und neue Studien durchgeführt, um dem Bund konkrete Massnahmen vorzuschlagen. Diese Dokumente beschreiben den aktuellen Stand der Wasserversorgung in der Schweiz sowie die heutigen und zukünftigen Herausforderungen. Gestützt auf diese Grundlagen soll eine Wasserversorgungsstrategie bereitgestellt werden, die es erlaubt:

1. die Versorgungssicherheit mit Trink-, Brauch- und Löschwasser zu verbessern;
2. Wasserversorgungen auf kommende Probleme vorzubereiten, damit sie rechtzeitig (re)agieren können;
3. die Stellung der Wasserversorgung zu stärken und diese organisatorisch zu optimieren;
4. die Werterhaltung der Wasserversorgungsinfrastruktur dauerhaft zu sichern.

### 1.2.1 Kantonsumfrage (Kapitel 3)

Eine Umfrage bei den Kantonen lieferte eine zuverlässige, repräsentative Übersicht über den Zustand, die künftige Entwicklung und die langfristigen Bedürfnisse der Wasserversorgung. Sie beinhaltete Fragen zu verschiedenen Themen wie genutzte Ressourcen, Kosten, Nutzungskonflikte, zum Stand der Umsetzung des planerischen Grundwasserschutzes, zu den kantonalen gesetzlichen Grundlagen der Wasserversor-

gung und zu den im Kanton vorhanden Daten. Die Umfrage wurde zwischen Juli 2010 und März 2011 durchgeführt.

### 1.2.2 Aktuelle Themen der Wasserversorgung (Kapitel 4)

Eine Literaturrecherche lieferte die wichtigen Fakten zu Wassernutzung, Demografie, Nutzungsdruck und -konflikten, Klima und ökonomischen Aspekten. Diese wurden zusammengefasst und ermöglichten Schlussfolgerungen für das hier zentrale Thema der Wasserversorgung.

### 1.2.3 Risiko- und Szenarioanalyse (Kapitel 5)

Die Risiko- und Szenarioanalyse identifiziert anhand der Ziele und Bedürfnisse der Wasserversorgung und anhand möglicher Szenarien systematisch die wichtigsten Herausforderungen.

Als Erstes wurden die Ziele und Bedürfnisse der Wasserversorgung identifiziert, beispielsweise die Versorgungssicherheit. Zudem wurden die verfügbaren Ressourcen und Risikofaktoren bestimmt, welche diese Ziele gefährden oder im Widerspruch zu den Bedürfnissen stehen. Je nach Eigenschaften einer Wasserversorgung sind die Risiken unterschiedlich ausgeprägt. Dies wurde in der Risikoanalyse berücksichtigt. Hierzu wurden typische Wasserversorgungsprofile charakterisiert.

Die Risiko- und Szenarioanalyse gibt Hinweise darauf, wo Massnahmen zur besseren Gewährleistung der Ziele und Bedürfnisse sinnvoll sind.

Als hohe Risiken / zukünftige Herausforderungen eingestuft wurden:

- Abhängigkeit von vulnerablen Ressourcen;
- fehlende Optimierung der Infrastruktur;
- mangelnde Qualifikation des Betriebspersonals;
- ungenügende Finanzierung und Kostendeckung;
- zu hohe Auslastung der Wasserversorgung;
- fehlende Vernetzung der Wasserversorgungen;
- Übernutzung der Ressourcen;
- Gefährdung der Anlagen durch Naturgefahren;
- lang anhaltende Trockenheit.

## 1.3 Ziele und Bedürfnisse der Wasserversorgung

Die folgenden Ziele und Bedürfnisse der Wasserversorgung dienten als Rahmen für das Projekt Wasserversorgung 2025:

**Tab. 1 > Ziele und Bedürfnisse der Wasserversorgung**

| | |
|---|---|
| Nutzung | *Versorgungssicherheit:* Die Wasserversorgung ist auch bei längerer oder wiederkehrender Trockenheit, bei qualitativen Problemen sowie bei periodischem oder plötzlich auftretendem Spitzenbedarf gewährleistet. |
| | *Werterhaltung und optimierte Infrastruktur:* Die Infrastrukturen werden instand gehalten, im Bedarfsfall erneuert oder ergänzt. Dazu klären die Zuständigen regelmässig ab, welche Infrastrukturen wo benötigt werden. |
| | *Qualität:* Trink-, Brauch- und Löschwasser entsprechen zu jeder Zeit den qualitativen Anforderungen und stehen in den benötigten Mengen zur Verfügung. |
| | *Effizienz/Wirtschaftlichkeit:* Die Wasserversorgung erfüllt die genannten Ziele kostengünstig. |
| Schutz | *Ressourcenschutz:* Die Ressourcen (Grundwasservorkommen und Oberflächengewässer) sind so geschützt und bewirtschaftet, dass überall und jederzeit genügend Trink-, Brauch- und Löschwasser zur Verfügung steht. |

## 1.4 Stärken der Wasserversorgung in der Schweiz und (neue) Herausforderungen

Im Folgenden werden die Stärken sowie die neuen Herausforderungen der Wasserversorgung nach den Zielen (→ Tab. 1), zusammengefasst.

**Tab. 2 > Stärken der Wasserversorgung in der Schweiz und (neue) Herausforderungen**

| | Stärken | Herausforderungen |
|---|---|---|
| **Versorgungssicherheit** | In der Schweiz wird nur ein sehr geringer Anteil der erneuerbaren Wasserressourcen für die Wasserversorgung genutzt. Bis auf wenige Ausnahmen meist kleiner Wasserversorgungen kann auch in Trockenperioden **genügend Wasser** zur Verfügung gestellt werden.<br>→ Auch mit einer starken Klimaveränderung werden bei einer ausreichenden Vernetzung Versorgungsengpässe seltene, lokal eng begrenzte Ereignisse bleiben. | Einzelfälle von temporären, lokalen Engpässen sind in vielen Kantonen bekannt[21]. Sie haben dazu geführt, dass an verschiedenen Orten Vernetzungsmassnahmen in die Wege geleitet wurden.<br>Dies verlangt von diversen Akteuren (Wasserversorgungen, Behörden, Politikerinnen und Politikern) die Bereitschaft, eine gemeindeübergreifend koordinierte Wasserversorgung zu planen und umzusetzen. |
| **Werterhaltung und optimierte Infrastruktur** | Die Daten des Fachverbandes SVGW deuten darauf hin, dass zumindest die grösseren Wasserversorgungen ihre Anlagen regelmässig unterhalten und den erwarteten demografischen Entwicklungen entsprechend ausbauen und vernetzen. | Der Zustand der Wasserversorgungsinfrastruktur ist ungenügend dokumentiert.<br>Es ist nicht in allen Kantonen geregelt, wie die Wasserversorgungen ihre Investitionen und die laufenden Kosten finanzieren müssen. Planungsinstrumente wie Generelle Wasserversorgungsprojekte (GWP) werden nicht in allen Kantonen systematisch und einheitlich erstellt. |
| **Effizienz/Wirtschaftlichkeit und Organisation** | Die im Fachverband SVGW vertretenen Wasserversorgungen können ihr Wasser mit durchschnittlich CHF 1.80 pro Kubikmeter bzw. 30 Rappen pro Person und Tag **sehr günstig** anbieten [www.svgw.ch].<br>Aussagen zur gesamtschweizerischen Situation der Wasserversorgung sind jedoch sehr schwierig zu machen, da die wirtschaftlichen Kennzahlen für die Wasserversorgungen fehlen. Dies gilt in noch weit höherem Masse auch für die gewerbliche und industrielle Trink- und Brauchwassernutzung. | Die kleinräumige Struktur der Wasserversorgung sowie die auf verschiedene Rechtsgrundlagen aufgeteilte «Wasserversorgungsregelung» erschweren einen Überblick über die qualitativen, quantitativen, finanziellen und organisatorischen Aspekte der Wasserversorgung in der Schweiz. Zudem werden Infrastrukturplanung und Finanzierung in den Kantonen unterschiedlich gehandhabt.<br>→ Es fehlt eine nationale Übersicht über die Wassernutzung, über die Trinkwasserqualität und über ökonomische Kennzahlen der Wasserversorgung.<br>Zudem verunmöglicht die kleinräumige Struktur der Wasserversorgung die Erhebung **schweizweiter Daten.**<br>Da sich in der Wasserversorgung viele Akteure mit oft divergierenden Ansprüchen und Bedürfnissen gegenüberstehen, ist der Wunsch nach einer besseren **Koordination** naheliegend. Die Kantone wünschen insbesondere mehr Koordination unter den beim Thema Wasserversorgung involvierten Bundesämtern[21]. |
| **Ressourcenschutz** | Die Qualität der für die Wasserversorgung genutzten Ressourcen der Schweiz ist in der Regel gut.<br>Die Hälfte aller Pumpbrunnen und Quellfassungen der Wasserversorgung nutzt Grundwasser, welches natürlicherweise Trinkwasserqualität aufweist und daher nicht aufbereitet werden muss.<br>→ Dies ist unter anderem den zielorientierten Gewässerschutzbemühungen der letzten Jahrzehnte zu verdanken. | Nutzungskonflikte, insbesondere in Grundwasserschutzzonen öffentlicher Wasserfassungen, und daraus resultierende Landnutzungskonflikte werden nicht einheitlich und zu wenig konsequent gelöst.<br>Die Umsetzung des planerischen Grundwasserschutzes ist in den Kantonen unterschiedlich weit fortgeschritten.<br>Im schlechtesten Fall führt dies zu Trinkwasserverschmutzungen oder zum Verlust der Wasserfassung |

## 1.5 Vorgeschlagene Massnahmen (Kapitel 6)

Die empfohlenen Massnahmen sind ebenfalls nach Zielen und Bedürfnissen (→ Tab. 1) gegliedert. Die Massnahmen setzen beim Bund sowie bei den Kantonen, Gemeinden und Wasserversorgungen an.

### 1.5.1 Versorgungssicherheit

#### M1: Zweites Standbein (Intelligente Vernetzung)

Verbundanlagen garantieren eine sichere Versorgung der Bevölkerung und Wirtschaft mit Trink-, Brauch- und Löschwasser. Sie ermöglichen einen gemeindeübergreifenden Wasseraustausch. Deshalb sollen die Wasserversorgungen ihr Wasser aus mindestens zwei voneinander unabhängigen Ressourcen beziehen können.

Im Weiteren ist die längerfristige Versorgungssicherheit auch durch die Sicherung künftiger Fassungsstandorte (Ausscheidung der erforderlichen Grundwasserschutzareale) zu gewährleisten.

#### M2: Erstellen von Bereitschaftsdispositiven

Das Erstellen von Überwachungs-, Alarm- und Bereitschaftsdispositiven hilft dem Wasserversorger, Schwierigkeiten rechtzeitig zu erkennen und die richtigen Entscheidungen zu treffen. Bereitschaftsdispositive dienen daher der Versorgungssicherheit.

### 1.5.2 Werterhaltung und optimierte Infrastruktur

#### M3: Infrastrukturmanagement

Eine wesentliche Herausforderung ist der Unterhalt der Infrastruktur. Nötig ist eine Anlage- und Finanzplanung, die sicherstellt, dass die für die Werterhaltung nötigen Investitionen rechtzeitig erkannt und getätigt werden können.

### 1.5.3 Effizienz/Wirtschaftlichkeit

#### M4: Regionale Wasserversorgungsplanung

Die regionale Wasserversorgungsplanung beantwortet technische Fragen wie den Bau von neuen Leitungen und befasst sich mit quantitativen, qualitativen, organisatorischen und finanziellen Aspekten. Diese regionalen Planungen sollen über die Versorgungsgebiete mehrerer Wasserversorgungen aufzeigen, wie die Wassergewinnung und -abgabe am besten organisiert wird, welche Fassungen nötig sind, ob Verbundleitungen zur Erhöhung der Versorgungssicherheit gebaut werden müssen und wie die Ressourcen am besten bewirtschaftet werden.

**M5: Verbesserung der Organisation**

Reorganisations- und Regionalisierungsmassnahmen sollen getroffen werden, wo aufgrund der regionalen Wasserversorgungsplanung eine Verbesserung von Qualität, Versorgungssicherheit und Effizienz zu erwarten ist. Denkbar sind Massnahmen sowohl auf technischer als auch auf organisatorischer Ebene, beispielsweise Zusammenschlüsse mehrerer Trägerschaften oder Betriebsgemeinschaften.

### 1.5.4 Ressourcenschutz

**M6: Wasserressourcen-Nutzungsplanung**

Die Strategie des Bundes hat sich bisher – mit Erfolg – auf den Ressourcen*schutz* konzentriert. In Anbetracht der demografischen und wirtschaftlichen Veränderungen, des zunehmenden Drucks auf die Ressourcen und der möglichen Auswirkungen des Klimawandels reicht dies auf die Dauer aber nicht mehr aus. Die Kantone müssen mittels einer Wasserressourcen-Nutzungsplanung die Übersicht über ihre Ressourcen und deren aktuelle sowie voraussichtliche künftige Nutzung erlangen, damit sie lenkend eingreifen können.

**M7: Umgang mit Nutzungskonflikten**

Nebst der Wassernutzung durch die öffentliche Wasserversorgung gilt es, die vielen anderen Nutzungen zu berücksichtigen, welche sich gegenseitig und auch die öffentliche Wasserversorgung konkurrenzieren können. Diese Konkurrenzsituationen bezüglich der Wasserressourcen bestehen vielerorts bereits heute und könnten sich in Zukunft noch verstärken. Auch Landnutzungskonflikte in bestehenden Grundwasserschutzzonen sind ein Thema. Es muss ein Vorgehen entwickelt werden, das eine nachvollziehbare regionale Situationsanalyse und zuverlässige gerechte Einzelfallprüfungen ermöglicht.

**M8: Verbesserung im Vollzug des Gewässerschutzes**

Die Kantone sind gesetzlich verpflichtet, rund um Grundwasserfassungen von öffentlichem Interesse rechtsgültige Grundwasserschutzzonen auszuscheiden, die erforderlichen Schutzmassnahmen im zugehörigen Reglement festzulegen und für deren Einhaltung zu sorgen.

Wo mit einem Mehrbedarf an Wasser oder dem Wegfall bestehender Ressourcen zu rechnen ist, müssen die Kantone baldmöglichst geeignete Wasserressourcen erschliessen und Grundwasservorkommen durch die Ausscheidung von Grundwasserschutzarealen für die künftige Nutzung und Anreicherung schützen.

### 1.5.5 Organisation

#### M9: Erheben und Bewirtschaften der Daten

Die Daten bezüglich Gewässerschutz und Wassernutzung, Wasserqualität im Allgemeinen und Trinkwasserqualität im Besonderen sowie ökonomische Kennzahlen sollen erhoben und bewirtschaftet werden. So stehen künftig die erforderlichen Informationen zentral im nötigen Detaillierungsgrad zur Verfügung.

#### M10: Koordination unter den Bundesämtern

Die beim Bund bezüglich Wasserversorgung involvierten Ämter sollen sich untereinander besser koordinieren und so gegenüber den Kantonen und weiteren Akteuren im Bereich Wasserwirtschaft einen einheitlichen Standpunkt vertreten.

# 2 > Einleitung

## 2.1 Ausgangslage

**Schweiz als Wasserschloss Europas**

Die Schweiz gilt als Wasserschloss Europas. Nur ein sehr geringer Anteil der jährlich erneuerbaren Wasserressourcen wird genutzt (knapp 2 %)[2] → Abb. 1. Die ca. 2500 bis 3000 öffentlichen Wasserversorgungen wie auch die privaten Nutzungen von Industrie und Landwirtschaft profitieren von der guten Qualität des Rohwassers. Aufwändige Aufbereitungen des Grundwassers sind selten erforderlich.

**Kleinräumige Strukturen**

Es ist jedoch unklar, wie die Wasserversorgung mit ihrer kleinräumigen technischen und organisatorischen Struktur auf mögliche zukünftige Veränderungen reagieren kann und wie die heute bestehende Versorgungssicherheit in Zukunft Bestand haben bzw. erhöht werden kann.

## 2.2 Kontext der Studie

Das Hauptprojekt Wasserversorgung 2025 soll – basierend auf dem Vorprojekt Wasserversorgung 2025[1] sowie auf der Studie Wasserwirtschaft Schweiz[2] – Massnahmen vorschlagen (→ Kap. 6), um die hohe Qualität und Zuverlässigkeit der Wasserversorgung in der Schweiz zu erhalten bzw. allenfalls notwendige Verbesserungen rechtzeitig und gezielt einzuleiten. Das BAFU erarbeitet aufgrund dieser Massnahmenvorschläge eine Strategie.

Grundlagen dafür bilden die Kantonsumfrage[21], die Erörterung aktueller Themen der Wasserversorgung in der Schweiz (Kap. 4) sowie eine Risiko- und Szenarioanalyse (Kap. 5).

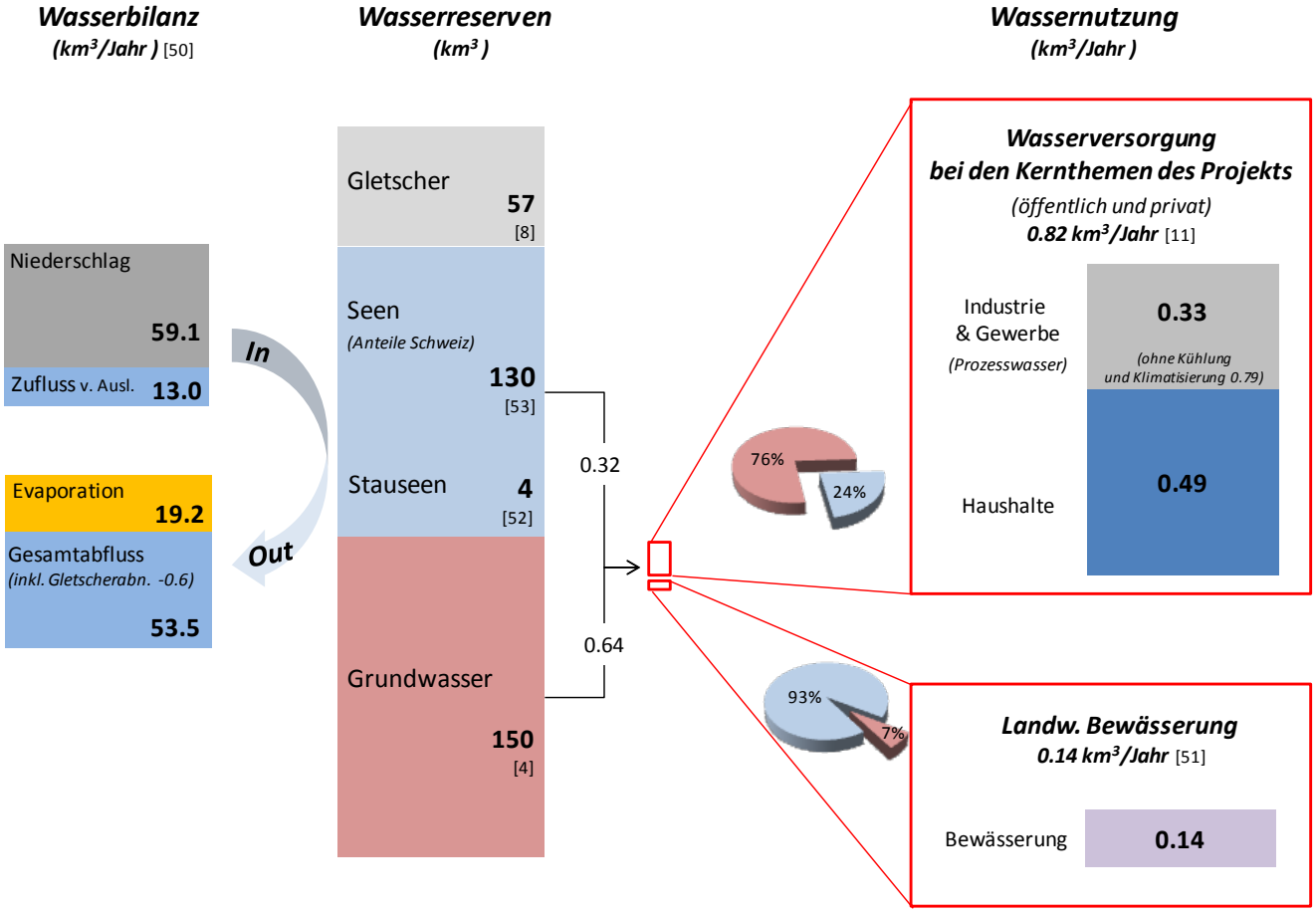
## 2.3 Systemabgrenzung

In Abb. 1 ist der Wasserkreislauf der Schweiz dargestellt. Rot eingerahmt sind die Bereiche, welche Kernthemen des Projektes sind. Die weiteren Bereiche werden ebenfalls im Rahmen des Projektes behandelt, bilden jedoch nicht den Schwerpunkt.

[2] Darin nicht enthalten sind die Durchflusskühlungen.

**Abb. 1 > Wasserkreislauf der Schweiz (vereinfacht und ergänzt aus[24])**

*Angaben in Mrd. m³ bzw. Mrd. m³/Jahr und Kernbereich des Projekts (rot gerahmt).*





4) Sinreich et al. 2012
11) Freiburghaus 2009
51) Weber und Schild 2007
8) Farinotti et al. 2009
52 BAFU 2007
50) Hubacher et Schädler 2010
53) Schädler 1985: Der Wasserhaushalt der Schweiz. Bundesamt für Umweltschutz, Landeshydrologie, Bern. Mitteilung Nr. 6, 9–83.

# 3 > Kantonsumfrage

*Die Umfrage bei den Kantonen wurde zwischen Juli 2010 und März 2011 durchgeführt. Sie diente als Grundlage für die Erarbeitung des vorliegenden Berichts. Nachstehend werden die Resultate dieser Umfrage zusammengefasst.*

## 3.1 Kantonale Grundlagen

**Frage 1: Hat der Kanton gesetzliche Grundlagen zu Organisation, Planung, Finanzierung und Betrieb der Wasserversorgungen?**

**Fazit der Antworten**

Mehr als die Hälfte der Kantone haben kantonale gesetzliche Grundlagen. Knapp drei Viertel der Schweizer Bevölkerung lebt in Kantonen, welche über solche gesetzlichen Grundlagen verfügen. Bei den anderen Kantonen scheint kein dringendes Bedürfnis für solche Grundlagen zu bestehen, da die Wasserversorgung Sache der Gemeinden ist.

**Frage 2: Hat der Kanton eine Strategie Wasserversorgung bzw. Trinkwasser (ggf. inkl. private Nutzungen, landwirtschaftliche Bewässerung, Regenwassernutzung)?**

**Fazit der Antworten**

Die Hälfte der Kantone besitzt eine Strategie Wasserversorgung.

Einige der Kantone, welche keine Strategie Wasserversorgung haben, verfügen über Grundlagen, welche zwar in Richtung Strategie gehen, jedoch nicht als solche ausformuliert sind. Es wurden zum Beispiel Strategien für die Trinkwasserversorgung in Notlagen ausgearbeitet oder allgemeine Empfehlungen an die Gemeinden abgegeben.

Die meisten Kantone, die über kantonale gesetzliche Grundlagen verfügen, haben auch eine Strategie Wasserversorgung. Auch Kantone ohne kantonale gesetzliche Grundlagen haben teilweise eine Strategie Wasserversorgung.

Als Kernpunkte der Strategien wurden am häufigsten genannt:

- Priorisierung der Ressourcen und Priorisierung der Wasserversorgung vor anderen Nutzungen;
- Aspekte der Versorgungssicherheit, insbesondere die Förderung der Vernetzung;
- Ressourcenschutz;
- Ziele in Bezug auf organisatorische Aspekte.

Viele Kantone schreiben in ihrer Strategie, welche Ressourcen vorrangig als Trinkwasser verwendet werden sollen (z. B. lokale Grundwasserressourcen oder vorrangig Wasser, welches nicht aufbereitet werden muss). Andere Kantone schreiben ganz

grundsätzlich, dass die öffentliche Wasserversorgung vor anderen Nutzungen Priorität haben soll.

Viele Kantone streben regionale Zusammenschlüsse an. Damit sind teilweise auch organisatorische Zusammenschlüsse gemeint. Andere Kantone erstreben eine Wasserversorgung, welche über zwei unabhängige Standbeine verfügt, unabhängig davon, ob diese Standbeine mittels Vernetzung zu benachbarten Versorgungen oder intern zur Verfügung stehen.

**Frage 3: Hat der Kanton eine Strategie für die energetische Nutzung des Grundwassers (Grundwasserwärmenutzung, Kühlung usw.)?**

**Fazit der Antworten**

Elf Kantone geben an, eine solche Strategie zu besitzen und bei fünf Kantonen wird eine solche Strategie erarbeitet. Der Begriff Strategie wurde zum Teil sehr breit verstanden. Bei manchen Kantonen besteht die Strategie aus einer Karte, andere haben eine ausformulierte Strategie (analog zur Strategie Wasserversorgung).

Einige Kantone haben zwar ein standardisiertes Vorgehen, haben dies aber nicht in einer Strategie ausformuliert.

Die Strategien Wasserversorgung und die Strategien energetische Nutzung sind nicht voneinander abhängig. Kantone haben teilweise nur die eine Strategie.

**Frage 4: Ist die Erstellung eines generellen Wasserversorgungsprojekts (GWP) obligatorisch?**

**Fazit der Antworten**

In acht Kantonen besteht eine GWP-Pflicht. In anderen Kantonen besteht zwar keine Pflicht, es werden jedoch – besonders für grössere Wasserversorgungen – GWP auf freiwilliger Basis gefördert.

Es besteht kein direkter Zusammenhang zwischen der GWP-Pflicht und dem Vorhandensein von kantonalen gesetzlichen Grundlagen oder einer Strategie Wasserversorgung.

**Frage 5: Welche Daten sind in welcher Form (GIS, einfache Karten, Daten ohne Georeferenzierung oder Tabellen) beim Kanton vorhanden?**

**Fazit der Antworten**

Daten bezüglich Grundwasserschutzzonen, Herkunft des Wassers (Grundwasser gepumpt, Grundwasser aus Quellen), Standorten und Anzahl öffentlicher Wasserfassungen sowie Daten des Wasserversorgungsatlasses sind in einer Mehrheit der Kantone in Form von GIS-Daten vorhanden.

Hingegen fehlen Daten zu vorhandenen Bezugs- und Quellrechten in der Hälfte der Kantone.

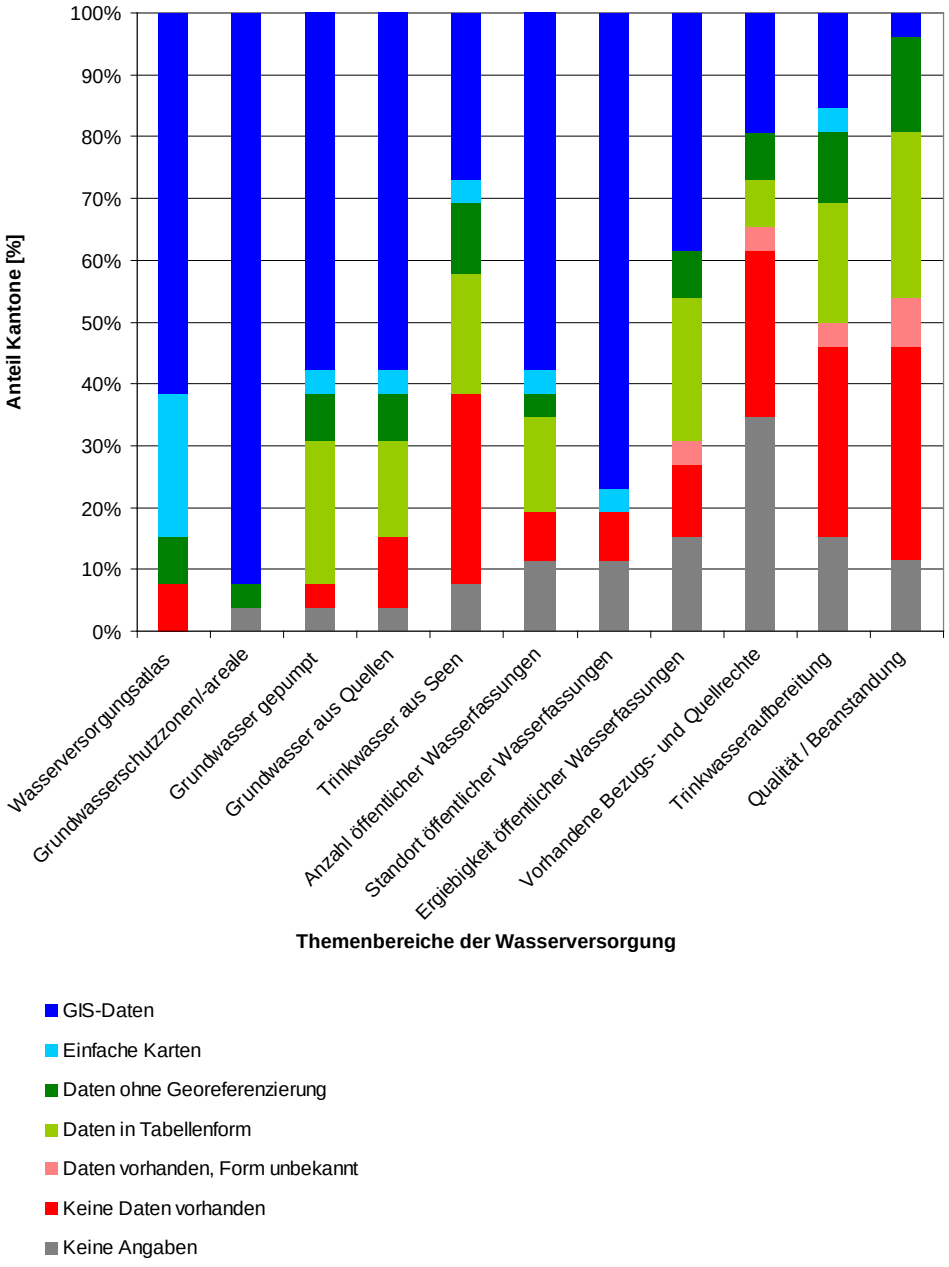
Ein Drittel der Kantone gibt an, dass die Daten zur Qualität und zu Beanstandungen nicht systematisch erfasst und abgelegt werden (35 % der Kantone geben an, keine solchen Daten zu besitzen).

Einige Kantone gaben an, dass sie zwar Daten zu den Themen besitzen, diese Daten aber nicht komplett sind (z. B. nicht alle Fassungen erfasst sind).

Die folgende Abbildung zeigt, nach Themenbereichen sortiert, welchen Anteil der Kantone die Daten in der jeweiligen Form besitzen.

**Abb. 2 > Vorhandene Datengrundlagen auf Kantosebene: Art der Datenablage**

*Angaben in % der Kantone pro Ablageart.*




NB: In Zukunft soll die Trinkwasserdatenbank des BAG dazu dienen, eine schweizweite Übersicht über die Trinkwasserqualität zu geben

## 3.2 Nutzung des Wassers

### Frage 6: Von welchem Vorkommen wird wie viel Wasser bezogen (Anteil Grundwasser gepumpt und aus Quellen sowie Seewasser)?

**Tab. 3 > Anteil bezogenes Wasser nach Herkunft**

*die prozentual wichtigste Herkunft ist hervorgehoben.*

**Antworten**

| Kanton | Gepumptes Grundwasser | Grundwasser aus Quellen | Seewasser |
|---|---|---|---|
| AG | **67 %** | 32 % | 1 % |
| AR | 18 % | **75 %** | 8 % |
| BE | **48 %** | **48 %** | 4 % |
| BL | **83 %** | 17 % | 0 % |
| BS | 38 % / **62 %**[3] | 0 % | 0 % |
| FR (Schätzung) | 30 % | **60 %** | 10 % |
| GE | 19 % | 0 % | **82 %** |
| GL | 34 % | **66 %** | 0 % |
| JU | 14 % | **86 %** | 0 % |
| LU | **52 %** | 35 % | 13 % |
| SG | **42 %** | 30 % | 28 % |
| SH | **80 %** | 20 % | 0 % |
| SO | **73 %** | 27 % | 0 % |
| SZ | **76 %** | 20 % | 4 % |
| TG | **49 %** | 11 % | **40 %** |
| TI | **42 %** | **48 %** | 10 % |
| VS | 20 % | **80 %** | <1 % |
| ZH | 38 % | 21 % | **41 %** |

**Fazit der Antworten**

Von den 18 Kantonen, welche Angaben zu der Herkunft des Wasser gemacht haben,

- beziehen 6 Kantone mehrheitlich (über 50 %) gepumptes Grundwasser (BL, SH, SZ, SO, AG, LU);
- beziehen 5 Kantone mehrheitlich (über 50 %) Grundwasser aus Quellen (GL, FR, VS, AR, JU);
- bezieht der Kanton Genf mehrheitlich (über 80 %) Seewasser;
- bezieht der Kanton Basel Stadt mehrheitlich (über 60 %) mit Flusswasser künstlich angereichertes Grundwasser.
- Die restlichen 5 Kantone stützen sich auf zwei, resp. drei Vorkommen ab (TG, BE, TI SG, ZH).

**Bemerkungen einiger Kantone:** Zahlen gibt es nur, wo Konzessionen vergeben werden.

[3] In diesem Fall handelt es sich um künstliche Grundwasseranreicherung mit Rheinwasser

## Frage 7: Werden Konzessionen vergeben, und falls ja, immer oder nur ab einer gewissen Menge (Unterscheidung nach Grundwasser aus Quellen und gepumptes Grundwasser)?

**Tab. 4 > Antworten der Kantone**

| | |
|---|---|
| AG | Quellen: keine Bewilligung/Konzession nötig.<br>Konzessionen (20J) für Grundwassernutzung für Trinkwasser.<br>Bewilligungen (10J) für Grundwassernutzung für andere Zwecke. |
| AI | Grundwasser aus Quellen: ab einer Menge, die den Allgemeingebrauch übersteigt, vergibt Kanton die Konzession, sonst privat.<br>Gepumptes Grundwasser: Kanton vergibt Konzessionen. |
| AR | Viele altrechtliche Quellnutzungen. |
| BE | Alle regulären Entnahmen sind konzessionspflichtig.<br>Beim gepumpten Grundwasser gibt es keine Mindestmenge, ab welcher eine Konzession nötig ist. |
| BL | Für aktiv gepumptes Grundwasser ist in BL eine Konzession notwendig.<br>Für Quellen besteht keine Konzessionspflicht. |
| BS | Alle Entnahmen aus öffentlichen Gewässern sind bewilligungspflichtig. Ausgenommen sind die öffentlichen Gewässer der Landgemeinden und die Nutzung des Grundwassers für öffentliche Zwecke und Einrichtungen. |
| FR | Konzessionen werden für Trinkwassernutzung und für Entnahmen aus öffentlichen Gewässern ab einer Entnahme von 200l/min benötigt. |
| GE | Der Kanton vergibt alle Konzessionen. Da der wichtigste Grundwasserleiter grenzübergreifend ist, besteht ein grosses Vertragswerk mit Frankreich. |
| GL | Früher wurden praktisch für keine Wassernutzungen Konzessionen erteilt.<br>Heute müssen für jegliche Wassernutzung (unabhängig vom Typ des Wassers und unabhängig der Menge) Konzessionen vergeben werden, mit Ausnahme von Entnahmen aus Oberflächengewässern in den ortsüblichen Mengen. |
| GR | Gemeinden vergeben die Konzessionen. |
| JU | Für alle öffentlichen Wasserentnahmen für Trinkwasser (Oberflächengewässer, gepumptes Grundwasser und Wasser aus Quellen) unter 300 l/min braucht es keine Konzession, sondern es besteht nur eine Meldepflicht. Für die Entnahme von industriellem Brauchwasser braucht es eine Konzession für alle Mengen. Für eine temporäre Nutzung für landwirtschaftliche Zwecke braucht es eine Bewilligung. Die gesetzlichen Grundlagen beruhen auf dem bernischen Recht von 1978. |
| LU | Grundwasser aus Quellen ist privat. Nur für gepumptes Grundwasser und Oberflächengewässer werden Konzessionen vergeben. |
| NE | Bei Wasserentnahmen grösser als 25 l/min braucht man eine Konzession, für kleinere Entnahmen eine Bewilligung. |
| OW | Konzessionen werden für gepumptes Grundwasser und für Grundwasser aus Quellen, welches nicht als Trinkwasser genutzt wird, vergeben. |
| SG | Grundwasser aus Quellen: ab bestimmter Menge vergibt Kanton die Konzession, sonst privat.<br>Gepumptes Grundwasser: Kanton vergibt Konzessionen. |
| SH | Konzessionen für Grundwasserförderung.<br>Bewilligungen für Wasserentnahmen aus Oberflächengewässern. |
| SO | Öffentliche Quellen sind neu auch konzessionspflichtig (ausser in Pilotgemeinden ist dies jedoch noch nicht umgesetzt). |
| TG | Nach dem thurgauischen Wassernutzungsgesetz benötigen Quellen mit einer mittleren Ergiebigkeit von mehr als 300 l/min eine Konzession. |
| TI | Grundwasser aus Quellen benötigen keine Konzession bis 300 l/min.<br>Gepumptes Grundwasser braucht immer eine Konzession. |
| UR | Für Grundwasser aus Quellen haben die Eigentümer die Quellrechte. Die Korporation Uri hat viele dieser Quellrechte und vergibt diese Konzessionen. Für das gepumpte Grundwasser erteilt der Kanton die Konzessionen. |
| VD | Entnahmen von Grundwasser über 300 l/min sind konzessionspflichtig. |
| VS | Quellen gehören den Gemeinden. |

| | |
|---|---|
| | Für gepumptes Grundwasser braucht es eine kantonale Bewilligung. |
| ZG | Konzessionspflicht für Wasserentnahmen aus öffentlichen Gewässern ab 300 l/min. |
| ZH | Im Kanton Zürich ist der Anteil an privatem Grund- und Quellwasser völlig marginal (Praxis bestätigt mit dem Bundesgerichtsentscheid vom 20. Dez. 2010). |

**Fazit der Antworten**

Die Konzessionen sind in den Kantonen sehr komplex und unterschiedlich geregelt.

In neun Kantonen ist für die Nutzung von Grundwasser aus Quellen grundsätzlich keine Konzession notwendig.

In sieben Kantonen wird unabhängig von der Herkunft und der Menge des Grundwassers aus Quellen eine Konzession benötigt.

Die Konzessionen für gepumptes Grundwasser sind in der Mehrheit der Kantone, unabhängig von den entnommenen Mengen, notwendig.

Die Unterschiede zwischen den Kantonen haben direkt Auswirkungen auf die bei den Kantonen vorhandenen Datengrundlagen bezüglich der Wasserversorgung. Wo Konzessionen vergeben werden, verfügt der Kanton im Minimum Informationen über die Menge, welche genutzt werden darf.

### Frage 8: Gab oder gibt es regionale oder temporäre Engpässe?

**Fazit der Antworten**

Die meisten Kantone kennen/kannten Versorgungsengpässe (speziell im Hitzesommer 2003). In den meisten Fällen handelte es sich jedoch um kleine, regional begrenzte Engpässe.

### Frage 9: Sind im Kanton Nutzungskonflikte in quantitativer Hinsicht bekannt?

**Fazit der Antworten**

Weniger als die Hälfte der Bevölkerung ist von quantitativen Nutzungskonflikten betroffen. Am häufigsten wurden quantitative Nutzungskonflikte im Zusammenhang mit der Nutzung von Wasser aus Oberflächengewässern genannt. Besonders die Bewässerung steht in diesem Fall im Vordergrund.

Durch Richtpläne, Wärmenutzungskarten, Prioritätensetzungen und zeitweiligen Entnahmeverboten werden bestehende Probleme gelöst.

Die Mehrheit der Kantone beantwortete diese Frage auch hinsichtlich Nutzungskonflikten und Grundwasserqualität. Diese Konflikte entstehen hauptsächlich zwischen den Wasserversorgungen und

- der Landwirtschaft,
- Renaturierungen von Oberflächengewässern,
- dicht besiedelten Gebieten.

## 3.3 Struktur und Vernetzung der Wasserversorgungen

### Frage 10: Wie stark sind die Wasserversorgungen vernetzt? [4]

**Fazit der Antworten**

Der Vernetzungsgrad ist in vielen Kantonen kaum bekannt. In gebirgigen Regionen sind die Wasserversorgungen schlechter vernetzt, als in der Ebene, da die Vernetzung aufgrund der Topografie aufwändiger ist. Bergkantone weisen daher insgesamt einen geringen Vernetzungsgrad auf. In den Haupttälern ist die Vernetzung hingegen gut.

### Frage 11: Wird die Vernetzung durch den Kanton gefördert?

**Fazit der Antworten**

Die Vernetzung wird oft im Rahmen des Löschschutzes von der Gebäudeversicherung gefordert und mit Beiträgen gefördert.

Insgesamt zeigt sich, dass:

- in Kantonen, in denen die Vernetzung vom Kanton nicht gefördert wird, der Vernetzungsgrad gering bis mittel ist,
- der Vernetzungsgrad gross ist in Kantonen, in welchen die Vernetzung mittels GWP oder kantonaler Strategie gefördert wird (mit oder ohne Beiträge) und dass
- der Vernetzungsgrad sehr unterschiedlich ist in Kantonen, welche die Vernetzung im Rahmen des Löschschutzes und mit Beiträgen fördern.

## 3.4 Schutzzonen und Nutzungskonflikte

### Frage 12: Wie viele Fassungen im öffentlichen Interesse verfügen über keine rechtsgültigen Grundwasserschutzzonen?

**Fazit der Antworten**

In mehr als der Hälfte der Kantone sind mindestens 80 % der Schutzzonen rechtsgültig. Fünf Kantone haben mehr als 40 % nicht rechtsgültige Schutzzonen. Viele Kantone haben die Schutzzonen zwar provisorisch ausgeschieden, diese Zonen sind jedoch nicht rechtskräftig im eigentlichen Sinne und werden im Rahmen dieser Umfrage als nicht rechtsgültig angesehen.

Viele Kantone haben zudem angemerkt, dass die mengenmässig wichtigsten Fassungen über rechtsgültige Schutzzonen verfügen.

[4] Anteil der Wasserversorgungen in Prozent, die bei Ausfall ihrer herkömmlichen Versorgung ihren Wasserbedarf ohne grössere Einschränkungen durch Wasser aus Nachbarversorgungen decken können

## 3.5 Herausforderungen

**Frage 13: Welches sind die zwei bedeutendsten Probleme, die es aus Ihrer Sicht in den nächsten 10 bis 20 Jahren hinsichtlich Wasserversorgung in Ihrem Kanton zu lösen gibt?**

**Fazit der Antworten**

Die Gewährleistung der Versorgungssicherheit im Normalfall und in Notlagen ist bei vielen Kantonen als zukünftige Herausforderung genannt worden. Die schlecht vorhersehbaren Auswirkungen des Klimawandels werden häufig genannt.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Finanzierung und die Werterhaltung der Infrastrukturen. Zehn Kantone haben diesen Punkt als eine der zwei grossen Herausforderungen der Zukunft genannt.

Im Ressourcenschutz sehen sieben Kantone die Herausforderungen vorab bei der Ausscheidung der verbleibenden Schutzzonen, beim Schutz der Fassungen im öffentlichen Interesse und bei den Konflikten zwischen den Schutzzonen und Bautätigkeiten.

In enger Verbindung zum Ressourcenschutz stehen die Nutzungskonflikte. Fünf Kantone geben an, dass eine der grossen Herausforderungen die Lösung verschiedener Nutzungskonflikte ist. Der Siedlungsdruck sowie die Nutzung der Gewässer (z. B. Bewässerung, Revitalisierung, thermische Nutzung) werden am häufigsten genannt.

Viermal genannt wurde Fremdstoffe im Trinkwasser.

## 3.6 Erwartungen an den Bund

**Frage 14: Welche Erwartungen haben Sie in Sachen Wasserversorgung an den Bund bzw. an eine Strategie Wasserversorgung?**

**Fazit der Antworten**

Die meisten Kantone sind der Meinung, dass der Bund die Koordination und die Führung bei bestimmten Themen (z. B. Mikroverunreinigungen oder Kriterien der Interessensabwägung bei Nutzungskonflikten) übernehmen sollte. Dabei sei es wichtig, dass sich die verschiedenen Bundesämter zuerst untereinander koordinieren, um klare und kohärente Vorgaben an die Kantone machen zu können. Dies gilt nicht nur für die Vorgaben an die Kantone, sondern auch bei der Abfrage von Daten und Informationen.

Von einigen Kantonen wird finanzielle oder rechtliche Unterstützung beim Durchsetzen der verschiedenen Vorgaben gewünscht.

Neun Kantone haben keine Erwartungen an den Bund, bzw. die Erwartung, dass er sich nicht «einmischt». Aufgrund der vorangegangenen Antworten können bei diesen Kantonen folgende Feststellungen gemacht werden:

- Die Mehrheit dieser Kantone hat keine kantonalen gesetzlichen Grundlagen zu Organisation, Planung, Finanzierung und Betrieb der Wasserversorgungen.
- Die Mehrheit dieser Kantone hat keine kantonale Strategie Wasserversorgung bzw. Trinkwasser.

Daraus kann geschlossen werden, dass Kantone mit hoher Gemeindeautonomie im Bereich Wasserversorgung kein Interesse daran haben, Vorgaben vom Bund zu erhalten, welche sie bei den Gemeinden durchsetzen müssten.

**Frage 15: Braucht es Ihrer Ansicht nach auf Stufe Bund neue / zusätzliche / detailliertere / geänderte Rechtsgrundlagen über die Sicherstellung der Wasserversorgung?**

**Fazit der Antworten**

14 Kantone befürworten neue, zusätzliche, detailliertere oder geänderte Rechtsgrundlagen auf Stufe Bund. Es geht hier nicht generell um eine gesamthafte Erneuerung der Rechtsgrundlagen bezüglich der Wasserversorgungen, sondern um einzelne Punkte, welche sich von Kanton zu Kanton unterscheiden. Genannt werden unter anderem:

- Rechtsgrundlagen analog zur VTN oder zum Abwasser;
- Koordination mit der gesamten Gewässerschutzgesetzgebung, insbesondere bei Renaturierungen;
- Qualitative Aspekte (Mikroverunreinigungen, toxische Stoffe und ARA-Ausflüsse);
- den Kantonen mehr Befugnisse geben, damit sie bei den Gemeinden ihre Anliegen bezüglich der Wasserversorgung durchsetzen können;
- Rahmenbedingungen (Aufgaben, Finanzierung, usw.).

12 Kantone möchten keine neuen oder geänderten Rechtsgrundlagen auf Stufe Bund oder finden sich mit den momentanen Bestimmungen und Zuständigkeiten ab. Als Grund wurde angegeben, dass ein top-down Ansatz – wie beim Abwasser – nicht angepasst sei. 9 dieser 12 Kantone haben gleichzeitig auch keine Erwartungen an den Bund.

**Frage 16: Braucht es Ihrer Ansicht nach eine eidgenössische Trinkwasserplattform mit Kantonsvertretern, um den Belangen der Wassernutzung mehr Gewicht zu geben?**

**Fazit der Antworten**

16 Kantone befürworten eine eidgenössische Trinkwasserplattform. Viele dieser Kantone sind jedoch der Meinung, dass bestehende Strukturen benutzt und eventuell ausgebaut werden sollten.

Kantone, die keinen Bedarf einer solchen (neuen) Trinkwasserplattform sehen, sind der Meinung dass die bestehenden Strukturen gut funktionieren und den Ansprüchen genügen.

**Frage 17: Soll in der Schweiz die Datenerfassung zur Wassernutzung harmonisiert werden?**

**Fazit der Antworten**

Die Mehrheit der Kantone ist – zum Teil unter Vorbehalten – für eine Harmonisierung der Datenerfassung zur Wassernutzung. Wichtig scheint, dass die verschiedenen Datenerfassungen harmonisiert werden, das heisst, dass die verschiedenen Anfragen an die Kantone untereinander abgestimmt sind und dass auch hier bestehende Strukturen benutzt werden.

Acht Kantone sehen kein Bedürfnis für eine harmonisierte Datenerfassung.

**Frage 18: Sollte Ihrer Ansicht nach in den Kantonen eine Stelle geschaffen werden, welche für die Wasserversorgung zuständig ist?**[5]

**Fazit der Antworten**

In einigen Kantonen ist eine solche Stelle bereits vorhanden. Bei den anderen Kantonen gibt es zwei oder mehrere Stellen, welche für die Wasserversorgung zuständig sind.

Die obenstehende Frage wurde von sieben Kantonen mit ja beantwortet. Die restlichen Kantone finden es nicht notwendig, dass eine einzelne Stelle pro Kanton für die Wasserversorgung zuständig ist.

Die Mehrheit der Kantone findet die Schaffung einer Stelle nicht notwendig. In vielen Kantonen wird die Zusammenarbeit der verschiedenen Stellen als gut und zweckmässig empfunden. Zudem wird auch die Trennung der Interessen zwischen Ämtern und kantonalen Labors als sinnvoll erachtet.

Die Befürworter sehen im Zusammenschluss der verschiedenen Stellen den Vorteil, dass die Position der Wasserversorgung (auch gegenüber anderen Interessen) gestärkt würde.

## 3.7 Finanzen

**Frage 19: Welches ist die totale Wasserabgabe der Wasserversorgungen? Und welches sind die Gesamtkosten dafür?**

**Fazit der Antworten**

Die Mehrheit der Kantone hat diese Frage nicht beantwortet. Die Gründe dafür sind, dass die meisten Kantone nicht über diese Zahlen verfügen oder sie als nicht verlässlich ansehen.

Offenbar verfügen die die meisten Kantone nicht über die Information, wie viel Wasser zu welchem Preis gewonnen und verteilt wird.

**Frage 20: Befürworten Sie eine Abgabe auf Wasser, um damit zusätzliche Aufgaben (z. B. Naturschutzprojekte, Renaturierungen, Biodiversitätsförderung, etc.) zu finanzieren?**

**Fazit der Antworten**

Eine grosse Mehrheit der Kantone ist gegen eine Abgabe auf Wasser um zusätzliche Aufgaben zu finanzieren. Die zwei am häufigsten genannten Argumente dagegen sind:

- die Zweckgebundenheit der Mittel;
- die politische Umsetzbarkeit.

[5] Aufgrund der Antworten wird angenommen, dass die Frage zu wenig klar formuliert war: zum Einen wurde «Stelle» als «Amtsstelle», d. h. eine neue Organisationseinheit verstanden und zum andern wurde «Stelle» als «Arbeitsanstellung», d. h. als eine neue Stelle in den bestehenden Strukturen verstanden. Die Absicht der Frage war, herauszufinden, ob die verschiedenen (Amts-)Stellen zu einer einzigen Stelle zusammengefasst werden sollten.

**Frage 21: Befürworten Sie eine Abgabe auf Wasser, um eine besonders Grundwasser schonende Bewirtschaftung zu fördern?[6]**

**Fazit der Antworten**

14 Kantone sind gegen eine solche Abgabe, diese Kantone repräsentieren rund 70 % der Schweizer Bevölkerung. Je nach Kanton variieren die Gründe für die Ablehnung einer solchen Abgabe stark.

Kantone, die sich für eine solche Abgabe aussprechen, haben bereits eine solche oder ähnliche Abgabe eingeführt oder in den Kantonen sind die Grundwasserschutzzonen zum grössten Teil im Besitz der Wasserversorgung und die Einführung einer solchen Abgabe würde keine Auswirkung auf die Kantone haben.

## 3.8 Fazit der Umfrage

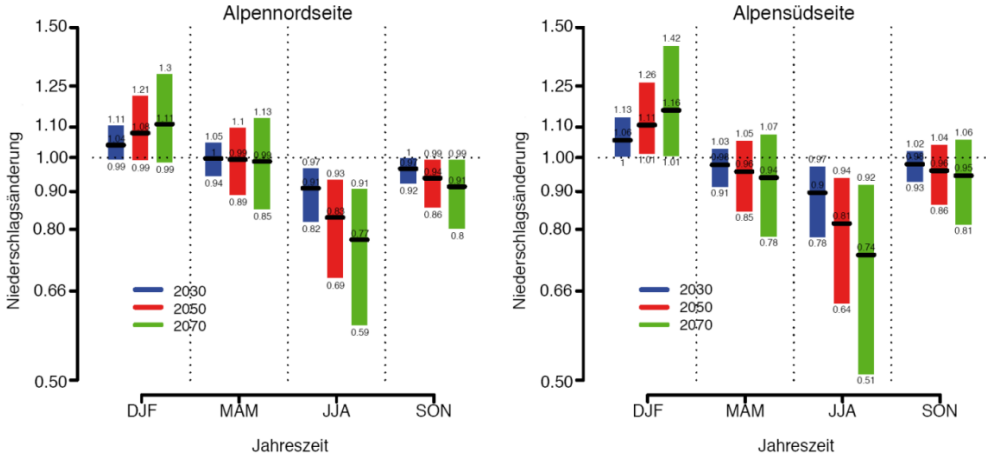
Die Antworten der kantonalen Gewässerschutzfachstellen auf die gestellten Fragen sowie anschliessende Diskussionen mit Kantonsvertretern lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Es gibt kaum gesicherte Zahlen über die Wassermengen, die nachhaltig aus den einzelnen Wasserressourcen und insbesondere den Grundwasservorkommen entnommen werden können, auch sind die einzelnen Nutzungen kaum bekannt. Mit einer Wasserressourcen-Nutzungsplanung könnte diese Lücke geschlossen werden.
- Die seit 1971 gesetzlich erforderliche Ausscheidung von Grundwasserschutzzonen und -arealen ist in etlichen Kantonen noch nicht abgeschlossen. Die definitive Ausscheidung von Grundwasserschutzzonen mit den entsprechenden Schutzvorschriften schafft Rechtssicherheit und sollte daher vorangetrieben werden.
- Viele kleine und mittlere Wasserversorgungen sind auf eine einzige Wasserressource angewiesen. Beim Ausfall dieser Ressource durch eine Verschmutzung oder Trockenheit steht keine Alternative zur Verfügung. Um die Versorgungssicherheit zu erhöhen sollten Wasserversorgungen durch eine intelligente Vernetzung ihren Bedarf aus einer zweiten Ressource decken können.
- Die Risiken einzelner Wasserversorgungen sind zu wenig bekannt. Eine Analyse der bestehenden Risiken und entsprechende Überwachungs- Alarm- und Bereitschaftsdispositive helfen mögliche Schwierigkeiten frühzeitig zu erkennen und im Bedarfsfall schnell die richtigen Entscheidungen zu treffen.
- Bei kleinen und mittleren Wasserversorgungen ist der Zustand der Wasser-Infrastrukturen meist zu wenig bekannt und oft verbesserungsbedürftig. Ein Infrastrukturmanagement hilft, die Versorgungssicherheit zu erhöhen und die Kostenlast zu verringern, indem die für den regelmässigen Unterhalt und allenfalls für Neuinvestitionen erforderlichen Mittel rechtzeitig und über die Zeit verteilt beschafft und eingesetzt werden können.

[6] z. B. zum Flächenkauf in Schutzzonen oder indem Mindererträge der Land- und Forstwirtschaft innerhalb der Grundwasserschutzzonen kompensiert werden

# 4 > Aktuelle Themen der Wasserversorgung

**Abb. 3 > Niederschlagsvorhersagen für die Schweiz**




aus [13]

## 4.1 Klima

### 4.1.1 Wichtige Erkenntnisse der Klimaforschung

Um die Auswirkungen der globalen Klimaänderung auf regionaler Ebene abzuschätzen, wird mit regionalen Klimaszenarien gearbeitet. Diese sind mit verschiedenen Unsicherheiten behaftet. Die folgenden Aussagen stützen sich auf ein regionales Temperatur- und Niederschlagszenario, welches im Rahmen des OcCC-Berichts für die Schweiz[13] berechnet wurde.

Im Sommer nehmen die Niederschläge gemäss diesem Szenario ab, wobei dieser Trend auf der Alpensüdseite stärker ist. Im Winter nehmen die Niederschläge wahrscheinlich leicht zu (→ Abb. 3). Der Jahresniederschlag verringert sich bis 2050 um ca. 7 %. Durch eine erhöhte Verdunstung wird der Jahresabfluss bis 2050 vermutlich um ca. 10 % abnehmen[13].

Es ist sehr wahrscheinlich, dass sehr heisse und trockene Sommer in Zukunft häufiger werden. Zudem werden Starkregenereignisse vermutlich ebenfalls zunehmen.

### 4.1.2 Auswirkungen auf das Grundwasser

Aufgrund der genannten Entwicklungen könnte die Grundwasserneubildung abnehmen. Die sehr wahrscheinlich häufigeren Hitzesommer wirken sich je nach Art des Grundwasserleiters und dessen Mächtigkeit unterschiedlich auf das Wasservorkommen aus. Bei Quellen mit kleinem Einzugsgebiet und bei Karst-Grundwasserleitern könnte es in Zukunft stärkere Schwankungen der Schüttung geben. Bei Talschotter-Grundwasserleitern des Mittellandes sind sinkende Grundwasserstände im Sommer wahrscheinlich[13].

Bis 2025 wird es schweizweit zu keiner spürbaren Verknappung der Ressource Wasser kommen[14].

Lokale oder regionale Einschränkungen der Wasserverfügbarkeit sind aber wahrscheinlich. Wie in Abb. 4 zu sehen ist, sind die Auswirkungen der Klimaänderung auf Wasserversorgungen, welche ihr Wasser aus Karst-Grundwasserleitern und kleinen Kluft- und Lockergesteins-Grundwasserleitern beziehen, am stärksten. Dies betrifft den Jura und die Alpen, da dort am meisten Wasser aus solchen Grundwasserleitern stammt.

Die Qualität des Rohwassers könnte sich durch erhöhte Temperaturen punktuell verschlechtern. Zudem wird die Gefahr der Wiederverkeimung im Netz zunehmen[13].

### 4.1.3 Auswirkungen auf das Seewasser

Für die Seewasserwerke ist die langfristig rückläufige Gesamtniederschlagsbilanz nicht relevant. Seewasserwerke sind deshalb quantitativ nicht speziell gefordert, ausser es fallen andere Bezugspunkte aus.

Durch höhere Wassertemperaturen könnten wegen erhöhter Algenbildung Anpassungen bei den Aufbereitungsverfahren nötig werden.

**Keine generell spürbare Verknappung**

**Abb. 4 > Einfluss der Klimaänderungen auf die Wasservorkommen**

| | Grundwasser (Lockergestein) | | | Quellen | | | | | | Seen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | grosse Talschotter | | Decken- oder Hang-schotter | Kluft- und Lockergestein | | | | Karst | | |
| | | | | grosses Einzugsgebiet | | kleines Einzugsgebiet | | | | |
| | oG | mG | oG | oG | mG | oG | mG | oG | mG | |
| Jura | - | | + | + | | + | | ++ | | - |
| Mittelland | ++ | + | + | + | - | + | | - | | + |
| Alpen | | ++ | + | | + | ++ | + | - | + | - |
| Tessin | ++ | + | + | + | - | + | | + | | + |

oG: Einzugsgebiet nicht vergletschert mG: Einzugsgebiet teilweise vergletschert

**Abhängigkeit der Wassergewinnung:**

| | |
|---|---|
| ++ | Hauptwassergewinnung |
| + | wichtige Wassergewinnung |
| - | untergeordnete, bzw. keine Bedeutung für Wassergewinnung |
| | nicht vorhanden |

**Erwartete mengenmässige Auswirkungen der Klimaänderung:**

| | |
|---|---|
| rot | negative Auswirkungen zu erwarten (und Hauptwassergewinnungsart) |
| orange | negative Auswirkungen zu erwarten |
| gelb | negative Auswirkungen möglich |
| grün | negative Auswirkungen unwahrscheinlich |

Quelle:[14]

### 4.1.4 Auswirkungen auf die Infrastrukturen

Aufgrund von häufigeren und stärkeren Niederschlagsereignissen nimmt die Gefahr von überschwemmten Grundwasserfassungen zu.

Erdrutsche und Murgänge könnten durch das Auftauen des Permafrostes die Anlagen insbesondere in alpinen Regionen gefährden[14].

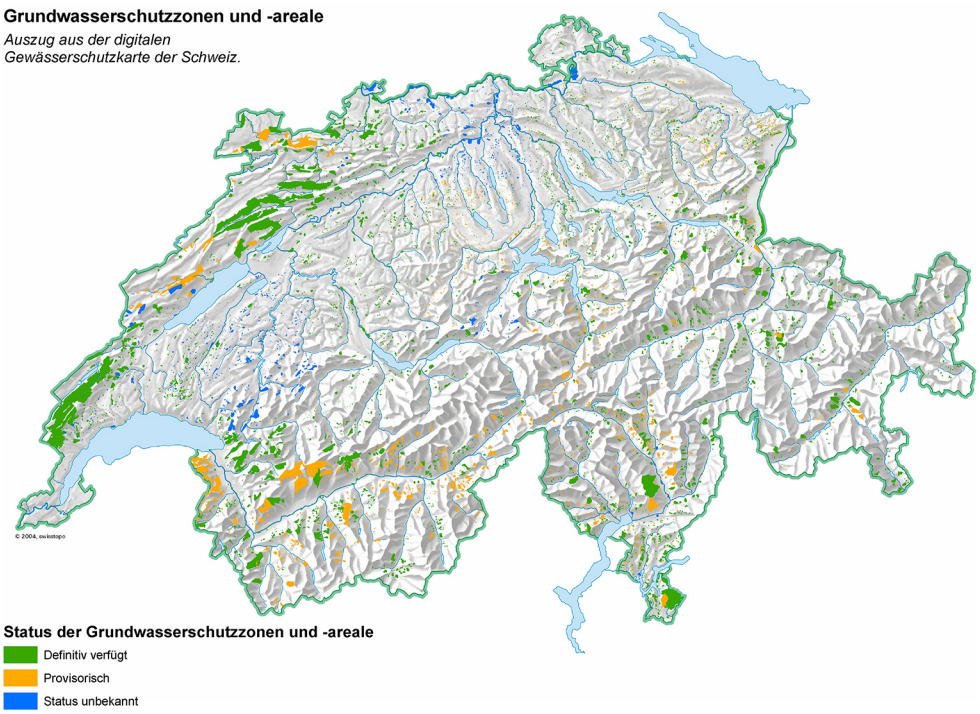
## 4.2 Nutzungsdruck

### 4.2.1 Grundwasserschutzzonen

**Unterschiedliche Umsetzung des Gewässerschutzes**

Der Nutzungsdruck auf das Grundwasser ist regional sehr unterschiedlich, und die Grundwasserschutzbestimmungen werden nicht in allen Kantonen konsequent vollzogen. So gibt es beispielsweise grosse Unterschiede in der Umsetzung der Schutzzonenpflicht (→ Abb. 5). Im Jahr 2007 waren gemäss einer Hochrechnung des BAFU erst ca. 70 % der Schutzzonen rechtskräftig[15].

**Abb. 5 > Karte der Grundwasserschutzzonen und deren Status**




aus [46]

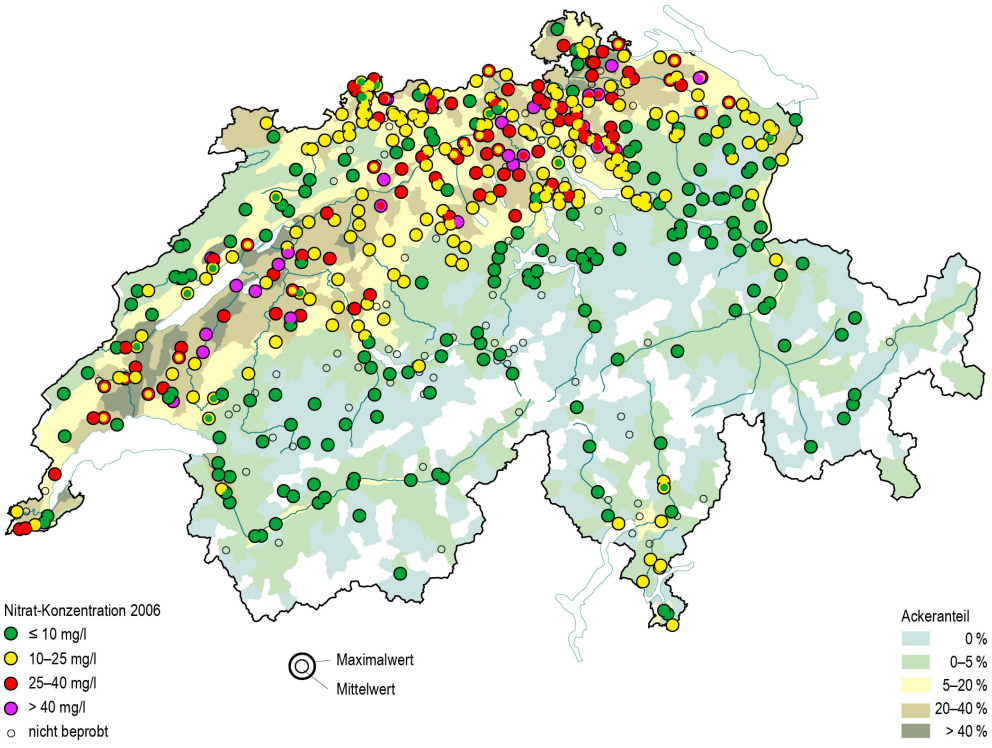
Die mengenmässig bedeutenden Fassungen verfügen jedoch grösstenteils über rechtsgültige Schutzzonen. Auf die Schutzzonenkonflikte wird in Kapitel 4.6 eingegangen.

### 4.2.2 Qualitative Aspekte

**Landwirtschaftliche Einflüsse: Nitrat**

Als Indikator für die Beeinträchtigung durch die Landwirtschaft kann die Nitratkonzentration im Grundwasser dienen. In Abb. 6 sind die Messungen der Nitratkonzentrationen sowie der Ackeranteil in Prozenten abgebildet.

**Abb. 6 > Karte der gemessenen Nitratkonzentrationen im Grundwasser**



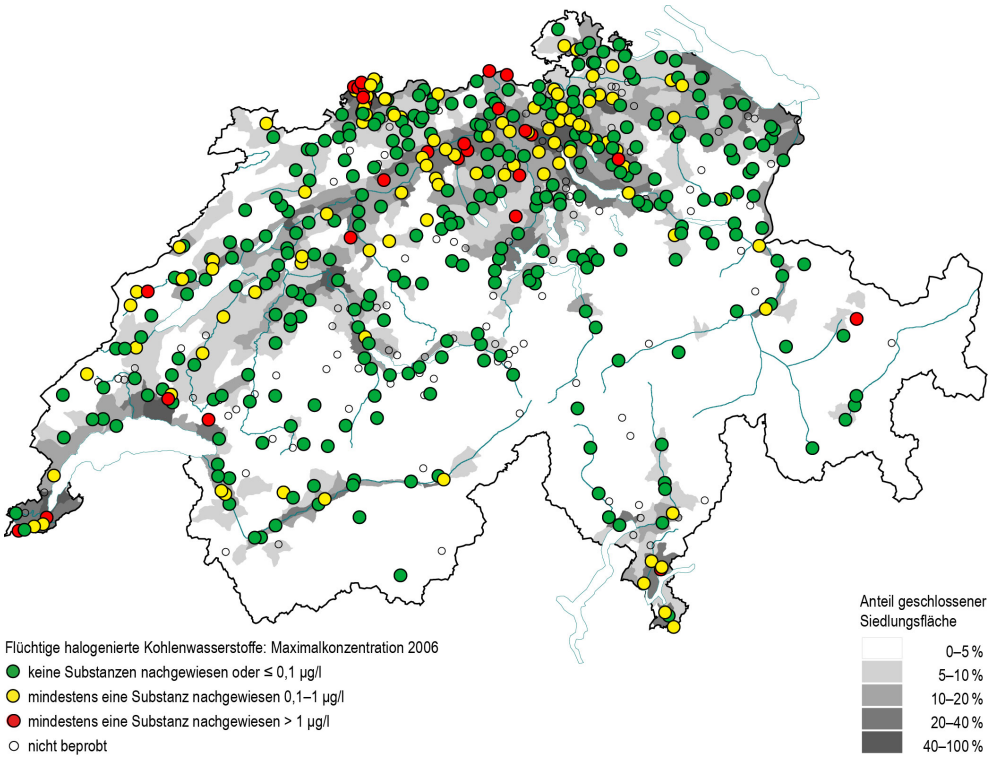

aus [16]

**Einflüsse aus den Siedlungsgebieten**

Während die Nitratkonzentration im Grundwasser als Indikator für landwirtschaftliche Beeinträchtigungen dient, können flüchtige organische Kohlenstoffverbindungen (VOC = Volatile Organic Compounds) als Indikator für die Beeinflussung des Grundwassers durch die Siedlung herbeigezogen werden. VOC gelangen vermutlich hauptsächlich durch unsachgemässe Beseitigung von Treibstoffen und Lösungsmitteln, durch Unfälle, aus belasteten Standorten oder via Atmosphäre und Auswaschung in die Gewässer[16].

Flüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (FHKW) sind die häufigste im Grundwasser nachgewiesene VOC-Substanzgruppe. In Abb. 7 sind die gemessenen FHKW-Maximalkonzentrationen sowie der Siedlungsflächenanteil abgebildet.

**Abb. 7 > Karte der gemessenen FHKW-Werte im Grundwasser**




aus [16]

Bezüglich der zukünftigen qualitativen Entwicklung des Grundwassers lassen sich kaum Aussagen machen. Insbesondere kann nicht abgeschätzt werden, ob die eingeleiteten Massnahmen zur Reduktion von Nitrat und Pflanzenschutzmitteln in Zukunft weitergeführt werden und wie das Grundwasser auf Veränderungen von diffusen Stoffeinträgen beispielsweise als Folge zunehmender Bewässerung reagiert.

**Zukünftige Entwicklung der Wasserqualität weitgehend offen**

### 4.2.3 Quantitative Aspekte

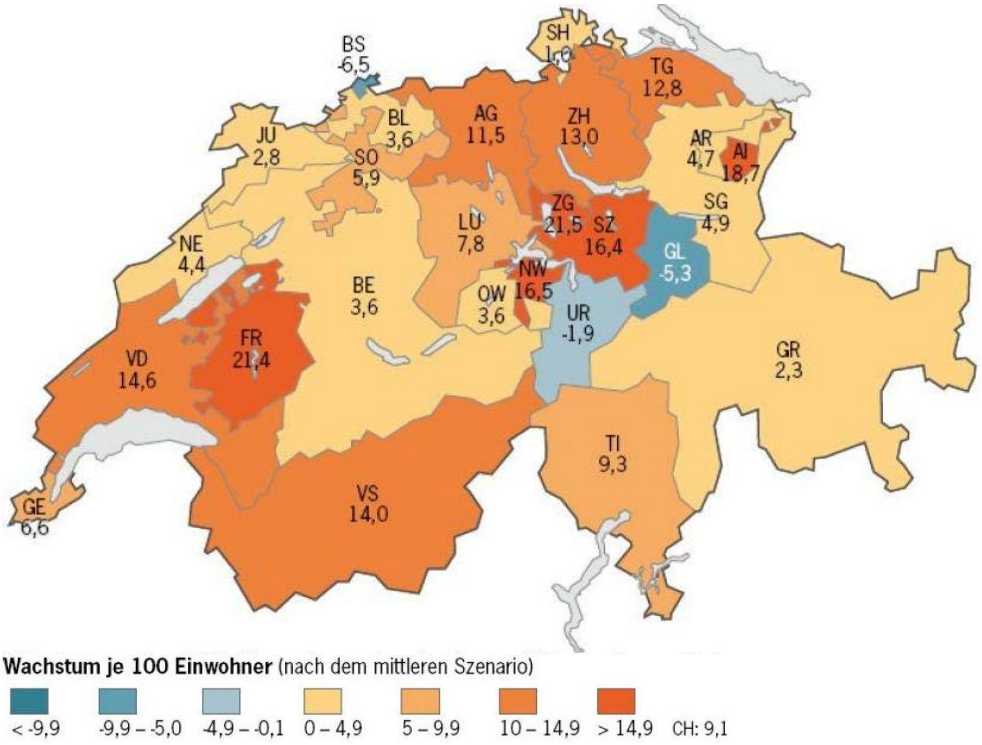
Im landwirtschaftlichen Bereich sind Drainagen, Wasserentnahmen zur Bewässerung und Bodenverdichtungen als Faktoren zu nennen, welche auf die Grundwasserstände Einfluss haben können[17]. Während der Bau von Drainagen in der Schweiz weitgehend abgeschlossen ist[18], nimmt die Bodenverdichtung weiter zu[9]. Schliesslich wird der Bewässerungsbedarf zunehmen (→ Kap. 4.4).

Inwiefern sich die vermehrte Bewässerung auf die Entwicklung der Grundwasserstände auswirken wird, hängt insbesondere davon ab, ob das Bewässerungswasser hauptsächlich aus Oberflächengewässern entnommen wird oder auch aus dem Grundwasser. Gemäss[26] werden für die Bewässerung gut 90 % aus Oberflächengewässern und Suonen bezogen und nur knapp 10 % aus dem Grundwasser und dem Trinkwassernetz.

Seit über 20 Jahren wächst die gesamte Siedlungsfläche um durchschnittlich einen Quadratmeter pro Sekunde [www.bfs.admin.ch]. Dieser Trend führt vermutlich, durch verdichtetes Bauen etwas gebremst, bis 2020 fort[19]. Ein hoher Versiegelungsgrad kann lokal zu einer geringeren Versickerung und somit zu einer verminderten Grundwasserneubildung führen. Der Einfluss auf die Grundwasserneubildung ist gesamthaft gesehen jedoch vernachlässigbar.

## 4.3 Demografie

**Abb. 8 > Bevölkerungsentwicklung in der Schweiz bis 2025**



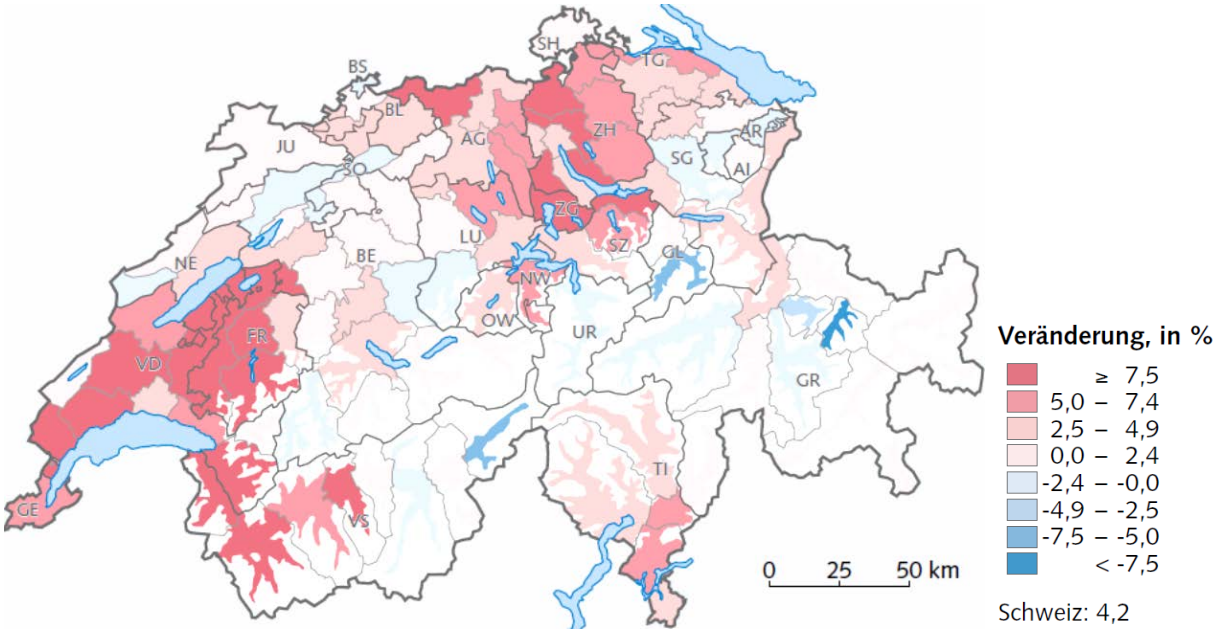

Quelle: Sektion DEM © BFS ThemaKart, Neuenburg 2007, aus [48]

## 4.3.1 Wichtige Erkenntnisse

**Bevölkerungszunahme erwartet**

Die Gesamtbevölkerung der Schweiz nimmt bis 2025 um knapp 10 % zu (mittleres Szenario des Bundesamtes für Statistik[20]). Dies entspricht einem Wachstum von 0,64 %/Jahr. Das Wachstum verlangsamt sich und die Bevölkerung stabilisiert sich zwischen 2050 und 2060 bei knapp 9 Mio. Einwohnern[20]. Zudem wird der Anteil älterer Personen (über 64 Jahren) an der Gesamtbevölkerung von 17 % (2010) auf 24 % (2030) und auf knapp 28 % (2050) steigen[20].

**Abb. 9 > Bevölkerungsentwicklung zwischen 2000 und 2006**




aus [23]

**Bevölkerungsentwicklung regional unterschiedlich**

Auch die Bevölkerungsentwicklung ist regional differenziert zu beurteilen, da grosse Unterschiede bestehen. Zwischen 2005 und 2030 nimmt die Bevölkerung in 23 der 26 Kantone und Halbkantone zu, wobei das Bevölkerungswachstum unterschiedlich stark ist[22] (→ Abb. 8). Eine Bevölkerungsabnahme gibt es im Kanton Basel-Stadt, wobei sich dies für beide Basel zusammen nur unwesentlich auswirken wird (Abnahme weniger als 0,5 %). In den Kantonen Uri und Glarus wird die Bevölkerung ebenfalls abnehmen. Absolut gesehen sind es in den beiden Kantonen je 1000 Personen weniger im Jahr 2030 gegenüber 2010[22].

Räumlich noch etwas detaillierter ist in Abb. 9 die bisherige Bevölkerungsentwicklung (2000–2006) dargestellt.

**Bevölkerungsentwicklung relevant für Wassernutzung und Finanzierung**

Die Bevölkerungsentwicklung ist im Hinblick auf die Gesamtwassernutzung (→ Kap. 4.4) und die Finanzierung der Infrastrukturen interessant. Hinsichtlich der Finanzierung ist sie vor allem dort relevant, wo die Bevölkerung rückläufig sein wird.

## 4.4 Spezifische und gesamte Wassernutzung

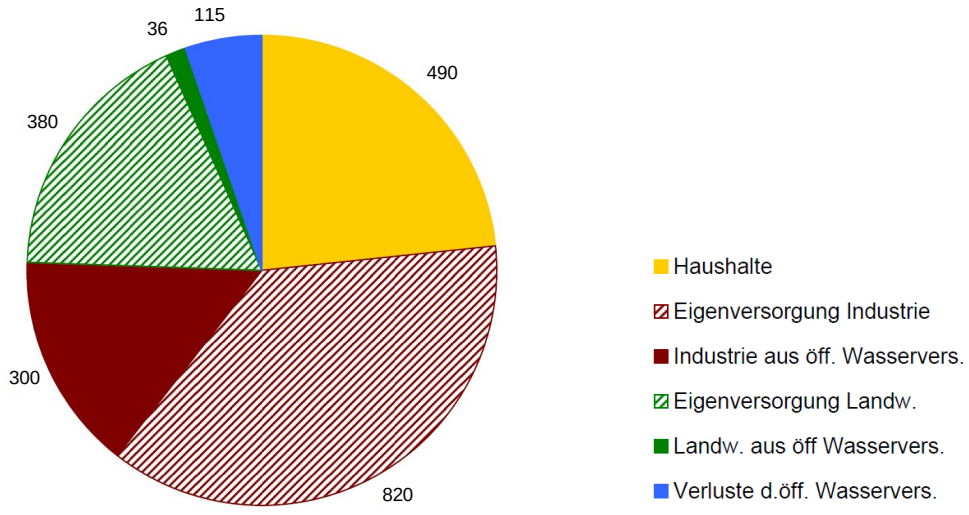
### 4.4.1 Momentane Wassernutzung

In Abb. 10 sind die Anteile der verschiedenen Nutzungen des Wassers ersichtlich. Nicht enthalten in dieser Darstellung ist die Flusswasserkühlung der Kernkraftwerke in der Grössenordnung von 1.6 Mrd. m³/Jahr.

Die gesamte Wassernutzung der Landwirtschaft von 416 Mio. m³ enthält nebst der Bewässerung (140 Mio. m³) und dem Wasserverbrauch für den Betrieb (70 Mio. m³) auch eigenes Quellwasser zur Speisung der Laufbrunnen (200 Mio. m³).

Von den 820 Mio. m³ Wasser, die Gewerbe, Industrie und Dienstleistungssektor selbst fördern, werden 640 bis 700 Mio. m³ zur Kühlung und Klimatisierung verwendet; von den 300 Mio. m³ Trinkwasser aus der öffentlichen Wasserversorgung sind es 64 bis 134 Mio. m³. Somit verwenden Gewerbe, Industrie und Dienstleistungen 63 bis 74% der insgesamt 1120 Mio. m³ ihres gesamten Wasserbedarfs für Kühlzwecke und zur Klimatisierung, und 26 bis 37% als Prozesswasser (inkl. Reinigung)[24].

**Abb. 10 > Wassernutzung in Mio. m³/Jahr**

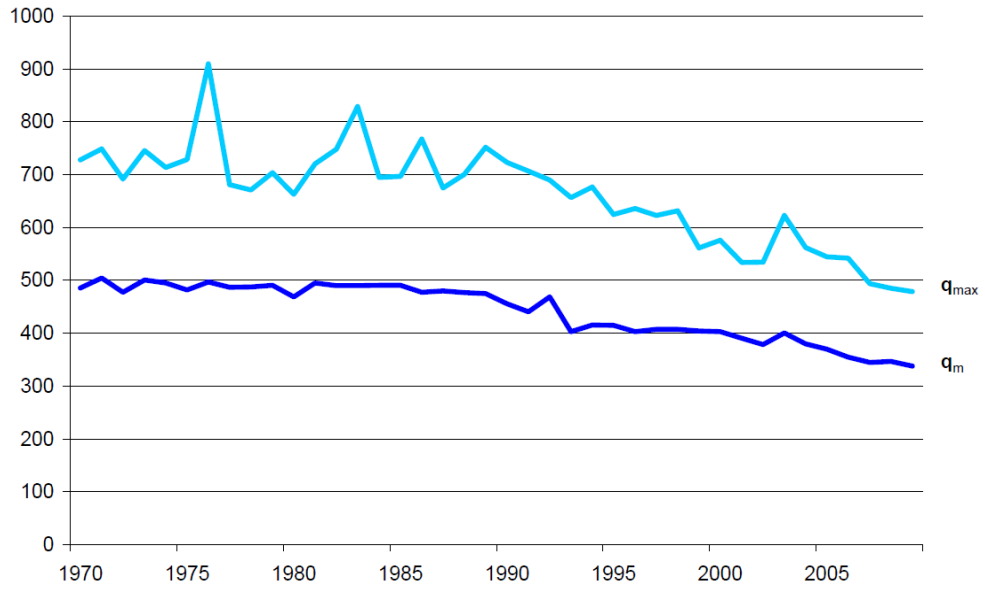



Eigene Grafik, Zahlen aus [24]

In Abb. 11 ist die langjährige Wassernutzung aus der öffentlichen Wasserversorgung dargestellt (entspricht allen nicht schraffierten Flächen in Abb. 10). Auffällig ist die seit 1976 gesunkene maximal genutzte Tagesmenge.

**Abb. 11 > Wassernutzung aus öffentlichen Wasserversorgungen pro Einwohner seit 1970**

*Jahresmittelwert $q_m$ und grösste genutzte Tagesmenge $q_{max}$ [l/E/d].*




Grafik SVGW

### 4.4.2 Landwirtschaft

**Vermutlich zukünftig leicht erhöhter Bewässerungsbedarf**

Aufgrund der Klimaänderung werden gemäss[13] bis 2050 die sommerlichen Niederschläge um rund 20 % abnehmen. Durch die gleichzeitig steigenden Temperaturen wird sich auch die Verdunstung sehr wahrscheinlich erhöhen (→ Kap. 4.1). Diese beiden Entwicklungen führen zu einem in Zukunft voraussichtlich leicht höheren Bewässerungsbedarf. Der zukünftige Wasserbedarf in der Landwirtschaft ist jedoch sehr unsicher, da die verschiedensten Entwicklungen (Wirtschaft, Politik, Technologie usw.) dafür entscheidend sein werden[26]. Das BLW hält eine Zunahme der jährlichen Bewässerungsmenge von heute 144 Mio. m³ auf 170 Mio. m³ für wahrscheinlich[26]. Diese Zunahme entspräche 1,2 % der gesamten jährlichen Wassernutzung. In Trockenjahren könnte sich diese Menge jedoch vervielfachen[26]. Eine Studie im Auftrag des BLW und diverser Kantone zeigt zudem regional sehr unterschiedliche Bewässerungsbedürfnisse[25].

### 4.4.3 Haushalte und öffentliche Zwecke

**Wassernutzung der Haushalte bleibt stabil**

Die spezifische Wassernutzung der Haushalte stabilisierte sich in den letzten Jahren auf ca. 160 Liter pro Einwohner und Tag (l/E/d) [www.svgw.ch]. Aufgrund der Klimaänderung wird sich der Bedarf an Wasser voraussichtlich während der Sommermonate etwas erhöhen[13]. Insbesondere für die Bewässerung von privaten Gärten, aber auch in öffentlichen Parks könnte der Bedarf steigen

Dem Spitzenbedarf ist im Hinblick auf zukünftige Trockenperioden spezielle Beachtung zu schenken. Seit den 1970er-Jahren hat dieser abgenommen. Die zukünftige Entwicklung des Spitzenbedarfs kann heute nicht abgeschätzt werden.

### 4.4.4 Industrie

**Wassernutzung der Industrie in den letzten 30 Jahren sinkend**

In der Schweiz zeigte sich zwischen 1972 und 2006 eine starke Abnahme der Wassernutzung der Industrie. Sowohl die Nutzung aus der Eigenversorgung wie auch diejenige aus der öffentlichen Wasserversorgung waren in diesem Zeitraum rückläufig. Während die Wassernutzung vieler Industriebranchen, wie der Textil-, der Papier- oder der Metallverarbeitung, abnahm, erhöhte sich die genutzte Wassermenge in der Chemiebranche stark[24].

Die hauptsächliche Ursache für den Rückgang bzw. die Zunahme sind die Entwicklungen der jeweiligen Branchen: Die meisten Industriebetriebe verlagerten ihre Produktion vermehrt ins Ausland, und gleichzeitig legte die chemische Industrie im untersuchten Zeitraum in der Schweiz deutlich zu. Als weiterer Grund für die Abnahme, insbesondere des aus öffentlicher Versorgung bezogenen Wassers, ist die vermehrte Schliessung der Kreisläufe in der Industrie[24].

**Einfluss des Wasserpreises auf die genutzte Menge**

Die Industrie und grössere Dienstleistungsbetriebe haben bessere Möglichkeiten, auf Eigenversorgung umzustellen und Wasser sparende Technologien einzusetzen. Es ist deshalb anzunehmen, dass Veränderungen des Wasserpreises bei Industrien und grösseren Dienstleistungsbetrieben einen stärkeren Rückgang der Wassernutzung verursachen als bei Haushalten.

Weil aber in der Industrie bereits Anstrengungen unternommen worden sind, um Wasser zu sparen, ist unklar, wie einfach und effizient mittels wassersparender Technologien in der Industrie noch weitere Reduktionen möglich sind.

Die weitere Entwicklung des Wasserbedarfs der Industrie ist schwierig abzuschätzen. Für die öffentlichen Wasserversorgungen ist hierbei auch relevant, wie sich die Eigenversorgung der Industrie entwickelt. Diesbezüglich sind verschiedene gegenläufige Trends festzustellen, welche eine Vorhersage des zukünftigen Wasserbedarfs (einschliesslich der öffentlichen Wasserversorgung) erschweren[24].

## 4.5 Ökonomische Aspekte

### 4.5.1 Überblick

Die Wasserversorgungen müssten sich heute ausschliesslich über Gebühren und Beiträge finanzieren. Kapitel 4.5.2 befasst sich deshalb mit den Kosten, der Finanzierung der Wasserversorgung und den daraus resultierenden Gebühren.

In Kapitel 4.5.3 wird erläutert, welchen Einfluss die Höhe der Gebühren auf die Wassernutzung hat.

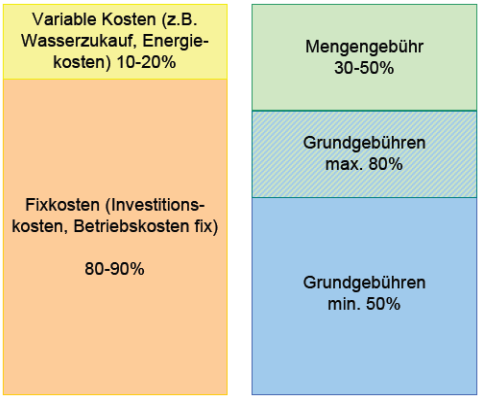
Im Durchschnitt kostet die öffentliche Wasserversorgung (einschliesslich des industriellen, gewerblichen und öffentlichen Bezugs) pro Einwohner und Jahr CHF 210[27], was 0,3 % des Bruttoinlandprodukts (BIP) entspricht. Damit kostet die Wasserversorgung rund 35 % weniger als die Abwasserentsorgung, welche sich für den Einwohner pro Jahr auf CHF 284 beläuft[27].

### 4.5.2 Kosten und Gebühren[7]

Die Kosten einer Wasserversorgung teilen sich auf in Kapitalkosten (auch Finanzierungskosten oder Investitionskosten) und in Betriebskosten. Die Kapitalkosten bestehen aus der Abgeltung des investierten Kapitals (Zinsen) und der Abschreibung der notwendigen Infrastrukturen. Als Betriebskosten gelten beispielsweise Löhne für jährlich anfallende Arbeiten (Zählerablesen, Probenahme für die Qualitätskontrolle, gewisse Unterhaltsarbeiten), Energie oder Kosten für den Zukauf von Wasser. Die Einnahmen gliedern sich in einmalige Einnahmen (z. B. Anschlussgebühren) und jährlich wiederkehrende Einnahmen (Mengengebühr, Grundgebühr, Löschgebühr).

Bei einer Wasserversorgung fällt der grösste Teil der Kosten in Form von Fixkosten an, insbesondere die Investitionen stellen einen sehr hohen Anteil. Im Gegensatz dazu machen die variablen Kosten, beispielsweise der Zukauf von Wasser oder die Energiekosten im Schnitt nur 10 bis 20 % aus (→ Abb. 12).

**Abb. 12 > Kosten und Gebühren in der Wasserversorgung bei Kostendeckungsgrad 100 %, Gebührenaufteilung**




eigene Grafik gemäss[28]

7 Wo nicht anders erwähnt, stammen die Informationen aus [28] und [29].

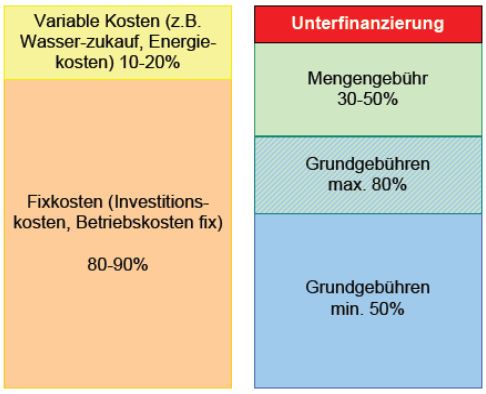
Von den Wasserversorgungen wird erwartet, dass sie möglichst effizient arbeiten und eine kostengünstige Versorgung sicherstellen. Gleichzeitig ist absehbar, dass der Erneuerungsbedarf sowie der Bedarf an Unterhaltsarbeiten und neuen Investitionen zunehmen, da die Anlagen vor allem in kleineren und ländlichen Wasserversorgungen überaltert sind. Auch die Anforderungen an das Trinkwasser werden weiter steigen, da mit den heutigen Analyseverfahren mehr Substanzen nachgewiesen werden können. Trotz des wachsenden Drucks hinsichtlich eines möglichst kostengünstigen Service sind deshalb angemessene Rücklagen zu bilden.

**Finanzierung der Wasserversorgung muss zu 100 % über Gebühren erfolgen**

Eine langfristige strategische Planung sollte nebst den technischen auch organisatorische Aspekte abdecken. Sie ist zwingend notwendig, um die Entwicklung des Kostenaufwandes abzuschätzen, zumal einmal getroffene Investitionsentscheide kaum mehr rückgängig zu machen sind.

Aus verschiedenen Gründen wird es für Wasserversorgungen schwieriger, für nötige Gebührenanpassungen die Unterstützung der Entscheidungsträger zu gewinnen. Oft werden an Gemeindeversammlungen Gebührenerhöhungen abgelehnt. Die Wasserversorgungen müssen deshalb ihre Kosten und Gebühren transparent darlegen. Vor allem Genossenschaften und kleinere Wasserversorgungen tendieren dazu, den Wasserpreis möglichst tief zu halten[1]. Wenn plötzlich dennoch Investitionen anstehen, ergibt sich eine Unterfinanzierung der Wasserversorgung (→ Abb. 13).

**Abb. 13 > Kosten und Gebühren in der Wasserversorgung bei Unterfinanzierung**




Eigene Grafik gemäss [28]

**Quersubventionierungen**

Wenn die Gemeinden die Wasserversorgung als Teil des Gesamtbudgets abwickeln, kommt es vor, dass nicht alle Aufwendungen, welche die Wasserversorgung betreffen, auch wirklich über diese verbucht werden. So finden Quersubventionierungen statt, weil die Gebühren selbst zu niedrig sind [persönliche Mitteilung O. Chaix].

In einer Benchmarking-Studie zeigte sich, dass bei rund der Hälfte der Teilnehmenden eine genügende Finanzierungsbasis vorhanden ist und etwa ein Viertel der Wasserversorgungen in Zukunft die Gebühren erheblich anheben müssen[30].

### 4.5.3 Faktoren der Wassernutzung

Bei den ökonomischen Faktoren, welche einen Einfluss auf die Wassernutzung und damit auf die Einnahmen der Wasserversorgungen haben, ist zu unterscheiden zwischen denen, welche die Wassernutzung der Haushalte beeinflussen, und denen, welche die Nutzung der Industrie, grösserer Gewerbebetriebe und der Landwirtschaft beeinflussen.

**Haushalte**

Über den Einfluss des Preises und von Preismodellen liegen viele Studien vor, hauptsächlich jedoch aus dem Ausland[31],[32],[33]. Meist ist das Ziel der Studien, die Faktoren der Wassernutzung im Hinblick auf eine Reduktion derselben zu erforschen.

Umgekehrt kann eine Gebührenerhöhung auch auf einen Rückgang bei der Wassernutzung zurückzuführen sein. Beispiele dafür sind Genf oder Neuchâtel.

Generell wird die Preiselastizität der Wassernutzung der Haushalte als gering eingestuft[34],[35]. Die Preiselastizität über längere Zeiträume ist jedoch höher, da Anpassungen, wie beispielsweise der Kauf von vermehrt wassersparenden Haushaltsgeräten, nur längerfristig möglich sind[32],[34].

Inwiefern der Preis einen Einfluss auf die Wassernutzung in der Schweiz hat, ist ungewiss. Eine vom SVGW in Auftrag gegebene Studie zeigte, dass mehr als 70 % der Befragten nicht wussten, wie hoch ihr Wasserpreis ist[36]. Jedoch vermutet der SVGW, dass die vermehrte stärkere Gewichtung der Grundgebühr gegenüber der Mengengebühr einen Einfluss auf die Wassernutzung haben wird. Dass das gewählte Preismodell einen Einfluss auf die genutzte Wassermenge hat, konnte auch in verschiedenen Studien aus dem Ausland gezeigt werden[37],[34].

Neben ökonomischen Faktoren wirken sich auch klimatische Faktoren, der kulturelle Hintergrund, das Geschlecht usw. auf die Wassernutzung einer Person aus[38]. Auf diese Faktoren wird hier jedoch nicht eingegangen.

**Gewerbe und Industrie**

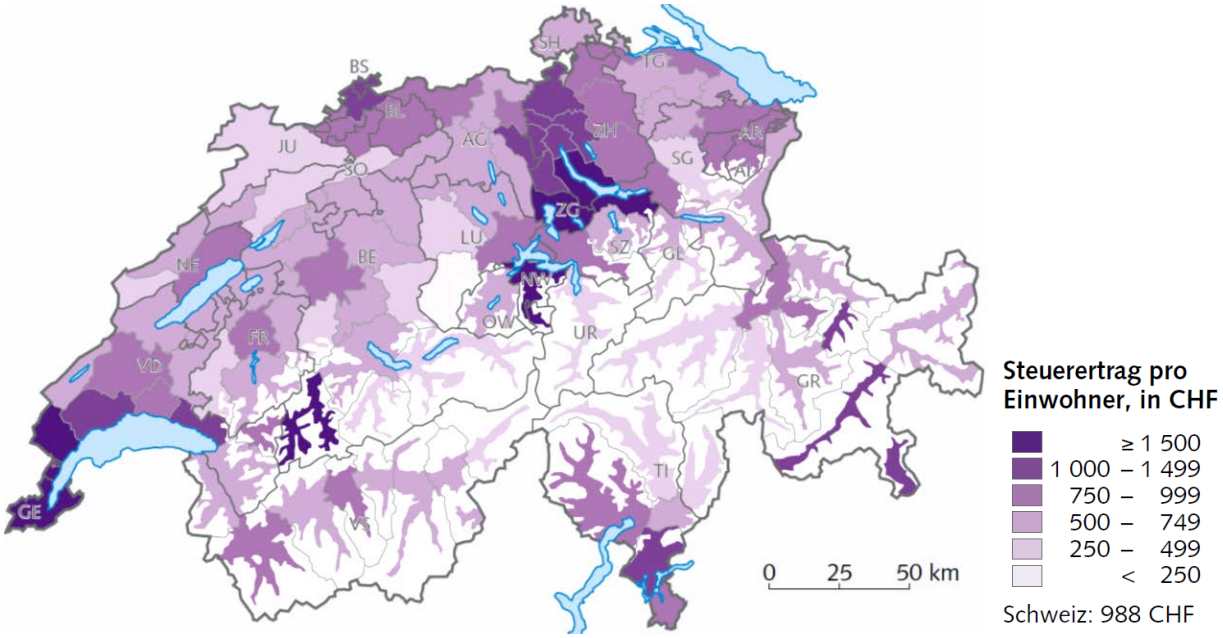
Während die genutzte Wassermenge der Haushalte relativ stabil ist und sich, abgesehen von klimatischen Faktoren, nur in geringem Masse und auf lange Frist verändert, kann die Wassernutzung der Industrie innert kürzerer Frist und in stärkerem Ausmass variieren.

**Landwirtschaft**

Da die Wassernutzung vielerorts zurückgeht, sind Wasserversorgungen an «Wasserverkäufen» interessiert. Sie realisieren dadurch zusätzliche Einnahmen.

### 4.5.4 Finanzstärke der Region

**Abb. 14 > Steuerertrag pro Einwohner [CHF/a]**




aus [23]

Nebst der Gebührensetzung und der Wassernutzung können für die Wasserversorgungen aber auch die Finanzstärke der Bevölkerung und damit der Steuerertrag relevant sein. Dies ist insbesondere dort wichtig, wo der Kanton die Wasserversorgungen finanziell unterstützt, beispielsweise zur Erarbeitung eines Generellen Wasserversorgungsprojektes (GWP). Auch bezüglich der Steuererträge sind beachtliche Unterschiede zwischen den Regionen festzustellen, wie in Abb. 14 ersichtlich ist.

## 4.6 Nutzungskonflikte

### 4.6.1 Überblick

Die in den vorangehenden Kapiteln erläuterten zukünftigen Veränderungen können nicht nur die Wasserversorgung beeinflussen, sondern auch andere Bereiche. Konkurrenzsituationen bezüglich der Wasserressourcen können deshalb zunehmen[2]. Insbesondere der Spitzenbedarf für die Bewässerung, für den Tourismus (z. B. Schwimmbäder oder Pistenbeschneiung) und derjenige für Kühl- und Löschzwecke dürfte saisonal ansteigen[1].

Aufgrund der Ergebnisse der Kantonsumfrage[21] werden die wichtigsten Nutzungskonflikte, welche die Wasserversorgung betreffen, erwähnt, deren Konsequenzen für die Wasserversorgung erläutert sowie Angaben dazu gemacht, ob sich die Konflikte in Zukunft verschärfen werden.

**Tab. 5 > Nutzungskonflikte gemäss[50] und betroffene Ressourcen**

| Nutzungskonflikt | betrifft welche Ressourcen? |
|---|---|
| Bewässerung | • Oberflächengewässer<br>• Uferfiltrat<br>• Talschotter |
| Qualitative Beeinträchtigungen durch die Landwirtschaft (Nitrat, Pflanzenschutzmittel) | • Talschotter<br>• Uferfiltrat |
| Qualitative Beeinträchtigungen durch die Landwirtschaft (mikrobiell) | • Karst- und Kluft-Grundwasser<br>• Uferfiltrat<br>• Talschotter |
| Siedlungsdruck | • Talschotter<br>• Uferfiltrat<br>• Karst- und Kluft-Grundwasser |
| Hochwasserschutz und Revitalisierungsmassnahmen | • Uferfiltrat |

### 4.6.2 Bewässerung

**Wenig Konflikte zwischen Landwirtschaft und öffentlicher Wasserversorgung**

Zwischen Landwirtschaft und Wasserversorgern bestehen momentan bezüglich der Wassermenge nur einzelne Interessenskonflikte[50]. Die Landwirte entnehmen das Bewässerungswasser hauptsächlich aus Oberflächengewässern (> 90 % gemäss[26]).

Durch die Klimaänderung wird jedoch der Bewässerungsbedarf vermutlich zunehmen (→ Kap. 4.4), was lokal vor allem dort zu einem erhöhten Konfliktpotenzial führen könnte, wo das Wasser schon heute knapp ist.

Die vermehrte Bewässerung aus der öffentlichen Wasserversorgung wird kaum zu einem Konflikt zwischen der Wasserversorgung und der Landwirtschaft führen, weil die Wasserversorgungen, wie bereits erwähnt, an «Wasserverkäufen» interessiert sind, insbesondere da, wo die Wassernutzung rückläufig ist. Konflikte könnten aber entstehen durch die oftmals unterschiedlichen Preise zwischen landwirtschaftlichen und anderen Bezügern.

Die vermehrte Bewässerung könnte zudem – wenn unsachgemäss durchgeführt – eine erhöhte Auswaschung von Stoffen zur Folge haben[45].

**Gartenbewässerung**

Nebst der landwirtschaftlichen Bewässerung ist in Agglomerations- und in ländlichen Gemeinden vor allem die Gartenbewässerung für die Wasserversorgungen relevant, da sie, wie beispielsweise im Sommer 2003, zu einem erhöhten Spitzenverbrauch führt.

### 4.6.3 Qualitative Beeinträchtigungen des Rohwassers durch die Landwirtschaft

Die intensive landwirtschaftliche Bewirtschaftung führt zu einer Beeinträchtigung der Qualität von Grund- und Oberflächengewässern. Konflikte diesbezüglich wurden von den befragten Kantonen am häufigsten genannt. Die Konflikte äussern sich jedoch unterschiedlich.

Keine rechtsgültigen Schutzzonen

Besondere Probleme bestehen da, wo die Grundwasserschutzzonen nicht rechtsgültig ausgeschieden sind oder die entsprechenden Reglemente nicht konsequent umgesetzt werden. Insbesondere das Gülleverbot in der Grundwasserschutzzone S2 führt teilweise zu Konflikten.

Karst- und Kluft-Grundwasserleiter

Bei Karst- und Kluft-Grundwasserleitern besteht das zusätzliche Problem, dass sich das genutzte Grundwasser, auch mit einer konsequenten Durchsetzung der Schutzzonenreglemente, häufig nicht genügend schützen lässt.

Mikrobielle Verunreinigungen

Vor allem bei Regenereignissen und Schneeschmelze können daher ohne entsprechende Aufbereitung mikrobielle Probleme auftreten.

Nitrat und Pflanzenschutzmittel

In Lockergesteins-Grundwasserleitern zeigt sich der Konflikt mit der Landwirtschaft eher in einer diffusen Verschmutzung des Grundwassers mit Nitrat und Pflanzenschutzmitteln. Wenn das Trinkwasser den Vorschriften des Lebensmittelrechts nicht mehr genügt, hat die zuständige Behörde die Ursachen abzuklären (Art. 47 GSchV) und die notwendigen Massnahmen zu veranlassen (z. B. Grundwasser im Zuströmbereich der Fassung sanieren nach Art. 62a GSchG). Häufig wird das Wasser jedoch einfach mit weniger belastetem Wasser gemischt oder die Fassung wird aufgegeben.

Die zukünftige Entwicklung der Schadstoffbelastungen im Grundwasser und somit auch die Entwicklung der Nutzungskonflikte bezüglich Qualität lassen sich nicht abschätzen.

### 4.6.4 Siedlungsdruck

Nebst den Konflikten mit der Landwirtschaft wurde von verschiedenen Kantonen auch der starke Siedlungsdruck im Bereich der Fassungen als Problem genannt (→ Kap. 4.2). Dabei kommt es insbesondere in der Grundwasserschutzzone S2 aus folgenden Gründen zu Konflikten[42],[47],[28]:

- neue Bauvorhaben (u. a. Verkehrsanlagen, Untertage- und andere Tiefbauten), welche eine Drainage- und Barrierenwirkung und eine Reduktion des Speichervolumens zur Folge haben können;
- Abwasser- und Tankanlagen;
- Parkplätze;
- technische Massnahmen bei nicht schutzzonenkonformen Anlagen (z. B. Abwasserleitungen mit Leckerkennung);
- Erdverlegung von Kabelleitungen.

Auch der Erholungsdruck wurde als Ursache für Nutzungskonflikte genannt.

Es ist davon auszugehen, dass sowohl der Siedlungsdruck als auch der Erholungsdruck in Siedlungsnähe in Zukunft zunehmen werden[2].

### 4.6.5 Hochwasserschutz- und Revitalisierungsmassnahmen

Der Trend im Flussbau, Hochwasserschutzmassnahmen mit Aufweitungen des Fliessgewässers zu verbinden, kann flussnahe Wasserfassungen gefährden[39]. Auch Revitalisierungen nahe einer Grundwasserfassung können die Grundwasserqualität beeinträchtigen, da belastetes Oberflächenwasser schneller und direkter in die Fassung gelangen kann[40].

Um die Versorgungssicherheit zu beurteilen, muss das Risiko einer Gefährdung der Fassung ermittelt werden. Wenn eine erhöhte Gefährdung besteht, ist im Allgemeinen in den entsprechenden Abschnitten auf eine Renaturierung zu verzichten. Allenfalls sind, sofern gesetzlich zulässig, technische Massnahmen zu ergreifen[39].

Es ist davon auszugehen, dass Konflikte mit Hochwasserschutz- und Revitalisierungsmassnahmen in naher Zukunft eher zunehmen werden.

### 4.6.6 Thermische Kraftwerke und erneuerbare Energien

Die Politikansätze zur Anpassung an die Klimaänderung in der Schweiz sehen einen wesentlichen Ausbau erneuerbarer Energien vor. Diese Entwicklung kann sich auch auf die Nutzbarkeit und Qualität von Grund- und Flusswasser auswirken.

In heissen Sommern wird die Wassertemperatur von Aare und Rhein flussabwärts von thermischen Kraftwerken häufiger und auf längere Zeit auf oder gar über das gesetzlich festgelegte Maximum ansteigen. Zusammen mit einer klimabedingt verminderten Wasserführung kann dies zu einer Schwächung der Selbstreinigung des Gewässers und zu einer Erwärmung des aus dem Fluss gespeisten Grundwassers kommen. Tendenziell ist dadurch eine Abnahme der Qualität von Uferfiltrat und flussnahem Grundwasser möglich. Dies muss beachtet werden, wenn sich die Wasserversorgung im Zuge der Zentralisierung von Fassungen verstärkt auf Grundwasser und Uferfiltrat unterhalb von Grosskraftwerken abstützen sollte.

Beim Ausbau der Wasserkraft ist darauf zu achten, dass die Restwassermengen ausreichen, um die flusswasserabhängigen Grundwasserleiter auch in Trockenperioden genügend zu speisen und Änderungen des hydraulischen Regimes keine Verschlechterung der Grundwassers zur Folge haben.

Die Nutzung von Grundwasserwärme für Wohngebäude über Wärmepumpen ist ebenfalls eine Strategie für eine $CO_2$-freie Energiegewinnung, darf jedoch nicht zu Beeinträchtigungen nutzbarer Grundwasservorkommen führen.

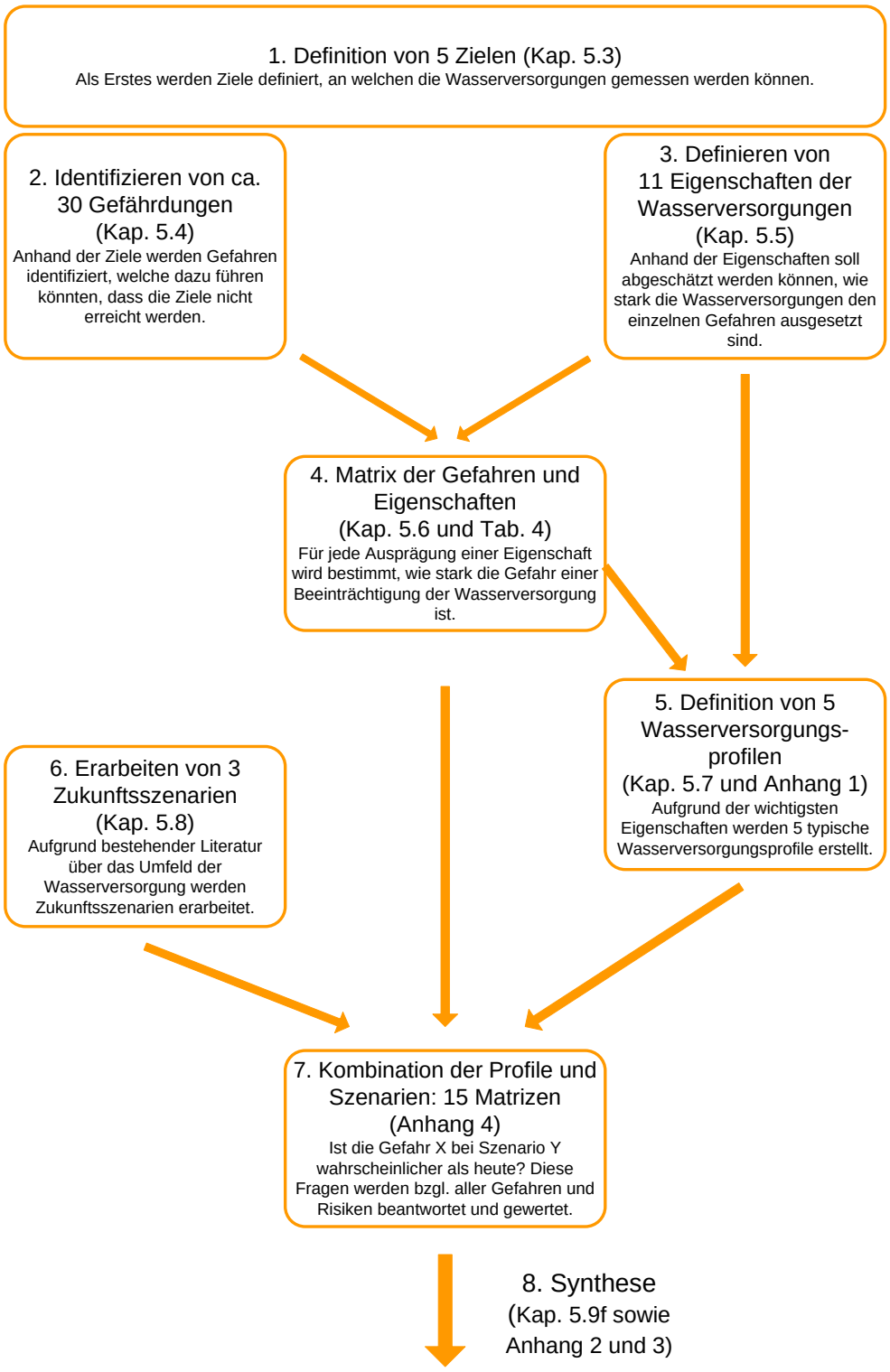
# 5 > Risiko- und Szenarioanalyse

## 5.1 Ziele der Risiko- und Szenarioanalyse

In den vorangegangenen Kapiteln wurden verschiedene Probleme und Nutzungskonflikte identifiziert. Diese haben jedoch nicht alle dieselbe Eintretenswahrscheinlichkeit und die gleichen Konsequenzen.

Mit dem vorgeschlagenen systematischen Vorgehen (→ Abb. 15) werden die für die Wasserversorgung relevantesten Entwicklungen herausgefiltert und die weiteren Überlegungen, insbesondere die resultierenden Massnahmenvorschläge, breit abgestützt.

**Abb. 15 > Vorgehen bei der Risiko- und Szenarioanalyse**



## 5.2 Vorgehen

Die vorliegende Risiko- und Szenarioanalyse wurde in mehreren Experten-Workshops erarbeitet. Die Dokumente, welche aus diesen Workshops hervorgingen, sind in Tab. 6 sowie im Anhang des Berichtes zu finden.

1. Um die Wasserversorgung in der Schweiz einer Risikoanalyse zu unterziehen, werden als Erstes **Ziele** definiert, an welchen die Wasserversorgungen gemessen werden sollen (→ Kap. 5.3).

*Beispiel: Versorgungssicherheit.*

2. Anhand dieser Ziele werden in einem zweiten Schritt interne und externe **Gefährdungen** identifiziert, welche dazu führen könnten, dass diese Ziele nicht erreicht werden oder nicht erreicht werden können (→ Kap. 5.4).

*Beispiel: Gefährdung der Anlagen durch Naturgefahren.*

3. In einem nächsten Schritt werden die **Eigenschaften der Wasserversorgungen** definiert. Anhand dieser Eigenschaften soll abgeschätzt werden können, wie stark die Wasserversorgungen den einzelnen Gefährdungen ausgesetzt sind (→ Kap. 5.5).

*Beispiel: Art der Ressource.*

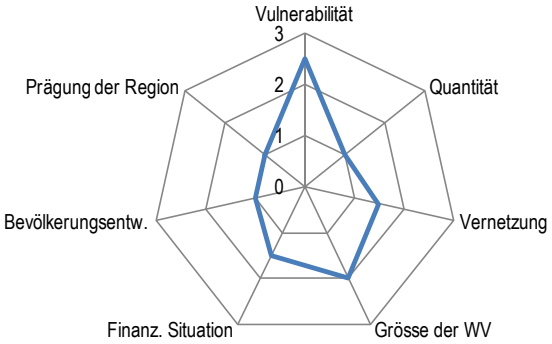
4. Es wird eine **Matrix** erstellt, in welcher für jede Ausprägung einer Eigenschaft bestimmt wird, wie stark die Gefährdung einer Beeinträchtigung der Wasserversorgung bei dieser Eigenschaft oder für diese Eigenschaft ist (→ Kap. 5.6 und → Tab. 6).

*Beispiel: Die Gefährdung der Anlagen durch Naturgefahren ist eher gering, wenn die Art der Ressource Seewasser ist.*

5. Weiter werden aufgrund der wichtigsten Eigenschaften **Wasserversorgungsprofile** erstellt (fünf) und mit einem Netzdiagramm visualisiert (→ Kap. 5.7 und Anhang A1).

*Beispiel: urbane und periurbane Regionen; hauptsächlich Talschotter oder Uferfiltrat (z. B. Agglomerationen in den Kantonen Aargau und Solothurn oder Agglomeration Bern).*

**Abb. 16 > Beispiel Netzdiagramm eines Wasserversorgungsprofils. Legende und alle Profile in Anhang A1**




6. Aufgrund bestehender Literatur werden für das Umfeld der Wasserversorgung (Wirtschaft, Klimaentwicklung usw.) drei **Zukunftsszenarien** erarbeitet (→ Kap. 5.8).

*Beispiel: Schweiz in Wirtschaftskrise*

**7.** Die fünf Wasserversorgungsprofile werden anhand der drei Zukunftsszenarien analysiert. Es resultieren theoretisch 15 Kombinationen. Diese ergeben zusammen ein gutes Gesamtbild, wie sich die Risiken bei den unterschiedlichen Szenarien auf die verschiedenen Profile auswirken und welche Risiken für welche Profile dominant. Für die **Risikoanalyse** der einzelnen Profile wird die Matrix der Eigenschaften und Risiken (siehe oben Punkt 4), etwas vereinfacht, verwendet (→ Anhang A4).
8. **Auswertung und Synthese:** Vorgehen zur Synthese und Auswertung der Ergebnisse (→ ab Kap. 5.9).

## 5.3 Ziele der Wasserversorgung

Aus praktischen Gründen wurden die sechs Ziele des SVGW[28] anhand von Kriterien einer Benchmarking-Studie[41] umstrukturiert und konkretisiert zu:

- Versorgungssicherheit (Quantität des abgegebenen Wassers bei vorgegebener Ressource);
- Werterhaltung und optimierte Infrastruktur;
- Qualität;
- Effizienz/Wirtschaftlichkeit;
- Ressourcenschutz (quantitativ und qualitativ).

Die Ziele Kundenzufriedenheit und Nachhaltigkeit ergeben sich aus der Kombination der oben aufgeführten Ziele.

**Tab. 6 > Ziele der Wasserversorgung und Gefährdungen für die Erreichung dieser Ziele**

| Ziel | Gefährdungen |
|---|---|
| Ressourcenschutz | • ungenügender Vollzug der Gewässerschutzmassnahmen<br>• urbane Mikroverunreinigungen (z. B. undichte Kanalisationen)<br>• landwirtschaftliche (Mikro-)Verunreinigungen<br>• Altlasten (PCB, FCKW usw.)<br>• Übernutzung der Ressource<br>• Zielkonflikte (z. B. mit Bauzonen, Landwirtschaft, Renaturierungsvorhaben)<br>• Erhöhung der Wassertemperaturen |
| Versorgungssicherheit | • lang anhaltende Trockenheit<br>• zu hohe Auslastung der Wasserversorgung (durch zu hohe Nachfrage): über das ganze Jahr, bei Spitzenbedarf und/oder bei saisonalen Schwankungen (Tourismus)<br>• Abhängigkeit von vulnerablen Ressourcen<br>• Fehlende Vernetzung und Abhängigkeit vieler Bezüger von nur einer Ressource<br>• mangelnde Qualifikation des Betriebspersonals<br>• ungeeignete Dimensionierung und Auslegung des Netzes<br>• Gefährdung der Anlagen durch Naturereignisse |
| Werterhaltung und optimierte Infrastruktur | • ungenügende Finanzierung bzw. Kostendeckung sowie mangelnde Reservenbildung<br>• Ablehnung der notwendigen Kredite (z. B. aus politischen Gründen)<br>• fehlende/ungeeignete Planungsgrundlagen<br>• mangelnde Qualifikation des Betriebspersonals<br>• mangelnde kantonale Rechtsgrundlagen für die Sicherstellung der Werterhaltung |
| Qualität | • Verschlechterung der Ressource (siehe auch Ressourcenschutz)<br>• mangelnde Qualifikation des Betriebspersonals<br>• unzweckmässige Aufbereitung<br>• ungenügende Qualitätsüberwachung<br>• ungeeignete Dimensionierung und Auslegung des Netzes<br>• Ausfällungen (Eisen, Mangan, …) in Trockenperioden<br>• Wiederverkeimung im Netz durch erhöhte Temperaturen |
| Effizienz/Wirtschaftlichkeit | • mangelnde Qualifikation des Betriebspersonals<br>• ungeeignete Dimensionierung und Auslegung des Netzes<br>• fehlende Optimierung der Infrastrukturplanung<br>• Mangelnde regionale Koordination (z. B. durch den Kanton)<br>• fehlender Druck auf die Kosten, mangelndes Interesse der Konsumentinnen und Konsumenten |
| Kundenzufriedenheit | abgedeckt durch die Kombination der oben aufgeführten Ziele |
| Nachhaltigkeit | abgedeckt durch die Kombination der oben aufgeführten Ziele |

## 5.4 Gefährdungen

Gewisse Hindernisse und Risiken können dazu führen, dass sich die erwähnten Ziele nicht erreichen lassen. Im Rahmen des ersten Workshops wurden diese Gefährdungen ermittelt und den einzelnen Zielen zugeordnet. Die Ziele und die entsprechenden Gefährdungen sind in der Tab. 6 aufgeführt.

In der Szenarioanalyse fliessen in einem ersten Schritt Überlegungen bezüglich der Eintretenswahrscheinlichkeit ein. Die Auswirkungen nach Eintritt des Ereignisses werden separat in Kapitel 5.12 diskutiert. Die Synthese dieser beiden Aspekte des Risikos erfolgt in Kapitel 5.13.

## 5.5 Eigenschaften der Wasserversorgungen

Die wichtigsten Eigenschaften von Wasserversorgungen, welche einen massgebenden Einfluss auf die einzelnen Risiken haben oder von diesen beeinflusst werden, sind nachfolgend aufgeführt.

### 5.5.1 Wasserressourcen

Für die Klassierung der Ressource wurden die Kategorien gemäss[14] verwendet. Als weitere Kategorie wurde die Ressource «Uferfiltrat von Fliessgewässern» hinzugefügt, da sie spezifische Risiken birgt.

Diese Kategorien sind:

- grosse Talschotter ohne Gletscher;
- grosse Talschotter mit Gletscher;
- Decken- oder Hangschotter ohne Gletscher;
- Kluft- und Lockergesteinsquellen, grosses Einzugsgebiet ohne Gletscher;
- Kluft- und Lockergesteinsquellen, grosses Einzugsgebiet mit Gletschern;
- Kluft- und Lockergesteinsquellen, kleines Einzugsgebiet ohne Gletscher;
- Kluft- und Lockergesteinsquellen, kleines Einzugsgebiet mit Gletschern;
- Karstquellen ohne Gletscher;
- Karstquellen mit Gletschern;
- Uferfiltrat von Fliessgewässern;
- Seen.

### 5.5.2 Grösse der Wasserversorgung

Für die Klassierung der Wasserversorgungen nach ihrer Grösse wurde die Menge des täglich abgegebenen Wassers verwendet.[8] Es wurde dieselbe Klassierung wie in der Kantonsumfrage verwendet[21]. Zusätzlich wurde die Kategorie «sehr grosse Wasserversorgungen» eingeführt, welche mehr als 17 500 Kubikmetern pro Tag (m³/d) verteilen (entspricht ca. 50 000 Einwohnern).

- < 350 m³/d (< 1000 Einw.)
- 350–1799m³/d (1000–5000 Einw.)
- 1800–3499 m³/d (5000–10 000 Einw.)
- 3500–17 499 m³/d (10 000–50 000) Einw.
- > 17 500 m³/d (> 50 000 Einw.)

### 5.5.3 Wiederbeschaffungswert pro Einwohner

Da zum Wiederbeschaffungswert (WBW) pro Einwohner wenige Daten vorhanden sind, wurde nur eine qualitative Einteilung vorgenommen:

- hoher WBW pro Einwohner;
- mittlerer WBW pro Einwohner;
- geringer WBW pro Einwohner.

### 5.5.4 Aufbereitung

Es wurden vier Kategorien von Wasserversorgungen unterschieden:

- keine Aufbereitung;
- Desinfektion;
- Filtration und Desinfektion;
- mehrstufige Aufbereitung mit weitergehender Oxydation AOP.

### 5.5.5 Vernetzung/Anzahl unabhängiger Standbeine

Bei der Vernetzung wurden für die Erstellung der Matrix (→ Tab. 6) die beiden Kategorien selbstständig und vernetzt unterschieden. Für die Erstellung der Wasserversorgungsprofile (Netzdiagramme → Anhang A1) wurde die Eigenschaft präziser in drei Kategorien unterteilt:

- nur für den Notfall oder gar nicht vernetzt (< 2 Standbeine);
- vernetzt, aber mit der gleichen Ressource (< 2 Standbeine);
- verschiedene Ressourcen sind unabhängig voneinander nutzbar (2 oder mehr Standbeine).

[8] Dies ist aussagekräftiger als die Anzahl Bezüger, da Grossverbraucher mitberücksichtigt werden. Damit dennoch die Anzahl Bezüger abgeschätzt werden kann, wurde aufgrund der SVGW Statistik die Menge in Anzahl Einwohner umgerechnet.

Es besteht ein sehr enger Zusammenhang zwischen der verwendeten Ressource (→ Kap. 5.5.1) und der Aufbereitung.

### 5.5.6 Trägerschaft

Der Einfluss der (rechtlichen) Organisationsform scheint weniger relevant für die Erfüllung der Ziele der Wasserversorgung als eine allfällige Aufgabenteilung zwischen zwei Ebenen von Wasserversorgungen. Deshalb wurde unterschieden zwischen:

- Systemen mit **Grossisten,** welche für die Wassergewinnung zuständig sind, sowie Gemeinden, Genossenschaften usw., welche das Wasser von den Grossisten erhalten und an die Bezüger verteilen, und
- **Vollversorgern** (Gemeinden, Zweckverbände usw.), welche sowohl die Wassergewinnung als auch die Verteilung zu den Bezügern übernehmen.

### 5.5.7 Prägung der Region

Die Prägung einer Region beinhaltet sowohl geografisch-topographische, als auch wirtschaftlich-soziologische Aspekte. Bei der Eigenschaft Prägung der Region wurden für die Erstellung der Matrix (→ Abb. 17) qualitativ vier Kategorien bestimmt: urban, periurban, ländlich und Gebirgsregionen. Für die Erstellung der Netzdiagramme (→ Anhang A1) wurden die Kategorien urban und periurban dann zusammengefasst.

Kategorien:

- urban und periurban
- ländliche Regionen
- Gebirge

### 5.5.8 Bevölkerungsentwicklung

Für die Matrix wurde bei der Bevölkerungsentwicklung unterteilt in stark steigend, steigend, stabil und rückläufig. Für die Netzdiagramme wurden diese zu drei Kategorien zusammengefasst:

- steigend
- stabil
- rückläufig

### 5.5.9 Einkommen/Finanzstärke der Region

Unterteilt wurde anhand des Steuerertrags pro Einwohner in (→ Abb. 14):

- finanzschwache Regionen (unter CHF 500 Steuerertrag pro Einwohner und Jahr)
- durchschnittliche (CHF 500 bis 1000/E/a)
- finanzstarke Regionen (über CHF 1000/E/a)

### 5.5.10 Tourismus-/Ferienhausanteil

Bei der Eigenschaft Tourismus- und Ferienhausanteil wurden für die Erstellung der Matrix qualitativ drei Kategorien gebildet:

- Tourismusanteil hoch
- Tourismusanteil mittel
- Tourismusanteil gering bis null

### 5.5.11 Anteil privater Wasserversorgungen

Der Anteil privater Wasserversorgungen in einer Region wurde für die Erstellung der Matrix grob in drei Kategorien eingeteilt:

- Anteil hoch
- Anteil mittel
- Anteil gering bis null

## 5.6 Matrix der Gefährdungen und Eigenschaften

Aufgrund der nach Zielen gruppierten Risiken und Eigenschaften der Wasserversorgung wurde nun für jede Ausprägung einer Eigenschaft (z. B. Prägung der Region = Gebirge) beurteilt, ob die Wahrscheinlichkeit einer Beeinträchtigung der Wasserversorgung[9] für diese Eigenschaft oder bei dieser Eigenschaft erhöht ist. Die daraus entstandene Matrix ist in Abb. 17 zu finden.

Klassiert wurde in 3 Kategorien:

| | |
|---|---|
| 3 | hohe Wahrscheinlichkeit; |
| 2 | mittlere Wahrscheinlichkeit; |
| 1 | geringe Wahrscheinlichkeit oder Wahrscheinlichkeit null. |

Wo kein Einfluss zwischen der Eigenschaft und der Eintretenswahrscheinlichkeit der Gefährdung besteht, wurde das Feld leer gelassen.

Die Eigenschaften der Wasserversorgungen und die Gefährdungen wurden zudem unterteilt in externe Gefährdungen bzw. Eigenschaften (die «Threats» einer SWOT-Analyse) und in interne Gefährdungen («Weaknesses») wobei einige Eigenschaften sowohl externe wie auch interne Komponenten enthalten.

*Beispiel: Der Wiederbeschaffungswert (WBW) pro Einwohner kann aufgrund der Topografie oder der Bevölkerungsdichte erhöht sein. Es ist aber auch denkbar, dass der WBW pro Einwohner hoch ist, weil nicht eine günstigere regionale Lösung gewählt wurde.*

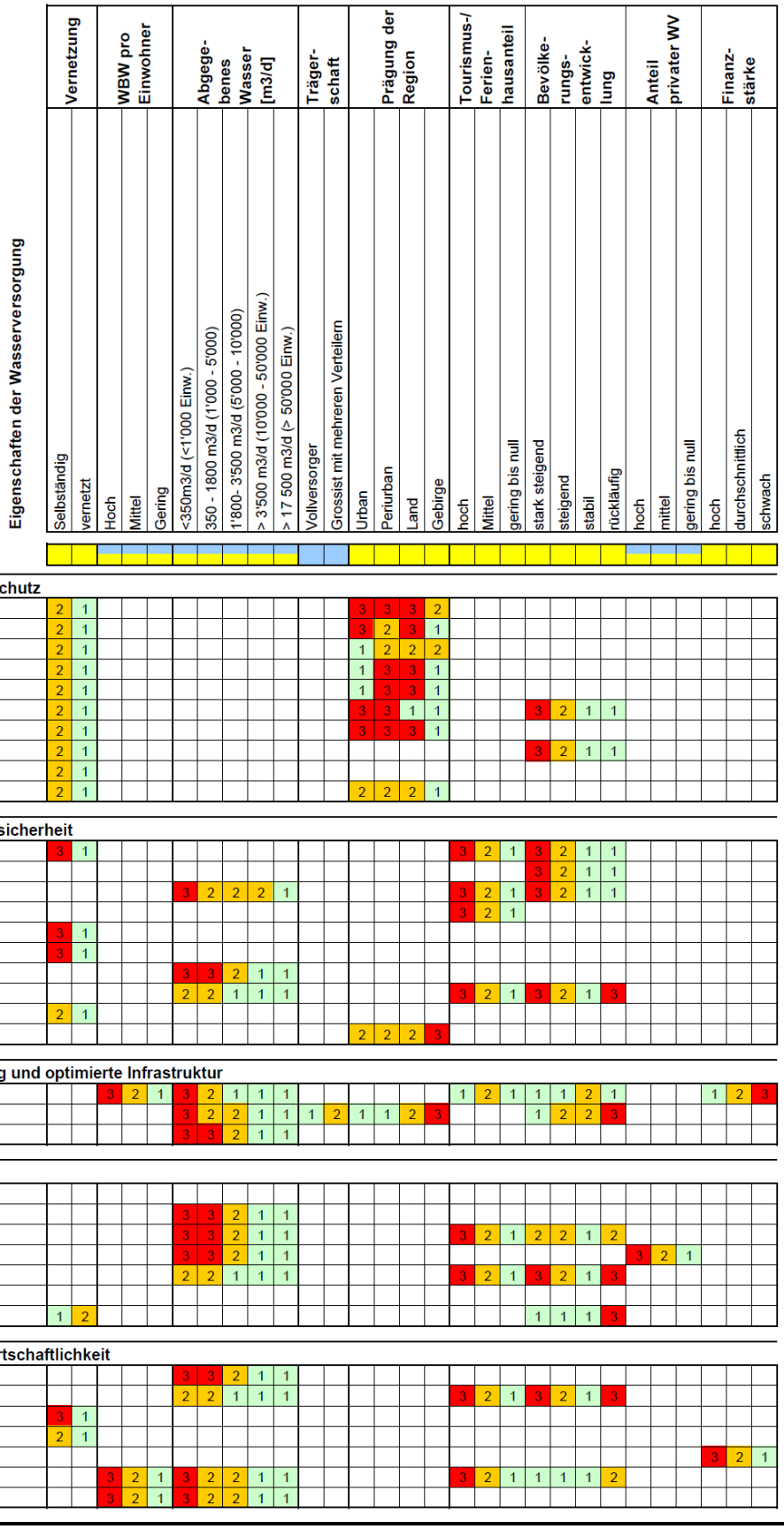
[9] Beeinträchtigung der Wasserversorgung meint hier nicht (nur) Beeinträchtigung der Wasserqualität, sondern eher Beeinträchtigung der Dienstleistung, welche alle Ziele umfasst.

**Abb. 17 > Matrix der Eigenschaften der Wasserversorgungen und Gefährdungen nach Zielen gruppiert (eigene Auswertung)**

| | Gefährdungen nach Zielen gruppiert | Eigenschaften der Wasserversorgung | Art der Ressource: Grosse Talschotter ohne Gletscher | Grosse Talschotter mit Gletscher | Decken- oder Hangschotter ohne Gletscher | Kluft- und Lockergesteinsquellen grosses EZG ohne Gletscher | Kluft- und Lockergesteinsquellen grosses EZG mit Gletscher | Kluft- und Lockergesteinsquellen kleines EZG ohne Gletscher | Kluft- und Lockergesteinsquellen kleines EZG mit Gletscher | Karstquellen ohne Gletscher | Karstquellen mit Gletscher | Uferfiltrat von Fliessgewässern | Seen | Aufbereitung: Keine | Desinfektion | Filtration + Desinfektion | Mehrstufige Aufbereitung mit weitergehende Oxydation AOP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Ressourcenschutz** | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Ungenügender Vollzug der Grundwasserschutzzonen | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | 1 |
| 2 | Ungenügender Vollzug des restlichen Gewässerschutzes | | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | 1 |
| 3 | Mikrobielle Verunreinigungen | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 |
| 4 | Makroverunreinigungen landwirtschaftlich (Nitrat) | | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| 5 | Mikroverunreinigungen landwirtschaftlich (Pflanzenschutzmittel) | | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 |
| 6 | Mikroverunreinigungen urban (Kläranlagen, Industrie, usw.) | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 |
| 7 | Altlasten (PCB, FCKW, usw.) | | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | |
| 8 | Übernutzung der Ressourcen | | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | | | | |
| 10 | Zielkonflikte (z. B.mit Bauzonen, Landwirtschaft, Renaturierungsvorhaben) | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 2 | 2 | 1 |
| 11 | Erhöhung der Wassertemperaturen | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 |
| | **Versorgungssicherheit** | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Lang anhaltende Trockenheit | | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 | | | | |
| 13 | Zu hohe Auslastung der Wasserversorgung über das ganze Jahr | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Zu hohe Auslastung der Wasserversorgung bei Spitzenbedarf | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Zu hohe Auslastung der Wasserversorgung bei saisonalen Schwankungen | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | Abhängigkeit von vulnerablen Ressourcen | | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 |
| 15 | Fehlende Vernetzung der Wasserversorgungen | | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 | | | | |
| 16 | Mangelnde Qualifikation des Betriebspersonals | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | Ungeeignete Dimensionierung und Auslegung des Netzes | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 |
| 18 | Fehlende integrale Planung der Wasserressourcen im Einzugsgebiet | | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 |
| 19 | Gefährdung der Anlagen durch Unwetter | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | | | | |
| | **Werterhaltung und optimierte Infrastruktur** | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | Ungenügende Finanzierung und Kostendeckung, mangelnde Reserven | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 2 | 3 |
| 21 | Fehlende/ungeeignete Planungsgrundlagen | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | Mangelnde Qualifikation des Betriebspersonals | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | **Qualität** | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Verschlechterung der Ressource (siehe Ressourcenschutz) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | Mangelnde Qualifikation des Betriebspersonals | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | Unzweckmässige Aufbereitung | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | Ungenügende Qualitätsüberwachung | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | Ungeeignete Dimensionierung und Auslegung des Netzes | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 |
| 25 | Ausfällungen (Eisen, Mangan, …) in Trockenperioden | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | | | | |
| 26 | Wiederverkeimung im Netz durch erhöhte Temperaturen | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 2 | 2 | 1 |
| | **Effizienz / Wirtschaftlichkeit** | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | Mangelnde Qualifikation des Betriebspersonals | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | Ungeeignete Dimensionierung und Auslegung des Netzes | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 |
| 27 | Fehlende Optimierung der Infrastrukturplanung | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28 | Mangelnde regionale Koordination (z. B. durch den Kanton) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29 | Fehlender Druck auf die Kosten, mangelndes Interesse der Konsumenten | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | Hohe spezifische Kosten aufgrund der Topographie, Bevölkerungsdichte usw. | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 |
| 31 | Beeinflussbare hohe spezifische Kosten | | | | | | | | | | | | | | | | |

Bemerkung: Die Gefährdungen 9 (Begrenzung der Ressource) und 22 (Mythos vom «eigenen gottgegebenen Wasser) wurden im Verlauf der Risiko- und Szenarioanalyse nicht weiter verfolgt.

Fortsetzung



Legende

| | |
|---|---|
| | Hohe Wahrscheinlichkeit einer Beeinträchtigung der WV für diese Eigenschaft oder bei dieser Eigenschaft |
| | Mittlere Wahrscheinlichkeit einer Beeinträchtigung der WV für diese Eigenschaft oder bei dieser Eigenschaft |
| | Geringe Wahrscheinlichkeit einer Beeinträchtigung der WV für diese Eigenschaft oder bei dieser Eigenschaft |
| | kein Einfluss für diese Eigenschaft |
| | Externe Risiken/Eigenschaften der Wasserversorgung (Threats) |
| | Interne Risiken/Eigenschaften (Weaknesses) |

## 5.7 Wasserversorgungsprofile

Um die Eintretenswahrscheinlichkeiten der Gefährdungen konkret anhand einer beschränkten Anzahl repräsentativer Beispiele abschätzen zu können, wurden in einem weiteren Schritt fünf typische Wasserversorgungsprofile definiert.

Als Grundlage für die Definition diente die Matrix der Gefährdungen und Eigenschaften. Sie wurde jedoch für die Erstellung der Profile etwas angepasst und vereinfacht (siehe Anhang A1).

Einige weniger repräsentative Eigenschaften der Wasserversorgungen wurden für die Erstellung der Profile nicht berücksichtigt. Dies sind:

- Anteil privater Wasserversorgungen;
- Tourismus-/Ferienhausanteil;
- Trägerschaft;
- Wiederbeschaffungswert pro Einwohner;
- Aufbereitung (wird durch die Eigenschaft «Wasserressource» vertreten).

Die verbliebenen Eigenschaften wurden zu je drei Kategorien zusammengefasst. Die Ressourcen wurden einerseits bezüglich der qualitativen Vulnerabilität und andererseits bezüglich der Quantität eingeteilt. Dass die Ressource in die Einteilung der Wasserversorgungsprofile doppelt einfliesst, widerspiegelt auch deren Wichtigkeit für den Sektor.

**Bemerkung:** In der Risikoanalyse, insbesondere bei den Wasserversorgungsprofilen, finden sich hauptsächlich Überlegungen bezüglich der Trinkwasserversorgung.

Die Entwicklungen der Brauchwassernutzung sind bei der Risiko- und Szenarioanalyse berücksichtigt. Die Brauchwasserversorgungen der Industrie sowie die Wasserversorgung der Landwirtschaft, vor allem für die Bewässerung, tauchen jedoch nicht explizit in der Klassierung der Profile auf.

### 5.7.1 Profil 1: Urbane und periurbane, durch Seewasser versorgte Regionen

Das erste Wasserversorgungsprofil umfasst die mit Seewasser versorgten Städte und Agglomerationen. Das Risiko einer Beeinträchtigung der Wasserversorgung bezüglich Qualität (Vulnerabilität) und Menge ist bei Seewasser gering. Die Seewasserwerke liefern grosse Mengen an viele Bezüger. Sie sind für Notfälle bestens gerüstet. Diese Regionen sind finanzstark und weisen eine zunehmende Bevölkerungsentwicklung auf.

*Beispiele: Genf, Zürich, St. Gallen, Lausanne.*

### 5.7.2 Profil 2: Urbane und periurbane Regionen; hauptsächlich Talschotter oder Uferfiltrat

Diese Wasserversorgungen beziehen ihr Wasser aus Talschotter oder Uferfiltrat, welche beide bezüglich der Menge ein geringes Risiko aufweisen. Die Vulnerabilität von Uferfiltrat ist hingegen etwas höher, diejenige von Talschottern etwas geringer. Die Wasserversorgung mit Profil 2 ist mit anderen Wasserversorgungen vernetzt, die ihr Wasser jedoch meist aus derselben Ressource beziehen. Die Wasserversorgungen können also ihren Bedarf nicht aus zwei voneinander unabhängigen Ressourcen decken. Es sind typischerweise mittelgrosse Wasserversorgungen mit zwischen 5000 und 10 000 Bezügern, und sie liegen in Regionen, die steigende Bevölkerungszahlen aufweisen. Die finanzielle Situation der Region ist mittel bis gut.

*Beispiele: Agglomerationen in den Kantonen Aargau und Solothurn (Talschotter), Agglomeration Bern (Uferfiltrat).*

### 5.7.3 Profil 3: Landwirtschaftlich geprägtes Mittelland; mittlere Siedlungsdichte; hauptsächlich Talschotter

Diese Wasserversorgungen beziehen ihr Wasser aus Talschotter, womit sie bezüglich der Menge ein geringes Risiko aufweisen. Die Vulnerabilität von Talschottern ist mittel. Die landwirtschaftliche Bewirtschaftung kann in diesen ländlichen Regionen zu einer Beeinträchtigung des Grundwassers führen. Die Wasserversorgung mit Profil 3 ist mit anderen Wasserversorgungen vernetzt, welche ihr Wasser jedoch meist aus derselben Ressource beziehen. Es sind mittelgrosse Wasserversorgungen, die zwischen 1800 und 3500 m³/d an 5000 bis 10 000 Bezüger liefern. Die finanzielle Situation der Region ist durchschnittlich, die Bevölkerungsentwicklung ist stabil.

*Beispiele: Menziken (AG), Mühleberg (BE), Moudon (VD), Val-de-Ruz (NE).*

### 5.7.4 Profil 4: Touristische Gebirgsregion; finanzstark; Karst- oder stark heterogenes Kluft-Grundwasser

Das Wasser dieses Profils stammt aus einer sehr vulnerablen Ressource. Auch bezüglich der Quantität weisen diese Versorgungen ein hohes Risiko einer Beeinträchtigung auf. Die Wasserversorgung mit Profil 4 ist mit anderen Wasserversorgungen vernetzt, welche ihr Wasser jedoch aus derselben Ressource beziehen. Es sind mittelgrosse Wasserversorgungen, die zwischen 1800 und 3500 m³/d an 5000 bis 10 000 Bezüger liefern. Die finanzielle Situation der Region ist gut, die Bevölkerungsentwicklung ist stabil, weist jedoch saisonal sehr starke Schwankungen auf, die durch den Tourismus bedingt sind.

*Beispiele: Davos (GR), Gstaad (BE), Teile des Kantons Nidwalden, St. Moritz (GR), Lenzerheide (GR).*

### 5.7.5 Profil 5: Ländliche oder Gebirgsregion; finanzschwach; Karst- oder stark heterogenes Kluft-Grundwasser

Das Wasser dieses Profils stammt aus einer sehr vulnerablen Ressource. Auch bezüglich der Quantität weisen diese Versorgungen ein hohes Risiko einer Beeinträchtigung auf. Die Wasserversorgung ist (aus topografischen Gründen) meistens nur für den Notfall oder gar nicht vernetzt. Die Wasserversorgungen des Profils 5 liefern weniger als 1800 m³/d an unter 5000 Bezüger. Die finanzielle Situation der Region ist schwach, die Bevölkerungsentwicklung ist eher rückläufig.

*Beispiele: Silenen (UR), Wildhaus (SG), Bilten (GL), Muotathal (SZ).*

## 5.8 Zukunftsszenarien

Parallel zu den Wasserversorgungsprofilen wurden Zukunftsszenarien entwickelt. Diese ermöglichen, die zukünftigen Risiken der Wasserversorgung anhand der Wasserversorgungsprofile abzuschätzen.

In der Studie «Wasserwirtschaft 2025»[2] werden Bereiche genannt, welche die Wasserwirtschaft in Zukunft beeinflussen könnten. Diese Bereiche sind:

- Klimawandel
- Wirtschaftsstruktur
- Gesellschaftsentwicklung
- Raumentwicklung
- Energieversorgung
- Schadstoffe
- Politisch-institutionelles Umfeld

Die Szenarien, welche im Rahmen dieses Projektes entwickelt wurden, decken dieselben Bereiche ab. Eine Ausnahme bildet der Bereich Energieversorgung, der nicht für die Szenariobildung berücksichtigt wurde.

Die Entwicklungen im Energiesektor fliessen, beispielsweise bei den Nutzungskonflikten, indirekt in die Szenarioanalyse ein.

### 5.8.1 Szenario 1: Schweiz in Wirtschaftskrise

**Wirtschaftsstruktur:** globale Wirtschaftskrise mit hoher Arbeitslosigkeit, Inflation und steigender Armut. Der Landwirtschaftssektor bleibt gegenüber heute unverändert, der Absatz im Inland kann jedoch erhöht werden. Der zweite Sektor nimmt stark, der dritte Sektor in geringerem Ausmass ab.

**Gesellschaftsentwicklung:** Die Bevölkerung nimmt ab, vor allem aufgrund abnehmender Zuwanderung.

**Politisch-institutionelles Umfeld:** Aufgrund der Wirtschaftskrise ergibt sich ein starker Spardruck. Der öffentlichen Hand stehen sehr geringe Ressourcen zur Verfügung. Es sind keine Mittel für die Instandhaltung der Infrastruktur verfügbar.

**Klimawandel:** Das Ausmass des Klimawandels soll den plausibelsten Szenarien des Klimaberichts zur Schweiz[13] entsprechen. Die für die Wasserversorgung wichtigsten Entwicklungen sind dabei die Abnahme der Niederschlagsmenge im Sommer zusammen mit einer erhöhten Evapotranspiration, die Zunahme von Starkniederschlagsereignissen und Trockenperioden sowie die Zunahme der Wassertemperatur.

**Raumentwicklung:** Durch die Wirtschaftskrise und die rückläufige Bevölkerungsentwicklung gibt es nur sehr geringe Bautätigkeiten. Der Siedlungsdruck und die Zersiedelung stagnieren oder nehmen ab. Die Bevölkerung in den peripheren ländlichen Räumen nimmt ab. Es gibt keine weitere Konzentration auf die Agglomerationen.

**Schadstoffe:** Die in der Landwirtschaft ausgebrachten Mengen an Dünge- und Pflanzenschutzmitteln nehmen ab, da die Bauern weniger Geld dafür zur Verfügung haben. Durch die Abnahme des Industriesektors ergibt sich keine Verschärfung bezüglich Mikroverunreinigungen.

### 5.8.2 Szenario 2: Entwicklung gemäss heutigem Wissensstand

Szenario 2 stützt sich stark auf die in[2] erörterten «Megatrends» und beschreibt die Entwicklung gemäss heutigem Wissensstand.

**Wirtschaftsstruktur:** Gemäss den Langfristszenarien des seco[43] wird es keine massgebenden ökonomischen Reformen und keine Technologiesprünge geben. Der dritte Sektor wächst überproportional. Der erste und der zweite Sektor wachsen in geringerem Masse. Die Tourismusbranche wird weiter anwachsen[44].

**Gesellschaftsentwicklung:** Gemäss[20] nimmt die Bevölkerung bis 2025 um ca. 10 % gegenüber 2010 zu und steigt bis 2050 auf ca. 9 Millionen. Der Anteil von Personen im Rentenalter nimmt zu.

**Politisch-institutionelles Umfeld:** Der öffentlichen Hand steht aufgrund des erhöhten Steuerwettbewerbs weniger Geld zur Verfügung. Es werden nur wenige Mittel für die Instandhaltung der Infrastruktur eingesetzt.

**Klimawandel:** Die Entwicklung ist dieselbe wie in Szenario 1.

**Raumentwicklung:** Gemäss dem Szenario «Schweiz der Metropolen» des Raumentwicklungsberichts[21] nehmen die Ausdehnung der Agglomerationsräume und die Zersiedelung weiter zu. Die Landwirtschaft verliert insbesondere in der Nähe der Siedlungsräume an Bedeutung. Der Erholungsdruck auf stadtnahe Gebiete nimmt zu. Im peripheren ländlichen Raum nehmen Arbeitsplätze und Bevölkerung ab. Die Anzahl der Landwirtschaftsbetriebe nimmt ab. Flächen mit geringem Ertrag werden aufgegeben.

**Schadstoffe:** Die Vielfalt an in der Industrie verwendeten Stoffen nimmt weiter zu. Obwohl durch eine erhöhte Produktion und einen erhöhten Konsum die Menge an synthetischen Stoffen zunehmen wird, sollten sich die Emissionen aufgrund von verbesserten Abwasserreinigungsverfahren verringern. Die Schadstoffe aus der Landwirtschaft werden insgesamt abnehmen, da weniger Flächen bewirtschaftet werden.

### 5.8.3 Szenario 3: Florierende Wirtschaft, starker Klimawandel, geringes Umweltbewusstsein

**Wirtschaftsstruktur:** Die Wirtschaft floriert, das Wirtschaftswachstum ist sehr hoch. Der Industriesektor kann den Absatz im Inland und Ausland erhöhen. Durch hohe Energiekosten können die Landwirte im Inland wieder mehr verkaufen und sind weniger dem Konkurrenzdruck aus dem Ausland ausgesetzt. Der Landwirtschaftssektor bleibt deshalb stabil.

**Gesellschaftsentwicklung:** starkes Bevölkerungswachstum aufgrund von Migration und Geburtenüberschuss. Der Anteil der Personen im Rentenalter bleibt stabil. Das ökologische Bewusstsein in der Bevölkerung ist gering.

**Politisch-institutionelles Umfeld:** Aufgrund der guten Wirtschaftslage steht die öffentliche Hand nur unter geringem Spardruck. Es besteht kein Druck, an den Organisations- und Finanzierungsformen etwas zu verändern.

**Klimawandel:** stärkerer Klimawandel als gemäss den momentan als plausibel geltenden Szenarien. Starker Rückgang der Niederschläge, sehr häufige Trockenperioden und aufgrund dessen stark erhöhter Bewässerungsbedarf. Stark steigende Wahrscheinlichkeit für Naturgefahren.

**Raumentwicklung:** Durch das starke Bevölkerungswachstum dehnen sich die Agglomerationsräume schneller aus als heute. Die Zersiedelung der Landschaft nimmt deshalb ebenfalls rasch zu. Die landwirtschaftlich genutzte Fläche bleibt konstant und die ländliche Bevölkerung stabil. Nutzungskonflikte, insbesondere der Druck auf Grundwasserschutzzonen, nehmen stark zu.

**Schadstoffe:** Die Vielfalt an in der Industrie verwendeten Stoffen nimmt weiter zu. Die Auswaschung der landwirtschaftlichen Schadstoffe erhöht sich aufgrund der vermehrten Bewässerung.

## 5.9 Vorgehen für die Auswertung

Nachdem die Wasserversorgungsprofile und die Szenarien definiert wurden (→ Kap. 5.7 und Kap. 5.8), werden beide miteinander kombiniert. Die in Anhang A1 rot markierten Gefährdungen (mit einer erhöhten Wahrscheinlichkeit bereits im Ist-Zustand) werden nochmals analysiert:

Ist diese Gefährdung bei Szenario X wahrscheinlicher als im Ist-Zustand? Wenn ja, wurde die Gefährdung rot umkreist. Ist die Gefährdung weniger wahrscheinlich, wurde sie grün umkreist. Blau steht für «stabile Entwicklung erwartet». Siehe auch unten stehende Tabelle.

Die Resultate finden sich in Anhang A4.

Um in einem weiteren Schritt eine Synthese dieser Analysen vorzunehmen, wurden die roten, grünen und blauen Bemerkungen mit Punkten gewertet und addiert (letzte Spalte der Tab. 7).

**Tab. 7 > Vorgehen/Erläuterungen für die Synthese der Risiko- und Szenarioanalyse**

| | Symbol | Punkte für Synthese |
|---|---|---|
| Gefährdung wird bei diesem Szenario wahrscheinlicher | rot umkreist | 2 |
| Stabile Entwicklung erwartet | blauer Kreis | 0,5 |
| Abnehmende Wahrscheinlichkeit oder keine Gefährdung | grün umkreist | 0 |

Die Werte der Gefährdungen (Anhang A4) wurden pro Profil und Szenario summiert. Es resultiert

> ein Wert pro Gefährdung und Profil und
> ein Wert pro Gefährdung und Szenario (→ Abb. 18).

## 5.10 Welches sind erhöhte Risiken?

Gemäss Risikoanalyse (→ Abb. 18) sind erhöhte Risiken:

- Abhängigkeit von vulnerablen Ressourcen;
- zu hohe Auslastung der Wasserversorgung;
- fehlende Vernetzung der Wasserversorgungen;
- Übernutzung der Ressourcen;
- Gefährdung der Anlagen durch Naturgefahren;
- lang anhaltende Trockenheit;
- Wiederverkeimung im Netz durch erhöhte Temperaturen;[10]
- fehlende Optimierung der Infrastruktur;
- mangelnde Qualifikation des Betriebspersonals;
- ungenügende Finanzierung und Kostendeckung, mangelnde Reserven.

**Versorgungssicherheit**

Unter den Aspekt Versorgungssicherheit fallen Gefährdungen wie eine **zu hohe Auslastung** oder die **Abhängigkeit von vulnerablen Ressourcen.** Die zu hohe Auslastung ist entweder durch einen erhöhten Spitzenbedarf bei Klimaerwärmung (häufigere Trockenperioden) oder durch Bevölkerungswachstum zu erklären. Die Abhängigkeit von vulnerablen Ressourcen und die fehlende Vernetzung sind in allen drei Szenarien wahrscheinlich. Es wird davon ausgegangen, dass die Gefährdung einer fehlenden Vernetzung bestehen bleibt, wenn keine Treiber für eine vermehrte Vernetzung vorhanden sind. Die Übernutzung der Ressourcen ist nur in den Szenarien 2 und 3 wahrscheinlicher als heute, weil von einem markanten Bevölkerungswachstum ausgegangen wird. Alle unter Versorgungssicherheit genannten Gefährdungen stellen jeweils bei mindestens drei von fünf Wasserversorgungsprofilen erhöhte Risiken dar.

**Lang anhaltende Trockenperioden,** welche vermutlich in Zukunft aufgrund des Klimawandels häufiger werden, betreffen mit Ausnahme der Seewasserwerke alle Wasserversorgungsprofile. Dieses Risiko tritt in den drei Szenarien auf, da alle Szenarien von einem mehr oder weniger starken Klimawandel ausgehen.

Gefährdung der Anlagen durch Naturgefahren: Da alle Szenarien von einem mehr oder weniger starken Klimawandel und damit von einer Zunahme von Naturgefahren wie Hochwasser oder Murgänge ausgehen, verwundert es nicht, dass diese Gefährdung der Wasserversorgung in der Risikoanalyse als wahrscheinliche Gefährdung bei allen Szenarien auftaucht. Die Gefährdung betrifft vier von fünf Profilen – alle ausser den Seewasserwerken. Sie ist jedoch lokal begrenzt (siehe Kap. 5.12).

[10] Da dieser Gefährdung der Wasserversorgung mit der Zugabe von Netzschutz relativ einfach beizukommen ist und es sich um ein sehr lokal auftretendes Risiko handelt, wird dieses Risiko nicht vertieft in die Erarbeitung von Massnahmenvorschlägen mit einbezogen.

**Abb. 18 > Synthese der Risiko- und Szenarioanalyse (eigene Auswertung)**

*Je höher die angegebene Punktezahl, desto höher ist die **Eintretenswahrscheinlichkeit** der Gefährdung. Für die Auswirkungen bei Eintritt der Gefährdung: siehe Kapitel 5.12.*

| | | Scan der Profile | | | | | Scan der Szenarien | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | S1 | S2 | S3 |
| | **Ressourcenschutz** | | | | | | | | |
| 1 | Ungenügender Vollzug der Grundwasserschutzzonen | 0 | 4 | 4 | 4 | 2,5 | 0 | 6,5 | 8 |
| 2 | Ungenügender Vollzug des restlichen Gewässerschutzes | 4 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 4 | 10 | 5,5 | 0 |
| 3 | Mikrobielle Verunreinigungen | 0 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2 | 0 | 8 |
| 4 | Makroverunreinigungen landwirtschaftlich (Nitrat) | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 8 |
| 5 | Mikroverunreinigungen landwirtschaftlich (Pflanzenschutzmittel) | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 8 |
| 6 | Mikroverunreinigungen urban (Kläranlagen, Industrie, usw.) | 0,5 | 4,5 | 4 | 0 | 0 | 1 | 4 | 4 |
| 7 | Altlasten (PCB, FCKW, usw.) | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| 8 | Übernutzung der Ressource | 0 | 4 | 0 | 6 | 6 | 4 | 6 | 6 |
| 10 | Zielkonflikte (z. B.mit Bauzonen, Landwirtschaft, Renaturierungsvorhaben) | 0 | 2,5 | 4 | 4 | 0 | 0 | 4,5 | 6 |
| 11 | Erhöhung der Wassertemperaturen | 0 | 6 | 0 | 0,5 | 0 | 2 | 2 | 2 |
| | **Versorgungssicherheit** | | | | | | | | |
| 12 | Lang anhaltende Trockenheit | 0 | 4 | 6 | 6 | 6 | 6 | 8 | 8 |
| 13 | Zu hohe Auslastung* | 2 | 6 | 6 | 6 | 6 | 8 | 8 | 10 |
| 14 | Abhängigkeit von vulnerablen Ressourcen | 6 | 1,5 | 6 | 4,5 | 4 | 7 | 8,5 | 6,5 |
| 15 | Fehlende Vernetzung der Wasserversorgungen | 6 | 1,5 | 6 | 4,5 | 4 | 7 | 8,5 | 6,5 |
| 16 | Mangelnde Qualifikation des Betriebspersonals | 0 | 4,5 | 4 | 4 | 4 | 8 | 8 | 1 |
| 17 | Ungeeignete Dimensionierung und Auslegung des Netzes | 2 | 6 | 0 | 0 | 4,5 | 4 | 4 | 4,5 |
| 18 | Fehlende integrale Planung der Wasserressourcen im Einzugsgebiet | 3 | 3 | 0 | 3 | 4,5 | 8 | 3,5 | 2 |
| 19 | Gefährdung der Wasserversorgung durch Unwetter | 0 | 4,5 | 6 | 6 | 6 | 8 | 8 | 8 |
| | **Werterhaltung und optimierte Infrastruktur** | | | | | | | | |
| 20 | Ungenügende Finanzierung/Kostendeckung, mangelnde Reserven | 0 | 4 | 4 | 4 | 4 | 8 | 8 | 0 |
| 21 | Fehlende/ungeeignete Planungsgrundlagen | 0,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 2 | 2,5 | 2 |
| (16) | Mangelnde Qualifikation des Betriebspersonals | 0 | 4,5 | 4,5 | 4 | 4 | 8 | 8 | 1 |
| | **Qualität des verteilten Wassers** | | | | | | | | |
| | Verschlechterung der Ressource (siehe Ressourcenschutz oben) | | | | | | | | |
| (16) | Mangelnde Qualifikation des Betriebspersonals | 0 | 4,5 | 4 | 4 | 4 | 8 | 8 | 1 |
| 23 | Unzweckmässige Aufbereitung | 0,5 | 6 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 3,5 | 3,5 | 4 |
| 24 | Ungenügende Qualitätsüberwachung | 0 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 2 | 2 | 2 |
| (17) | Ungeeignete Dimensionierung und Auslegung des Netzes | 2,5 | 6 | 0 | 0 | 4,5 | 4 | 4 | 4,5 |
| 25 | Ausfällungen (Eisen, Mangan, …) in Trockenperioden | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 |
| 26 | Wiederverkeimung im Netz durch erhöhte Temperaturen | 0 | 6 | 0 | 0 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| | **Effizienz / Wirtschaftlichkeit** | | | | | | | | |
| (16) | Mangelnde Qualifikation des Betriebspersonals | 0 | 4,5 | 4 | 4 | 4 | 8 | 8 | 1 |
| (17) | Ungeeignete Dimensionierung und Auslegung des Netzes | 2 | 6 | 0 | 0 | 4,5 | 4 | 4 | 4,5 |
| 27 | Fehlende Optimierung der Infrastrukturplanung | 3 | 4,5 | 4 | 4 | 4 | 10 | 8,5 | 1 |
| 28 | Mangelnde regionale Koordination (z. B. durch den Kanton) | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 2 | 2 | 0 |
| 29 | Fehlender Druck auf die Kosten, mangelndes Interesse der Konsumenten | 1 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0,5 | 6,5 |
| 31 | Beeinflussbare hohe spezifische Kosten | 0 | 2 | 2 | 2 | 0,5 | 0 | 0 | 6,5 |

* über das ganze Jahr, bei Spitzenbedarf oder saisonalen Schwankungen.

Bemerkung: Die Gefährdungen 9 (Begrenzung der Ressource) und 22 (Mythos vom «eigenen gottgegebenen Wasser) und 30 (Hohe spezifische Kosten aufgrund der Topographie, Bevölkerungsdichte, etc.) wurden im Verlauf der Risiko- und Szenarioanalyse nicht weiter verflogt.

**Legende**

| | |
|---|---|
| | Eintretenswahrscheinlichkeit erhöht sich deutlich |
| | Eintretenswahrscheinlichkeit erhöht sich leicht |
| | Entwicklung kann nicht klar vorhergesagt werden |
| | Abnahme der Eintretenswahrscheinlichkeit |
| Profile | |
| P1: | Urbane und periurbane, durch Seewasser versorgte Regionen |
| P2: | Urbane und periurbane Regionen; hauptsächlich Talschotter oder Uferfiltrat |
| P3: | Landwirtschaftlich geprägtes Mittelland; mittlere Siedlungsdichte; hauptsächlich Talschotter |
| P4: | Touristische Gebirgsregion; finanzstark; Karst- oder stark heterogenes Kluft-Grundwasser |
| P5: | ländliche oder Gebirgsregion; finanzschwach; Karst- oder stark heterogenes Kluft-GrundwasserExterne Risiken/Eigenschaften der Wasserversorgung (Threats) |
| Szenarien | |
| S1: | Schweiz in Wirtschaftskrise |
| S2: | Entwicklung gemäss heutigem Wissensstand; |
| S3: | Starker Klimawandel, florierende Wirtschaft, geringes Umweltbewusstsein |

**Organisatorische und institutionelle Risiken**

Zu den Gefährdungen bezüglich organisatorischer und institutioneller Aspekte zählen die ungenügende Finanzierung und Kostendeckung, die mangelnde Bildung von Reserven, die fehlende Optimierung der Infrastrukturplanung sowie ein unprofessioneller Betrieb und Unterhalt zu den erhöhten Risiken. Diese Gefährdungen sind bei mindestens vier von fünf Profilen sowie bei den Szenarien 1 und 2 wahrscheinlich. Bei diesen Profilen und Szenarien wird von einem erhöhten Spardruck ausgegangen, welcher dazu führen könnte, dass weniger Geld für die Instandhaltung der Infrastruktur verwendet wird.

## 5.11 Bemerkungen zu den Szenarien

Da bei allen drei Szenarien von einem mehr oder weniger starken Klimawandel ausgegangen wurde, sind insbesondere die Gefährdungen, welche sich durch den Klimawandel verstärken, in allen drei Szenarien wahrscheinlich:

- lang anhaltende Trockenheit;
- zu hohe Auslastung;
- Abhängigkeit von vulnerablen Ressourcen und fehlende Vernetzung;
- Gefährdung der Anlagen durch Naturgefahren;
- Wiederverkeimung im Netz durch erhöhte Temperaturen.

Verschiedene Gefährdungen werden durch vermehrten Spardruck im öffentlichen Bereich wahrscheinlicher:

- fehlende Vernetzung der Wasserversorgung;
- ungenügende Finanzierung und Kostendeckung, mangelnde Bildung von Reserven;
- fehlende Optimierung der Infrastruktur;
- unprofessioneller Betrieb und Unterhalt.

Diese Risiken treten deshalb vor allem in den Szenarien 1 und 2 verstärkt auf.

Schliesslich fällt auf, dass einige Gefährdungen bezüglich des Ressourcenschutzes in Szenario 3 am wahrscheinlichsten auftreten. Dies liegt daran, dass bei diesem Szenario sowohl die Schadstoffe aus der Landwirtschaft wie auch jene aus der Industrie zunehmen.

**Szenarien 1 bis 3**

| | |
|---|---|
| Szenario 1 | Schweiz in Wirtschaftskrise |
| Szenario 2 | Entwicklungen gemäss heutigem Wissensstand (Bevölkerungswachstum von 10 % bis 2025, stabile Wirtschaftsentwicklung) |
| Szenario 3 | florierende Wirtschaft, starker Klimawandel geringes Umweltbewusstsein |

für detaillierte Informationen zu den Szenarien siehe → Kap. 5.8.

In den Szenarien 1 und 3 gibt es Risiken bezüglich Ressourcenschutz, welche gegenüber dem Szenario 2 verstärkt auftreten.

Im Szenario 1 ist das Risiko des **ungenügenden Vollzugs des Gewässerschutzes** (ausser dem planerischen Grundwasserschutz) erhöht. In diesem Szenario stehen der öffentlichen Hand keine Mittel für den Vollzug der Gewässerschutzgesetzgebung zur Verfügung. Die Auswirkungen des Risikos sind mässig. Beispielsweise hat eine Verschlechterung in der Abwasserreinigung und -entsorgung (vorerst) nur mässige Auswirkungen, da von einem hohen Niveau ausgegangen wird. Alle Wasserversorgungsprofile sind ungefähr gleichermassen betroffen.

In Szenario 3 ist die Gefährdung durch **ungenügenden Vollzug der Grundwasserschutzzonen** hoch. Dies resultiert aus dem in Szenario 3 stark steigenden Druck auf

die Schutzzonen durch Bevölkerungswachstum und Zersiedelung. Die Auswirkungen dieses Risikos treten ebenfalls lokal auf und sind im Normalfall mässig.

In Szenario 3 ist das Risiko **mikrobieller Verunreinigungen** sowie landwirtschaftlicher Mikroverunreinigungen **(Pflanzenschutzmittel)** erhöht. Die vermehrte Bewässerung in diesem Szenario hat eine höhere Auswaschung zur Folge. Während sich mikrobielle Verunreinigungen nur sehr lokal auswirken, handelt es sich bei der Verschmutzung mit Pflanzenschutzmitteln um eine grossräumige Gefährdung. Beispielsweise ist das stark landwirtschaftlich geprägte Mittelland besonders betroffen. Die Auswirkungen auf den Ressourcenschutz sind in beiden Fällen mässig. Betroffen sind alle Wasserversorgungsprofile ungefähr gleichermassen.

## 5.12 Auswirkungen

Die Auswirkungen bei Eintritt der Gefährdungen wurden aufgrund eines Workshops mit Experten verschiedener Gebiete (Infrastruktur, Qualität usw.) auf drei Ebenen beurteilt:

| Ausmass der Auswirkungen | Räumlicher Aspekt | Zeitlicher Aspekt |
|---|---|---|
| Sind die Auswirkungen auf die Wasserversorgung gering, mässig, gross oder gravierend? | Treten die Auswirkungen lokal (einzelne Wasserversorgung), regional (mehrere Versorgungen), grossräumig (z. B. ganzer Kanton oder Mittelland) oder gesamtschweizerisch auf? | Wie lange besteht die Auswirkung der Gefährdung? Temporär (weniger als ± 2 Jahre), mittellang (zwischen ± 2 und 20 Jahren), lang anhaltend (rund 20 bis 100 Jahre, aber reversibel) oder sehr lang (100 Jahre, oder in Ausnahmefälle sogar irreversibel). |

Die verschiedenen Gefährdungen und ihre Auswirkungen werden im Folgenden bezüglich der einzelnen Ziele der Wasserversorgung erläutert.

### 5.12.1 Versorgungssicherheit

Alle Gefährdungen der Versorgungssicherheit haben grosse Auswirkungen. Dies gilt für die Abhängigkeit von vulnerablen Ressourcen, die fehlende Vernetzung der Ressourcen sowie für die Naturgefahren, hier jedoch nur mit sehr lokaler Wirkung. Gering sind die Auswirkungen bei einer zu hohen Auslastung, bei einer ungeeigneten Dimensionierung und Auslegung des Netzes sowie bei fehlender integraler Planung der Wasserressourcen im Versorgungsgebiet.

Die Gefährdungen treten vor allem lokal und regional auf.

Sie wirken sich, mit Ausnahme der Abhängigkeit von vulnerablen Ressourcen, in einem Zeitraum von weniger als 20 Jahren aus.

### 5.12.2 Werterhaltung der Infrastrukturen

Die Gefährdungen ungenügende Finanzierung/Kostendeckung, mangelnde Reserven, fehlende oder ungeeignete Planungsgrundlagen sowie mangelnde Qualifikation in Betrieb und Unterhalt haben grosse Auswirkungen auf die Werterhaltung der Infrastrukturen.

Die Gefährdungen treten nur lokal auf und wirken sich während ca. 2 bis 20 Jahren auf die Wasserversorgung aus (Planungshorizont).

### 5.12.3 Qualität des verteilten Wassers

Ein unprofessioneller Betrieb und Unterhalt kann für die Qualität des verteilten Wassers grosse, in Extremfällen sogar gravierende Auswirkungen haben (Beispiel: Unfall La Neuveville 1998). Eine unzweckmässige Aufbereitung und eine ungenügende Qualitätsüberwachung vermag ebenfalls grosse Auswirkungen auf die Qualität des verteilten Wassers zu haben. Beispielsweise kann bei einer Karstquelle eine ungenügende Desinfektion bei Starkregen zu Krankheitsausbrüchen führen. Nur mässige Auswirkungen auf die Qualität des verteilten Wassers haben eine ungeeignete Dimensionierung des Netzes, beispielsweise wenn es zu längeren Standzeiten kommt und dadurch zur Wiederverkeimung im Netz (da diese Mikroorganismen nicht gesundheitsgefährdend sind).

Die Gefährdungen der Qualität des verteilten Wassers treten alle lokal auf.

Die Auftretensdauer liegt bei diesen Gefährdungen meist in der Grössenordnung von 2–20 Jahren. Lediglich die Auswirkungen eines unprofessionellen Betriebs und Unterhalts und Ausfällungen von Eisen und Mangan in Trockenperioden wirken sich nur temporär aus.

### 5.12.4 Effizienz/Wirtschaftlichkeit

Die Gefährdungen für die Effizienz und Wirtschaftlichkeit der Wasserversorgung sind wiederum sehr vielfältig. Die Auswirkungen sind gross bei der fehlenden Optimierung der Infrastrukturplanung, der mangelnden regionalen Koordination sowie bei den hohen spezifischen Kosten aufgrund von Topografie oder Bevölkerungsdichte. Geringer sind die Auswirkungen bei einer ungeeigneten Dimensionierung und Auslegung des Netzes sowie bei den beeinflussbaren hohen spezifischen Kosten. Gering sind die Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit bei einem unprofessionellen Betrieb und Unterhalt sowie bei fehlendem Druck auf die Kosten und mangelndem Interesse der Konsumentinnen und Konsumenten.

Die Gefährdungen wirken sich hauptsächlich lokal aus. Ausnahmen davon sind die mangelnde regionale Koordination und die hohen spezifischen Kosten aufgrund der Topografie oder Bevölkerungsdichte, welche sich regional auswirken.

Die Dauer der Auswirkungen liegt bei diesen Gefährdungen meist bei rund 2 bis 20 Jahren. Die mangelnde regionale Koordination bei grösseren Investitionsvorhaben wirkt sich bei Wasserversorgungsinfrastrukturen langanhaltend (20 bis 100 Jahre) aus.

### 5.12.5 Ressourcenschutz

Bezüglich des Ressourcenschutzes sind die Auswirkungen sehr vielfältig.

Die Auswirkungen der meisten Gefährdungen des Ressourcenschutzes sind mässig bis gross. Grosse, aber nur lokal auftretende Auswirkungen haben beispielsweise Altlasten. Nur geringe, dafür aber sehr grossräumige Auswirkungen hat das Nitrat im Grundwasser.

Auch zeitlich variieren die Auswirkungen stark, mit Ausnahme der mikrobiellen Verunreinigungen halten die Auswirkungen jedoch mehrere Jahre an.

## 5.13 Synthese der Risiko- und Szenarioanalyse

In einem weiteren Schritt wurde nun das Risiko abgeschätzt. Dabei wurden die Gefährdungen gemäss der Einschätzung bei Szenario 2 (Entwicklung gemäss heutigem Wissensstand) und dem **Ausmass ihrer potenziellen Auswirkungen** in einem Diagramm eingetragen. Das Resultat wird im Folgenden bezüglich der einzelnen Ziele dargestellt und diskutiert. Pro Ziel findet sich zudem ein Diagramm, in welchem die **räumlichen und zeitlichen Auswirkungen der Risikofaktoren** eingetragen sind. Die Risikofaktoren, welche in den Bereich mit hohem Handlungsbedarf fallen, sind dabei vergrössert dargestellt.

### 5.13.1 Versorgungssicherheit (→ Abb. 19)

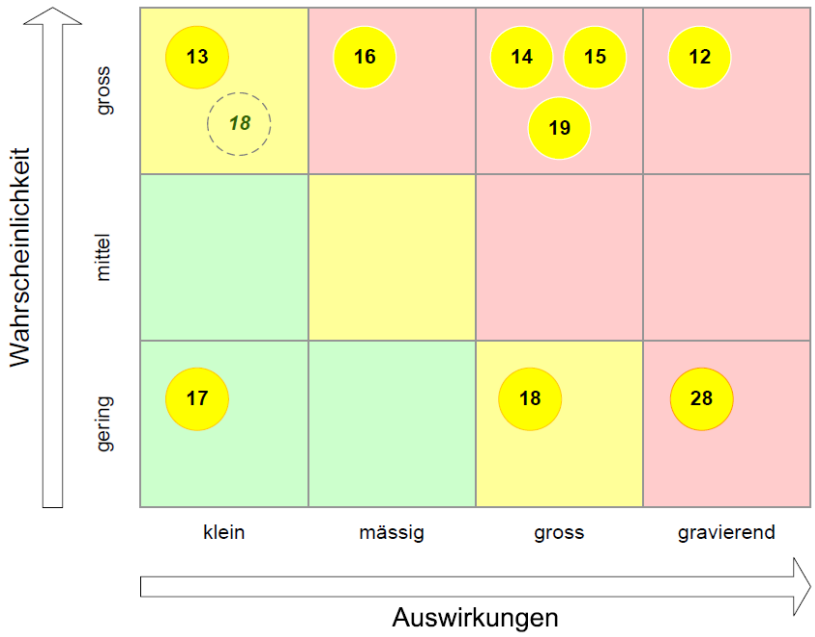
Das Ziel der Versorgungssicherheit wird durch die **Abhängigkeit von vulnerablen Ressourcen** gefährdet. Die Auswirkungen auf die Versorgungssicherheit sind gross und zeigen sich bezüglich Qualität oder Quantität, wenn aufgrund der natürlichen Gegebenheiten nur eine vulnerable Ressource genutzt werden kann. Die Auswirkungen können lang anhaltend sein. Beispiel: Bei Profil 4 ist die Abhängigkeit von nur einer vulnerablen Ressource, z. B. stark heterogenes Kluft-Grundwasser, durch die Topografie begründet.

Ein weiteres hohes Risiko ist eine **fehlende Vernetzung** der Wasserversorgung **(weniger als 2 Standbeine**). Dieses Risiko ist ähnlich wie die oben genannte Abhängigkeit von vulnerablen Ressourcen. Darunter fallen jedoch auch Wasserversorgungen, welche aufgrund ihrer Lage die Möglichkeit hätten, mehr als nur eine Ressource zu erschliessen, dies jedoch nicht umgesetzt haben. Dieses Risiko betrifft wiederum alle Wasserversorgungsprofile. Beispiel: Bei Profil 1 besteht die Gefährdung darin, dass sehr viele Personen von dieser einen Ressource (See) abhängig sind und diese Versorgung beispielsweise bei einem Stromausfall gefährdet ist.

Ebenfalls stellt die **lang anhaltende Trockenheit** ein erhebliches Risiko dar. Die Auswirkungen können empfindlich sein, beispielsweise wirkt sich eine lang anhaltende Trockenheit auf die Quellschüttung aus; kleinere Quellen können nach einer längeren Trockenperiode versiegen. Von diesem Risiko sind vor allem Quellwasserversorgungen betroffen, jedoch nicht alle gleichermassen.

Die **Gefährdung der Anlagen durch Naturgefahren** wie beispielsweise Hochwasser oder Murgänge ist ein weiteres hohes Risiko. Es betrifft alle Wasserversorgungsprofile ausser dem Profil 1. Die Auswirkungen auf die Versorgungssicherheit sind lokal und temporär begrenzt. Kurzfristig kann das Ausmass der Auswirkungen jedoch gross sein (z. B. Leitungsbruch).

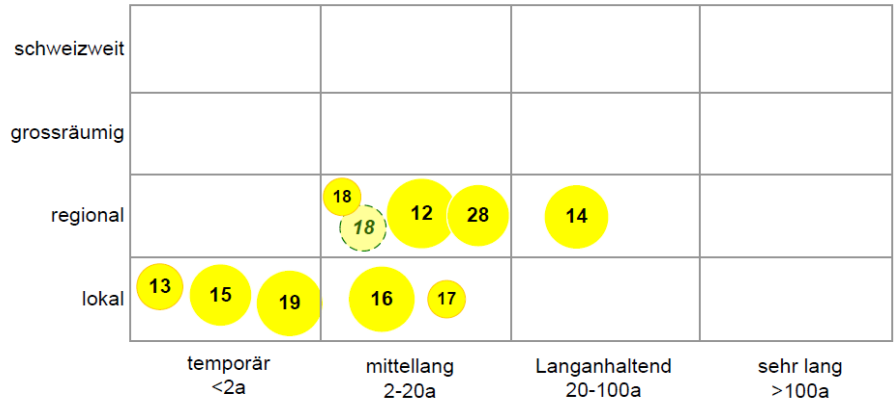
**Abb. 19 > Synthese der Risiko- und Szenarioanalyse bezüglich Versorgungssicherheit**




Geringes Risiko | Mittleres Risiko | Hohes Risiko

*13* Im Szenario 1 höheres Risiko als im Szenario 2

**12** Langanhaltende Trockenheit
**13** Zu hohe Auslastung über das Jahr, bei Spitzenbedarf oder saisonalen Schwankungen
**14** Abhängigkeit von vulnerablen Ressourcen
**15** Fehlende Vernetzung der Wasserversorgungen
**16** Mangelnde Qualifikation des Betriebspersonals
**17** Ungeeignete Dimensionierung und Auslegung des Netzes
**18** Fehlende integrale Planung der Wasserressourcen im Einzugsgebiet
**19** Gefährdung der Anlagen durch Unwetter
**28** Mangelnde regionale Koordination (z.B. durch den Kanton)



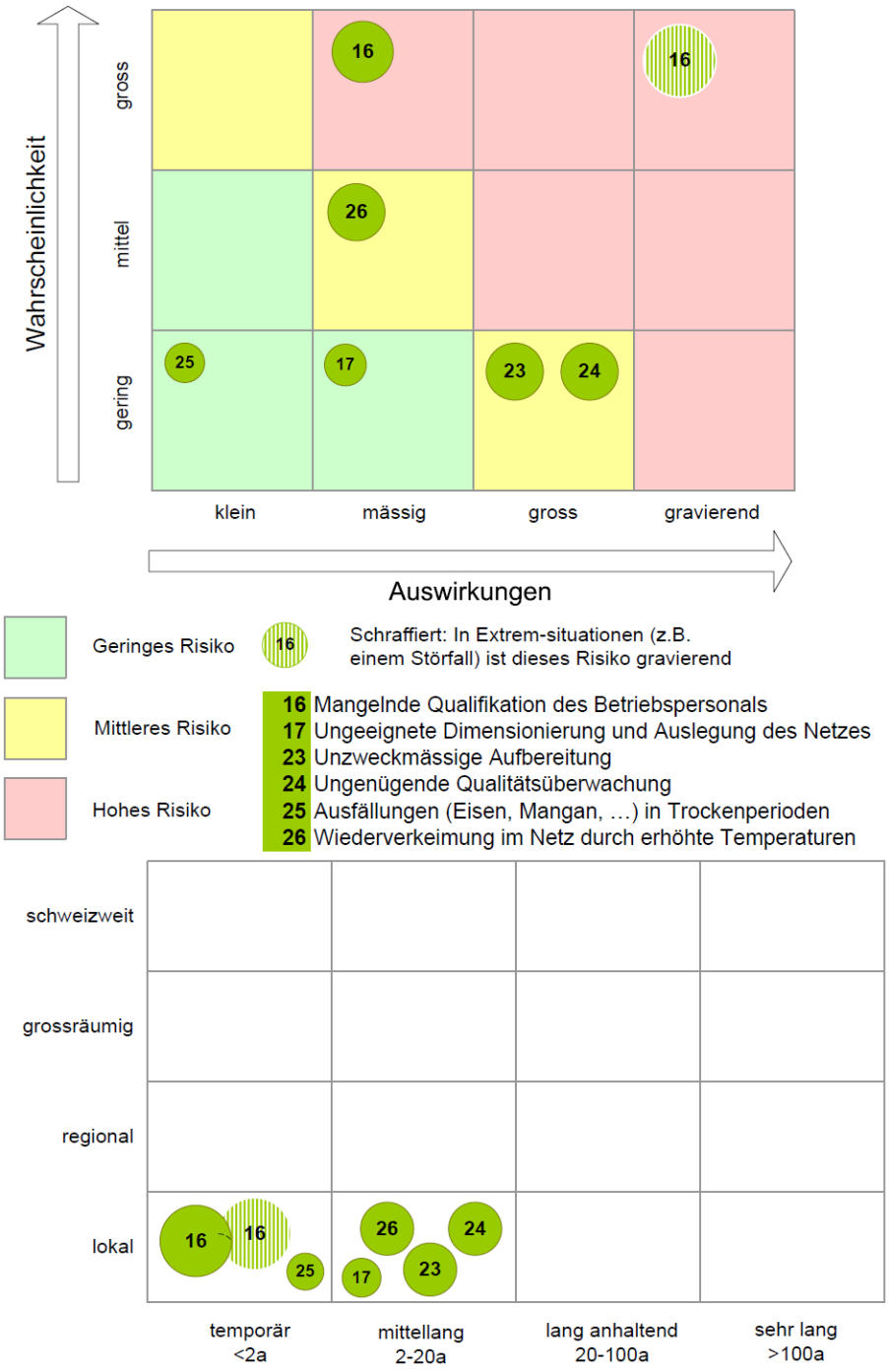
### 5.13.2 Qualität des verteilten Wassers (→ Abb. 20)

Auch für die Qualität des verteilten Wassers stellt ein **unprofessioneller Betrieb und Unterhalt** eine Gefährdung dar. Die Auswirkungen auf die Qualität können gross, in Extremfällen auch gravierend sein. Beispiel: Trinkwasserverunreinigung in La Neuveville (1998).

Bezüglich der Qualität des verteilten Wassers ist dies die einzige Gefährdung, welche gemäss Risiko- und Szenarioanalyse in den Bereich eines hohen Risikos zu liegen kommt. Dies könnte dadurch begründet sein, dass viele Aspekte, welche sich schliesslich auf die Qualität des verteilten Wassers auswirken, dem Ziel Ressourcenschutz zugeordnet wurden.

Schliesslich kann ein **unprofessioneller Betrieb und Unterhalt** die Versorgungssicherheit gefährden, wenn beispielsweise die nötigen Werterhaltungsmassnahmen nicht getroffen werden. Dieses Risiko betrifft alle Profile ausser den urbanen Seewasserversorgungen. Bei Seewasserwerken wird davon ausgegangen, dass sie professionell geführt werden und deshalb das Risiko weniger gross ist. Die Auswirkungen für die Versorgungssicherheit sind mässig und wirken sich lokal und mittellang (2 bis 20 Jahre) auf die Wasserversorgung aus.

**Abb. 20 > Synthese der Risiko- und Szenarioanalyse bezüglich Qualität des verteilten Wassers**



### 5.13.3 Werterhaltung der Infrastrukturen (→ Abb. 21)

Die Werterhaltung der Infrastrukturen ist ebenfalls durch einen **unprofessionellen Betrieb und Unterhalt** gefährdet. Die Auswirkungen auf die Wertehaltung sind gross, in Extremfällen auch gravierend. Ein unprofessioneller Betrieb und Unterhalt wirkt sich über rund 2 bis 20 Jahre auf die Wasserversorgung aus. Die Auswirkungen treten wiederum nur lokal auf.

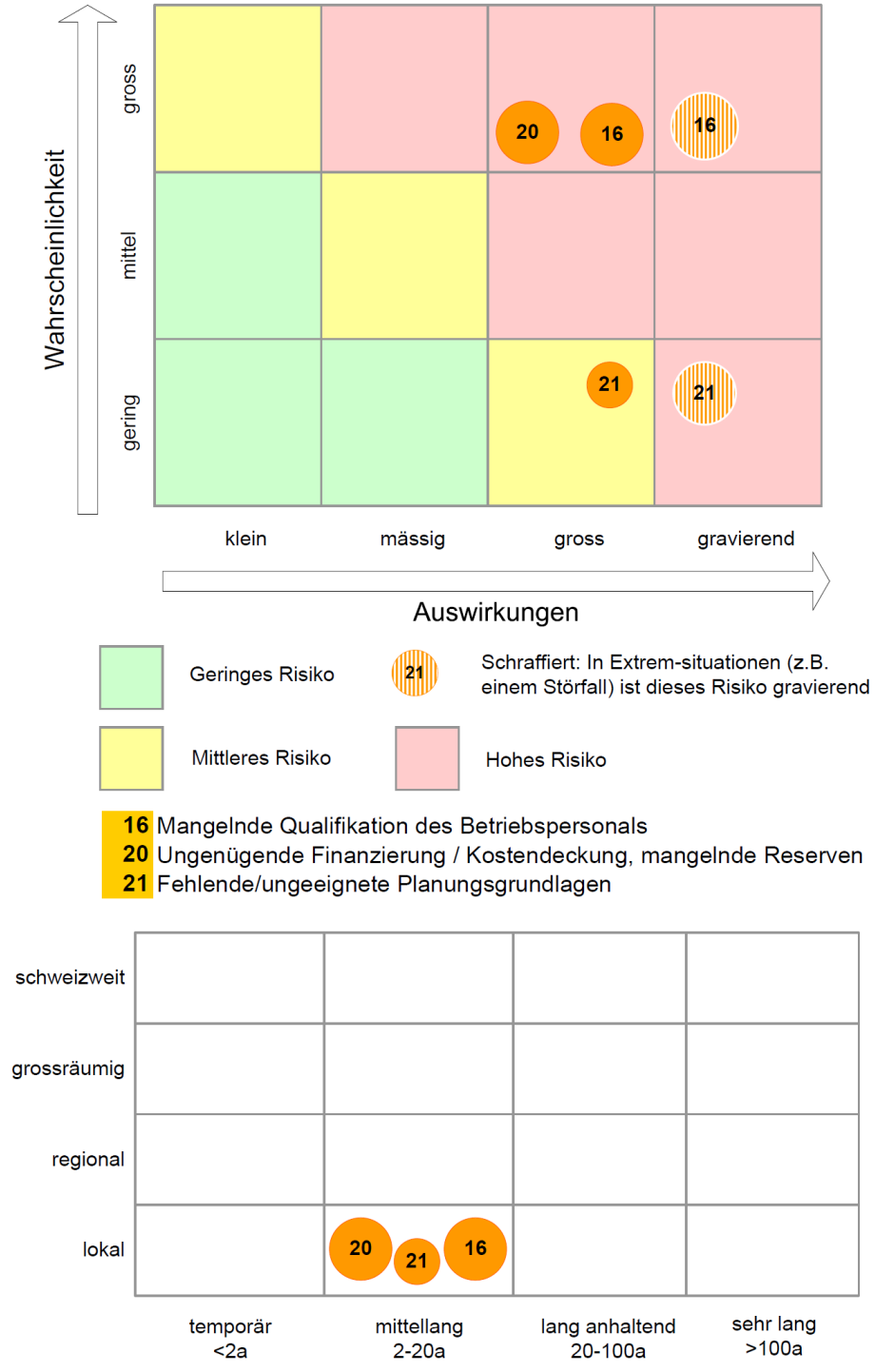
Ein weiteres hohes Risiko für die Werterhaltung stellt eine **ungenügende Finanzierung und Kostendeckung** sowie eine **mangelnde Reservebildung** dar. Dieses Risiko betrifft alle Profile ausser den urbanen Seewasserversorgungen. Die Auswirkungen auf die Werterhaltung sind gross, sie sind lokal zu spüren und wirken sich mittelfristig (2 bis 20 Jahre) auf die Wasserversorgung aus. Beispielsweise kann eine mangelnde Bildung von Reserven dazu führen, dass nötige Investitionen aufgeschoben werden.

**Szenarien 1 bis 3**

| | |
|---|---|
| **Szenario** 1 | Schweiz in Wirtschaftskrise |
| **Szenario** 2 | Entwicklungen gemäss heutigem Wissensstand (Bevölkerungswachstum von 10 % bis 2025, stabile Wirtschaftsentwicklung) |
| **Szenario** 3 | florierende Wirtschaft, starker Klimawandel, geringes Umweltbewusstsein |

Für detaillierte Informationen zu den Szenarien siehe Kap. 5.8.

**Abb. 21 > Synthese der Risiko- und Szenarioanalyse bezüglich Werterhaltung**



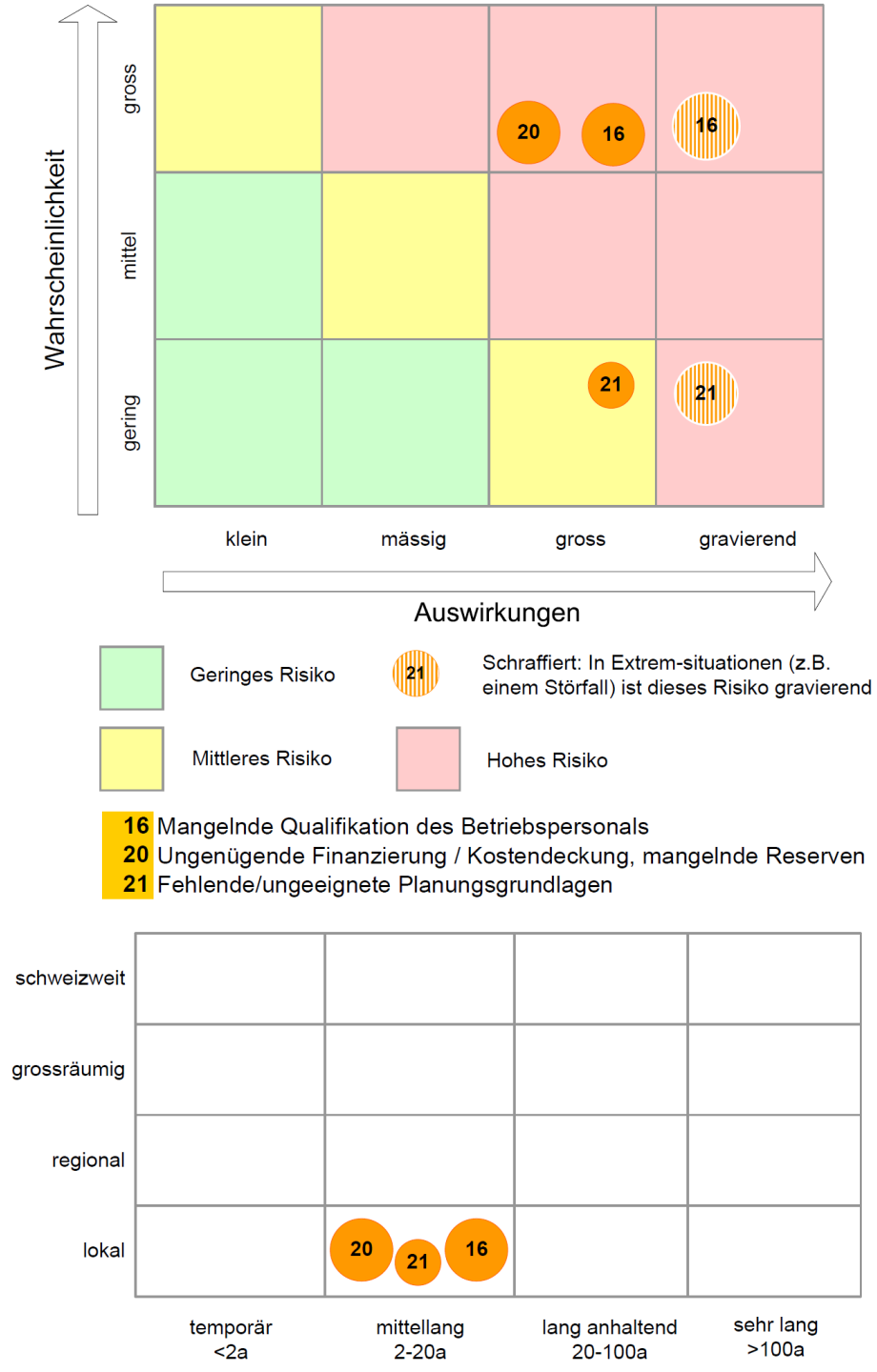
### 5.13.4 Wirtschaftlichkeit (→ Abb. 22)

Bezüglich der Wirtschaftlichkeit und Effizienz ist die **fehlende Optimierung der Infrastruktur** die einzige Gefährdung, welche gemäss Risiko- und Szenarioanalyse in den Bereich eines hohen Risikos zu liegen kommt.

Die Gefährdung tritt bei allen Profilen auf. Eine mangelnde Optimierung der Infrastruktur wirkt sich mittellang auf eine Wasserversorgung aus. Wiederum ist die einzelne Wasserversorgung betroffen, die Auswirkungen sind also lokal beschränkt. So lässt beispielsweise eine kleine Wasserversorgung ein eigenes Pumpwerk bauen und startet gleichzeitig ein Nitratprogramm, um die Qualität des gefassten Wassers zu erhöhen. Eine Verbindungsleitung zur Nachbargemeinde für die Versorgung der wenigen Hundert Einwohner hätte jedoch ausgereicht und wäre günstiger gewesen.

| | |
|---|---|
| Profil 1 | Urbane und periurbane, durch Seewasser versorgte Regionen |
| Profil 2 | Urbane und periurbane Regionen; hauptsächlich Talschotter oder Uferfiltrat |
| Profil 3 | Landwirtschaftlich geprägtes Mittelland; mittlere Siedlungsdichte; hauptsächlich Talschotter |
| Profil 4 | Touristische Gebirgsregion; finanzstark; Karst- oder stark heterogenes Kluft-Grundwasser |
| Profil 5 | ländliche oder Gebirgsregion; finanzschwach; Karst- oder stark heterogenes Kluft-Grundwasser |

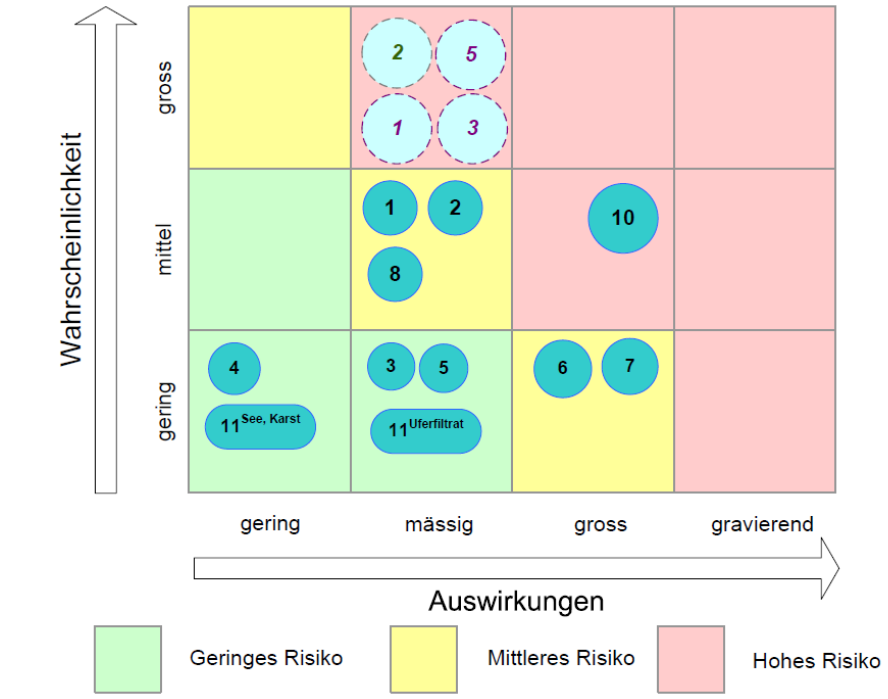
**Abb. 22 > Synthese der Risiko- und Szenarioanalyse bezüglich Wirtschaftlichkeit/Effizienz**



### 5.13.5 Ressourcenschutz (→ Abb. 23)

Ein weiteres Risiko für den Ressourcenschutz stellen **Zielkonflikte** im Einflussbereich von Grundwasserfassungen (z. B. Bauzonen, Landwirtschaft, Renaturierungsvorhaben) dar. Diese können grosse Auswirkungen auf die Ressourcen haben, sowohl bezüglich Quantität wie auch bezüglich Qualität (→ Kap. 4.6). Die Auswirkungen sind lokal beschränkt. Dieses Risiko betrifft Wasserversorgungen des Profils 2, 3 und 4.

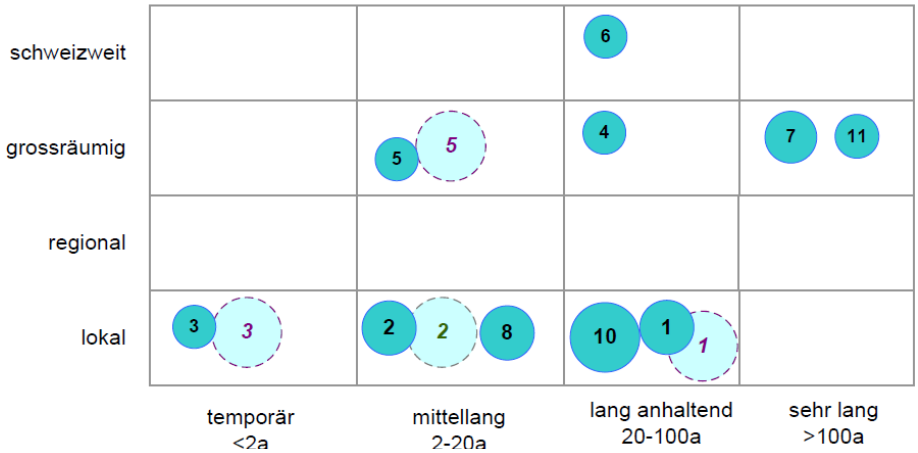
**Abb. 23 > Synthese der Risiko- und Szenarioanalyse bezüglich Ressourcenschutz**




1 Ungenügender Vollzug der Grundwasserschutzzonen
2 Ungenügender Vollzug des restlichen Gewässerschutzes
3 Mikrobielle Verunreinigungen
4 Makroverunreinigungen landwirtschaftlich (Nitrat)
5 Mikroverunreinigungen landwirtschaftlich (Pflanzenschutzmittel)
6 Mikroverunreinigungen urban (Kläranlagen, Industrie, usw.)
7 Altlasten (PCB, FCKW, usw.)
8 Übernutzung der Ressource
10 Zielkonflikte (z.B. mit Bauzonen, Landwirtschaft, Renaturierungsvorhaben)
11 Erhöhung der Wassertemperaturen

2 Im Szenario 1 höheres Risiko als im Szenario 2

5 Im Szenario 3 höheres Risiko als im Szenario 2



### 5.13.6 Welche Risiken betreffen nur einzelne Profile?

Die bisherigen Auswertungen im Kapitel 5.13 entsprachen immer einer Summe über alle 5 Wasserversorgungsprofile. Um die Unterschiede zwischen den einzelnen Profilen zu zeigen, wurde die Synthese auch bezüglich der einzelnen Profile erstellt. Diese ist in Anhang A2 ersichtlich. Im Folgenden wird kurz gezeigt, welche Risiken nur bei einzelnen Profilen ein erhöhtes Risiko aufweisen.

Das Profil 1 (Seewasserwerke) weist keine Risiken auf, welche nicht bei den anderen Profilen auch auftreten würden.

Beim Profil 2 (siehe Tabelle S. 78) stellt eine Erhöhung der Wassertemperaturen (bei Uferfiltrat) ein erhöhtes Risiko dar, welches bei den anderen Profilen nicht auftritt. Zudem besteht die Gefährdung einer Wiederverkeimung im Netz sowie einer unzweckmässigen Aufbereitung.

Bei den Profilen 3 und 4 besteht ein erhöhtes Risiko für Zielkonflikte. Bei den anderen Profilen ist das Risiko nur mässig oder gering.

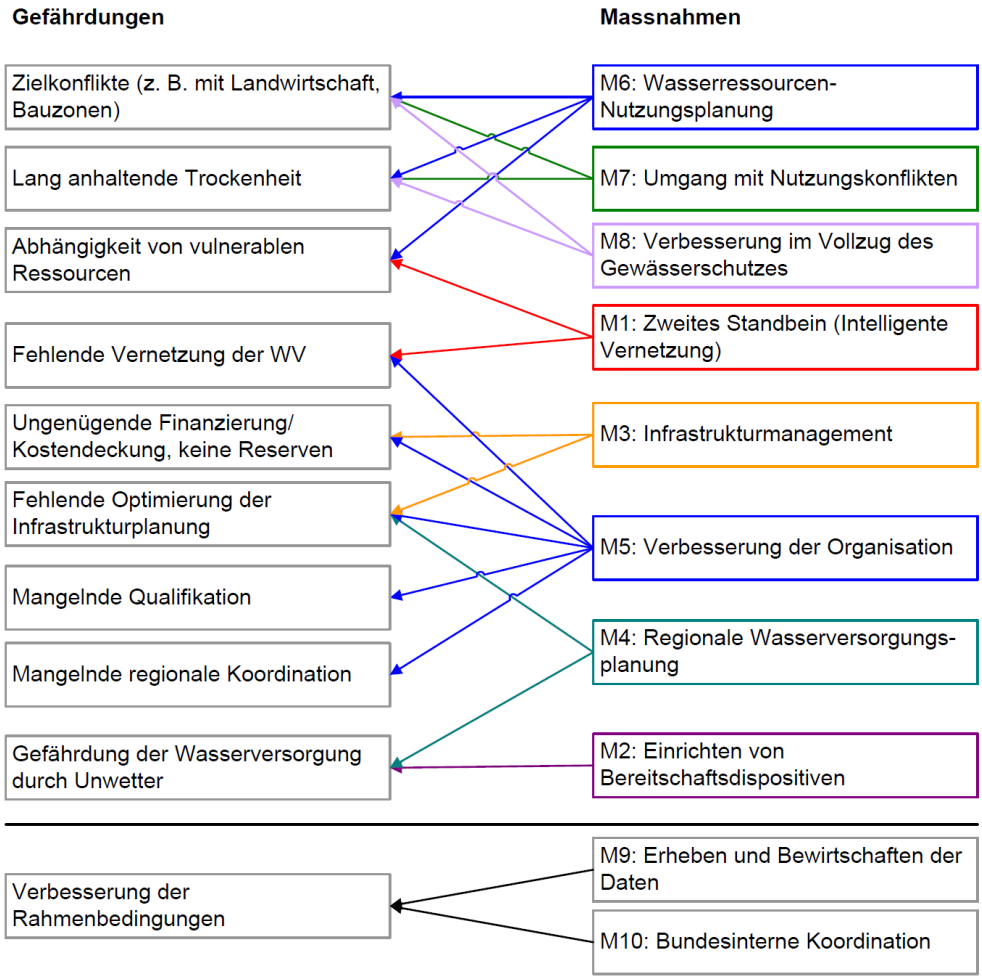
Nur bei Profil 5 besteht ein hohes Risiko einer mangelnden regionalen Koordination. Es besteht zudem ein hohes Risiko der Wiederverkeimung im Netz, welches sonst nur bei Profil 2 erhöht ist.

## 5.14 Hinweise für die Erarbeitung der Massnahmenvorschläge

Für alle Risiken, welche in den vorangegangenen Kapiteln in den Bereich eines hohen Risikos fallen und somit einen erhöhten Handlungsbedarf aufweisen, finden sich Massnahmen in Kapitel 6.

Für alle Risiken mit hohem Handlungsbedarf sind in der Abb. 24 Massnahmen ersichtlich, welche die entsprechenden Risiken verringern sollen. Details zu den Massnahmen sind dem Kapitel 6 zu entnehmen. Die Nummern entsprechen der Massnahmennummerierung gemäss dem genannten Kapitel.

**Abb. 24 > Gefährdungen und Massnahmen, welche diese verringern können**



## 5.15 Abschätzung der Risiken einer einzelnen Wasserversorgung

Auf die gleiche Art und Weise, wie in diesem Kapitel beschrieben, kann jede Wasserversorgung gestützt auf die Matrix der Eigenschaften der Wasserversorgung und der Gefährdungen (Abb. 16) selbst ihre eigenen Risiken abschätzen, priorisieren und die notwendigen Massnahmen einleiten. Dazu muss sie gewisse Eckwerte wenigsten qualitativ kennen oder vorgängig ermitteln (Abszisse der Matrix):

- die für die Wasserversorgung verwendeten Ressourcen (z. B. Karstquelle ohne Gletscher),
- die Art der Aufbereitung (z. B. Desinfektion),
- der Grad der Vernetzung (selbständig),
- der Wiederbeschaffungswert (WBW) pro Einwohner (z. B. hoher WBW pro Einwohner),
- die Grösse der Wasserversorgung (z. B. < 1000 Einwohner),
- die Trägerschaft (z. B. Vollversorger),
- die Prägung der Region (z. B. ländlich),
- der Anteil Tourismus (z. B. mittel),
- die Bevölkerungsentwicklung (z. B. rückläufig),
- der Anteil privater Wasserversorgungen (z. B. hoch) sowie
- die Finanzstärke der Region (z. B. schwach).

Auf der Ordinate sind die Gefährdungen nach Zielen (Ressourcenschutz, Versorgungssicherheit, Werterhaltung der Infrastruktur, Qualität und Wirtschaftlichkeit) gruppiert. Damit kann die Wasserversorgung die Wahrscheinlichkeit einer Beeinträchtigung durch die identifizierten Gefährdungen abschätzen (z. B. bedeutet rot eine hohe Wahrscheinlichkeit einer Beeinträchtigung der Wasserversorgung; so ist beispielsweise die Versorgungssicherheit einer Wasserversorgung, die eine Karstquelle ohne Anbindung an einen Gletscher nutzt, bei lang anhaltender Trockenheit gefährdet).

# 6 > Massnahmen für eine zukunftsfähige Wasserversorgung

## 6.1 Grundlagen für die Erarbeitung der Massnahmen

Folgende im Rahmen des Projekts Wasserversorgung 2025 erarbeiteten Dokumente bilden die **Grundlagen** für die Massnahmenvorschläge:

- Kantonsumfrage[21]
- Aktuelle Themen der Wasserversorgung (Kapitel 4)
- Risiko- und Szenario-Analyse (Kapitel 5)

**Kantonsumfrage:** Im Rahmen der Kantonsumfrage wurden die Kantone gebeten, einen umfassenden Fragebogen auszufüllen. Ziel war unter anderem, die Kantone nach ihren Bedürfnissen und Wünschen bezüglich einer Wasserversorgungsstrategie auf Stufe Bund zu fragen. Die Rückmeldungen der Kantone flossen in den Massnahmenkatalog ein.

**Risiko- und Szenarioanalyse:** Die Risiko- und Szenario-Analyse basiert auf der Kombination der einzelnen Ziele mit möglichen Zukunftsszenarien. Sie identifiziert die wichtigsten Herausforderungen für die Zukunft und gibt auf technisch-theoretischer Ebene Hinweise, wo Massnahmen zur besseren Erreichung der Ziele sinnvoll sind.

**Aktuelle Themen der Wasserversorgung:** Auf Basis einer Literaturrecherche wurden die Resultate verschiedener für die Wasserversorgung relevanter Aspekte (Klima, Demografie, Nutzungsdruck, Wassernutzung, ökonomische Aspekte und Nutzungskonflikte) zusammengefasst und Schlussfolgerungen für die Wasserversorgung gezogen.

**Was sind die Ziele und Bedürfnisse der Wasserversorgung?**

Zu Beginn des Projekts wurden die Ziele der Wasserversorgung von Fachexperten im Rahmen eines Workshops festgelegt. Sie basieren auf den vom SVGW festgelegten Zielen der Wasserversorgung und dienen als Rahmen für das gesamte Projekt.

**Tab. 8 > Ziele und Bedürfnisse der Wasserversorgung**

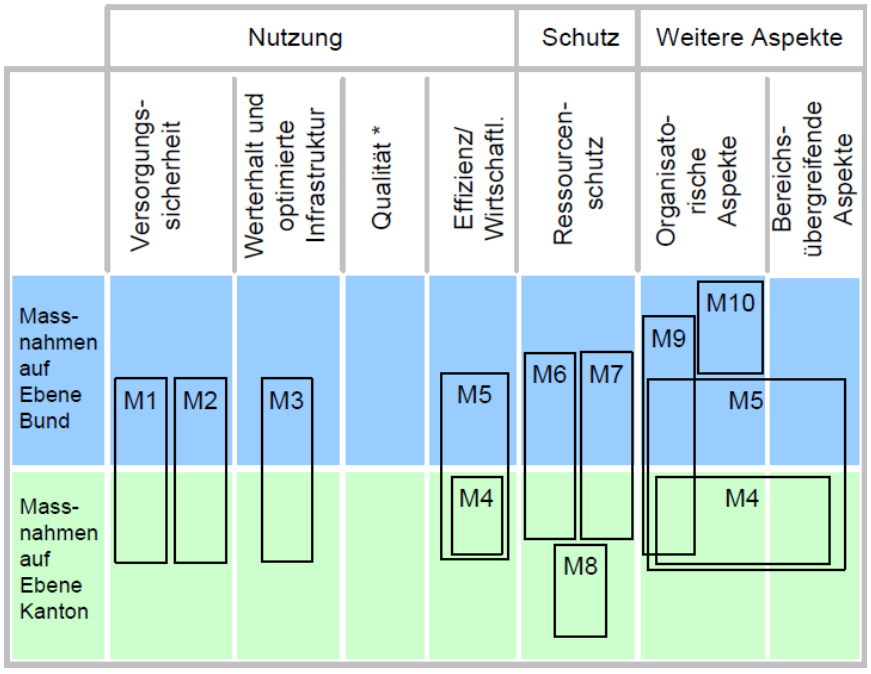
| | |
|---|---|
| Nutzung | **Versorgungssicherheit:** Die Wasserversorgung ist auch bei längerer oder wiederkehrender Trockenheit, bei qualitativen Problemen sowie bei periodischem oder plötzlich auftretendem Spitzenbedarf gewährleistet. |
| | **Werterhaltung und optimierte Infrastruktur:** Die Infrastrukturen werden instand gehalten und im Bedarfsfall erneuert oder ergänzt. Dazu klären die Zuständigen regelmässig, welche Infrastrukturen wo benötigt werden. |
| | **Qualität:** Trink-, Brauch- und Löschwasser entsprechen zu jeder Zeit den qualitativen Anforderungen und stehen in den benötigten Mengen zur Verfügung. |
| | Effizienz/Wirtschaftlichkeit: Die Wasserversorgung erfüllt die genannten Ziele kostengünstig. |
| Schutz | Ressourcenschutz: Die Ressourcen (Grundwasservorkommen und Oberflächengewässer) sind so geschützt und bewirtschaftet, dass überall und jederzeit genügend Trink-, Brauch- und Löschwasser zur Verfügung steht. |

**Wer ist in der Schweiz für die Wasserversorgung zuständig?**

1. die Gemeinden (hauptsächlich)
2. die Kantone (für die Wasserversorgung in Notlagen, Ressourcenschutz, Koordination mit der Raumplanung, Vollzug des Gewässerschutz-/Lebensmittelrechts usw.)
3. der Bund (Aufsicht über die Wasserversorgung in Notlagen)

## 6.2 Aufbau des Massnahmenkatalogs

**Abb. 25 > Aufbau des Massnahmenkatalogs für eine zukunftsfähige Wasserversorgung**



Auf Basis der Ziele (→ Tab. 8) und der in → Kapitel 6.1 erwähnten Grundlagen wurden Massnahmenvorschläge erarbeitet. Diese Massnahmen decken alle relevanten Risiken der Risiko- und Szenarioanalyse sowie die wichtigsten von den Kantonen genannten und in der Literatur erwähnten Herausforderungen ab.

Die empfohlenen Massnahmen sind anhand der Ziele gegliedert und setzen bei Bund, Kantonen, Gemeinden und Wasserversorgungen an (→ Abb. 25).

## 6.3 Empfohlene Massnahmen

**Versorgungssicherheit**

| Bund | Kanton |
|---|---|
| **M1 Zweites Standbein (Intelligente Vernetzung)**<br>Der Bund legt Grundsätze fest, die gewährleisten, dass Wasserversorgungen über so viele Wasserbezugsorte aus voneinander unabhängigen Ressourcen verfügen, dass beim Ausfall einer Ressource mittelfristig mindestens der mittlere Tagesbedarf gedeckt werden kann. | Der Kanton setzt diese Forderung um. |
| **M2 Einrichten von Bereitschaftsdispositiven**<br>Der Bund legt Grundsätze fest, die gewährleisten, dass die erforderlichen Überwachungs-, Alarm- und Bereitschaftsdispositive bestehen. | Der Kanton setzt diese Grundsätze um. |

**Werterhaltung und optimierte Infrastruktur**

| | |
|---|---|
| **M3 Infrastrukturmanagement**<br>Der Bund fördert<br>• die Inventarisierung der bestehenden Trink- und Brauchwasserinfrastruktur mit Angaben zum Zustand;<br>• Unterhalts- und Erweiterungsplanungen;<br>• die flächendeckende Erstellung von Anlagebuchhaltungen und langfristigen Finanzplanungen. | Der Kanton setzt diese Forderungen um. Er macht zudem Vorgaben zum Eigenfinanzierungsgrad der Infrastrukturen. |

**Qualität**

Während die bestehenden Massnahmen zur Qualitätssicherung beim Trinkwasser ausreichen (Selbstkontrolle, kantonale Trinkwasserkontrolle, Monitoring auf kantonaler und auf Bundesebene), sind Vollzugslücken bei der Qualitätssicherung der Ressourcen festzustellen (ungenügende Umsetzung der Gewässerschutzmassnahmen insbesondere in den noch nicht überall rechtsgültig ausgeschiedenen Grundwasserschutzzonen und -arealen). Massnahmen diesbezüglich finden sich im Kapitel Ressourcenschutz.

**Effizienz/Wirtschaftlichkeit und Organisation**

| Bund | Kanton |
|---|---|
| | **M4 Regionale Wasserversorgungsplanung**<br>Der Kanton sorgt für die Erstellung regionaler Wasserversorgungsplanungen (über die Einzugsgebiete mehrerer Wasserversorgungen) und berücksichtigt dabei den aktuellen und zukünftigen Wasserbedarf (örtlich, zeitlich) aufgrund der erwarteten Entwicklung der Bevölkerung und der Wirtschaft. |
| **M5 Verbesserung der Organisation**<br>Der Bund fördert Reorganisations- und Regionalisierungsmassnahmen, wo aufgrund der regionalen Wasserversorgungsplanung (siehe M4) eine Verbesserung von Qualität, Versorgungssicherheit und Effizienz der Wasserversorgung zu erwarten ist. Er fördert und unterstützt die Kantone finanziell, um die Professionalisierung und Qualitätssicherung in der Wasserversorgung zu verbessern. | Der Kanton setzt diese Forderung um. |

**Ressourcenschutz**

| Bund | Kanton |
|---|---|
| **M6 Wasserressourcen-Nutzungsplanung**<br>Der Bund fördert und unterstützt die Erarbeitung kantonaler und interkantonaler Wasserressourcen-Nutzungsplanungen. | Der Kanton erarbeitet eine kantonale Wasserressourcen-Nutzungsplanung. |
| **M7 Umgang mit Nutzungskonflikten**<br>Der Bund erarbeitet ein gesamtschweizerisch einheitliches und verbindliches Instrument für die Prioritätensetzung bei Wassernutzungskonflikten. | Der Kanton wendet das vom Bund erarbeitete Instrument bei Nutzungskonflikten an. |
| | **M8 Verbesserung im Vollzug des Gewässerschutzes**<br>Der Kanton vollzieht den planerischen Grundwasserschutz und kontrolliert dessen Umsetzung. |

**Organisatorische Aspekte**

| Bund | Kanton |
|---|---|
| **M9 Erheben und Bewirtschaften der Daten**<br>Der Bund legt Grundsätze fest<br>• für die Erhebung und Bewirtschaftung der Daten über Gewässerschutz und -nutzung, Wasserqualität im Allgemeinen und Trinkwasserqualität im Besonderen sowie für ökonomische Kennzahlen;<br>• für einen offenen, harmonisierten Daten- und Informationsaustausch. | Der Kanton erhebt und bewirtschaftet die Daten und trägt zu einem offenen, harmonisierten Daten- und Informationsaustausch bei. |
| **M10 Bundesinterne Koordination**<br>Der Bund verbessert bzw. regelt die Koordination unter den Bundesämtern bezüglich der Wasserversorgung. | |

## 6.4 Erläuterungen zu den Massnahmen im Bereich Nutzung – Versorgungssicherheit

### M1: Zweites Standbein (Intelligente Vernetzung)

**Bund:**
*Der Bund empfiehlt, dass grosse und mittlere Wasserversorgungen über so viele Wasserbezugsorte aus voneinander unabhängigen Ressourcen verfügen, dass beim Ausfall einer Ressource mittelfristig mindestens der mittlere Tagesbedarf gedeckt werden kann.*

**Kanton:**
*Der Kanton setzt diese Empfehlung um.*

**Beschreibung der Massnahme**

Zur Sicherstellung des Wasserdargebotes sollte jede Wasserversorgung über so viele Wasserbezugsorte aus voneinander unabhängigen Ressourcen verfügen, dass beim Ausfall einer Ressource (z. B. durch eine akute Verschmutzung oder anhaltende Trockenheit) mittelfristig mindestens der mittlere tägliche Wasserbedarf gedeckt werden kann. Ausgenommen von diesem Grundsatz sind Wasserversorgungen, bei denen das Risiko eines Ausfalls der genutzten Ressource äusserst gering ist.

**Begründung der Massnahme**

Verbundanlagen garantieren eine sichere Versorgung der Bevölkerung und Wirtschaft mit Trink-, Brauch- und Löschwasser. Sie ermöglichen einen gemeindeübergreifenden Wasseraustausch und sichern die Versorgung bei einem Ausfall von Wasserversorgungsanlagen.

**Umsetzung und weitere Hinweise**

| | |
|---|---|
| Akteure | BAFU (Unterstützung), Kanton (Planung), Wasserversorgungen (Umsetzung) |
| Planungshorizont | mittelfristig |
| Priorität | hoch |
| Bezug zu weiteren Zielen | Qualität |
| Bezug zu weiteren Massnahmen | **M6** Wasserressourcen-Nutzungsplanung,<br>**M5** Verbesserung der Organisation |

### M2: Einrichten von Bereitschaftsdispositiven

**Bund:**
*Der Bund fordert die Einrichtung von Überwachungs-, Alarm- und Bereitschaftsdispositiven.*

**Kanton:**
*Der Kanton setzt diese Forderung um.*

**Beschreibung der Massnahme**

Die Überwachungs-, Alarm- und Bereitschaftsdispositive sollen lokale und regionale Risikosituationen berücksichtigen. Sie kommen zum Tragen bei:

- ausserordentlichen Naturereignissen;
- Stromausfällen;
- Stör- und Unfällen;
- Trockenperioden mit ausserordentlichem Wasserbedarf (beispielsweise für Bewässerung, Kühlung, Löscheinsätze);
- Wassermangel (z. B. versiegende Quellen, sinkende Grund- und Seewasserspiegel, niedriger Abfluss bei Fliessgewässern).

**Begründung der Massnahme**

Ausserordentliche Ereignisse können erfahrungsgemäss nur bewältigt werden, wenn die verantwortlichen Stellen und insbesondere die Wasserversorger darauf vorbereitet sind.

Um die erforderlichen Bereitschaftsdispositive einrichten zu können, sind auf lokaler und regionaler Ebene unter anderem detaillierte Kenntnisse über mögliche extreme Naturereignisse, über die Folgen von Stromausfällen und über mögliche Stör- und Unfälle notwendig. Zudem werden Szenarien für lang anhaltende Trockenheit und einen erhöhten Löschwasserbedarf benötigt. Für die Beschaffung der erforderlichen Grundlagen und die koordinierte Erarbeitung dieser Szenarien und Bereitschaftsdispositive sollte eine Beteiligung des Kantons und die Unterstützung durch den Bund geprüft werden.

**Umsetzung und weitere Hinweise**

| | |
|---|---|
| Akteure | BAFU (Unterstützung), Kanton (Umsetzung gemeinsam mit den Wasserversorgungen) |
| Planungshorizont | mittelfristig |
| Priorität | **Hoch** |
| Bezug zu weiteren Zielen | Qualität |
| Bezug zu weiteren Massnahmen | **M6** Wasserressourcen-Nutzungsplanung,<br>**M5** Verbesserung der Organisation |

## 6.5 Erläuterungen zu den Massnahmen im Bereich Nutzung – Werterhaltung und optimierte Infrastruktur

### M3: Infrastrukturmanagement

**Bund:**
*Der Bund schafft die notwendigen Grundlagen für*
- *die Inventarisierung der bestehenden Trink- und Brauchwasserinfrastruktur mit Angaben zum Zustand;*
- *Unterhalts- und Erweiterungsplanungen;*
- *die flächendeckende Erstellung von Anlagebuchhaltungen und langfristigen Finanzplanungen.*

**Kanton:**
*Der Kanton setzt diese Forderungen konsequent um. Er macht zudem Vorgaben zum Eigenfinanzierungsgrad der Infrastrukturen.*

**Beschreibung der Massnahme**

Die Wasserversorgungen bewirtschaften ein beachtliches Infrastrukturportofolio mit einem Wiederbeschaffungswert von rund 50 Milliarden Schweizer Franken. Um die Werterhaltung zu gewährleisten, muss die bestehende Infrastruktur inventarisiert und deren Zustand ermittelt werden. Zudem müssen auch Unterhalts- und Erweiterungsplanungen berücksichtigt werden.

Wasserversorgungen sollen verpflichtet werden, eine Anlagebuchhaltung und eine langfristige Infrastruktur- und Finanzplanung zu erstellen. Dies stellt sicher, dass die erforderlichen Investitionen bekannt sind und die dafür nötige Finanzierung gewährleistet werden kann. Es sollen kantonale Vorgaben zum Eigenfinanzierungsgrad gemacht werden. Zudem sollen die Kantone entscheiden, ob die Wasserversorgungen Rücklagen für den Unterhalt und die Erneuerung der Infrastruktur bilden müssen, wie dies beim Abwasser heute schon im Bundesgesetz vorgeschrieben ist.

Im Rahmen neuer Regelungen könnten auch nationale Vorgaben für die Erstellung von Anlagenbuchhaltungen und die Bildung von Rücklagen gemacht werden.

**Begründung der Massnahme**

Eine wesentliche Herausforderung der Wasserversorgung in der Schweiz dürfte auch in Zukunft die Gewährleistung des Infrastrukturunterhalts sein. Nötig sind deshalb:

- die Inventarisierung der Trink- und Brauchwasserinfrastruktur und die Ermittlung ihres Zustands;
- eine Anlage- und Finanzplanung, die sicherstellt, dass die für die Werterhaltung nötigen Investitionen rechtzeitig erkannt und getätigt werden können,

Mit diesen Grundlagen kann unter anderem

> gewährleistet werden, dass die Infrastruktur in einem guten Zustand bleibt;
> verhindert werden, dass die Gebühren sprunghaft ansteigen;
> eine Unterfinanzierung verhindert werden.

**Umsetzung und weitere Hinweise**

| | |
|---|---|
| Akteure | BAFU (Unterstützung), Kanton (fordert von den Wasserversorgungen), Wasserversorgungen (Umsetzung) |
| Planungshorizont | Mittelfristig |
| Priorität | **Mittel** |
| Bezug zu anderen Zielen | Effizienz/Wirtschaftlichkeit |
| Bezug zu anderen Massnahmen | **M9** Erheben und Bewirtschaften der Daten,<br>**M5** Verbesserung der Organisation |

## 6.6 Erläuterungen zum Bereich Nutzung – Qualität

### Wieso braucht es keine Massnahmen auf Bundesebene?

Die Anforderungen an das Trinkwasser sind in der Lebensmittelgesetzgebung festgeschrieben. Darin sind die Selbstkontrolle, die kantonale Trinkwasserkontrolle sowie das Monitoring auf kantonaler und auf Bundesebene geregelt. Die Anforderungen an das Rohwasser (Grund- und Oberflächenwasser, das als Trinkwasser genutzt wird) sind in der Gewässerschutzgesetzgebung festgelegt.

Beide Gesetzgebungen werden aufgrund neuer Erkenntnisse laufend angepasst. Diese Prozesse haben sich bewährt, auch wenn sie teilweise langwierig sind. Zusätzliche Massnahmen zum Umgang mit neu auftretenden Verunreinigungen haben deshalb eine geringe Priorität.

Während die bestehenden Massnahmen zur Qualitätssicherung beim Trinkwasser ausreichen (Selbstkontrolle, kantonale Trinkwasserkontrolle, Monitoring auf kantonaler und Bundesebene), sind Vollzugslücken bei der Qualitätssicherung der Ressourcen festzustellen (ungenügende Umsetzung der Gewässerschutzmassnahmen, insbesondere in den noch nicht überall rechtsgültig ausgeschiedenen Grundwasserschutzzonen und -arealen). Diese Vollzugslücken sollen mit Massnahme 8 geschlossen werden.

## 6.7 Erläuterungen zu den Massnahmen im Bereich Nutzung – Effizienz/Wirtschaftlichkeit

### M4: Regionale Wasserversorgungsplanung

**Kanton:**
*Der Kanton sorgt für die Erstellung regionaler Wasserversorgungsplanungen (über die Einzugsgebiete/Versorgungsgebiete mehrerer Wasserversorgungen hinaus).*

**Beschreibung der Massnahme**

Der Kanton sorgt für die Erstellung von regionalen Wasserversorgungsplanungen, welche aufeinander abgestimmt sind. Der Kanton wirkt insbesondere durch finanzielle Anreize lenkend auf die Wasserversorgungen ein. Die kommunalen Wasserversorgungsplanungen (Generelle Wasserversorgungsprojekte GWP und ähnliche) richten sich nach diesen regionalen Planungen. Ziel ist die Verbesserung von Versorgungssicherheit, Qualität und Effizienz der Wasserversorgung.

**Begründung der Massnahme**

Mit einem generellen Wasserversorgungsprojekt wird ein Gesamtkonzept für eine einzelne Wasserversorgung mit dem Ziel erstellt, die Wasserversorgung in Bezug auf Versorgungssicherheit, Qualität und Kosten zu optimieren. Eine solche Planung beantwortet technische Fragen (z. B. welche Leitungen, Pumpwerke und Reservoire benötigt werden) und behandelt qualitative, organisatorische und finanzielle Aspekte wie die Zusammenarbeit mit anderen Wasserversorgungen, die Gebührenfestsetzung oder die Kommunikation. Regionale Wasserversorgungsprojekte sollen über die Einzugsgebiete grösserer oder mehrerer kleinerer Wasserversorgungen Antworten darauf liefern, wie die Wasserversorgung am besten organisiert wird. Es ist zu eruieren, welche Fassungen nötig sind, ob Verbundleitungen zur Erhöhung der Versorgungssicherheit gebaut werden müssen oder wie die Ressourcen bewirtschaftet werden können. Die Basis dafür bildet die Wasserressourcen-Nutzungsplanung des Kantons (siehe **M6**).

**Umsetzung und weitere Hinweise**

| | |
|---|---|
| Akteure | Kanton (Planung in Zusammenarbeit mit den Wasserversorgungen), Wasserversorgungen (Mitarbeit) |
| Planungshorizont | mittelfristig |
| Priorität | **hoch** |
| Bezug zu weiteren Massnahmen | **M5** Verbesserung der Organisation,<br>**M6** Wasserressourcen-Nutzungsplanung |

### M5: Verbesserung der Organisation

**Bund:**
*Der Bund fördert Reorganisations- und Regionalisierungsmassnahmen, wo aufgrund der regionalen Wasserversorgungsplanung (siehe M4) eine Verbesserung von Versorgungssicherheit, Qualität und Effizienz der Wasserversorgung zu erwarten ist. Er fördert und unterstützt die Kantone finanziell, um die Professionalisierung und Qualitätssicherung in der Wasserversorgung zu erhöhen.*

**Kanton:**
*Der Kanton koordiniert diese Massnahmen.*

**Beschreibung der Massnahme**

Reorganisationen und Regionalisierungen sollen vom Bund gefördert werden, wo aufgrund der regionalen Wasserversorgungsplanung (siehe M4) eine Verbesserung von Versorgungssicherheit, Qualität und Effizienz der Wasserversorgung zu erwarten ist. Denkbar sind Massnahmen sowohl auf technischer als auch auf organisatorischer Ebene, beispielsweise Zusammenschlüsse mehrerer Trägerschaften oder Betriebsgemeinschaften. In diesen Fällen verlangt der Bund, dass die Kantone sich für Reorganisations- und Regionalisierungsmassnahmen einsetzen. Die Kantone melden Reorganisations- und Regionalisierungsprojekte dem Bund. Dieser kann die dafür nötige finanzielle Unterstützung festlegen.

**Begründung der Massnahme**

Es gibt verschiedene Organisationsformen und Trägerschaften für Wasserversorgungen. Oftmals können Veränderungen der Strukturen (insbesondere die Reduktion von Trägerschaften) zu einer Effizienzsteigerung und Professionalisierung führen. Häufig werden dadurch die Werterhaltung der Infrastrukturen und die Versorgungssicherheit positiv beeinflusst sowie die Kosten gesenkt.

**Umsetzung und weitere Hinweise**

| | |
|---|---|
| Akteure | BAFU (Unterstützung), Kanton (setzt Rahmenbedingungen), Wasserversorgungen (Umsetzung) |
| Planungshorizont | mittelfristig/langfristig |
| Priorität | **mittel** |
| Bezug zu weiteren Massnahmen | **M9** Erheben und Bewirtschaften der Daten |

## 6.8 Erläuterungen zu den Massnahmen im Bereich Schutz – Ressourcenschutz

### M6: Wasserressourcen-Nutzungsplanung

**Bund:**
*Der Bund fördert und unterstützt die Erarbeitung kantonaler und interkantonaler Wasserressourcen-Nutzungsplanungen.*

**Kanton:**
*Der Kanton erarbeitet eine kantonale Wasserressourcen-Nutzungsplanung.*

**Beschreibung der Massnahme**

Die Kantone erarbeiten eine kantonale Wasserressourcen-Nutzungsplanung. Diese vermittelt eine gesamtkantonale – bei kantonsübergreifenden Wasservorkommen eine interkantonale – Übersicht über die relevanten qualitativen und quantitativen Aspekte der Wasserressourcen. Die Hoheit liegt dabei beim Kanton. Der Bund gibt die Rahmenbedingungen vor und fördert die Planungen mit finanzieller und fachlicher Unterstützung. Das Ziel ist, den bisher praktizierten Ressourcen*schutz* mit einem geeigneten Werkzeug für eine zukunftsorientierte Ressourcen*bewirtschaftung* zu ergänzen.

Die wichtigsten Elemente der Wasserressourcen-Nutzungsplanung sind:

- Die Kantone verfügen über alle planungsrelevanten Informationen ihrer Wasserressourcen.
- Die Rahmenbedingungen für die Nutzung der Ressourcen sind festgelegt. Insbesondere ist geklärt, welches Wasser für welche Zwecke genutzt werden soll. Dabei werden sowohl die qualitativen, wie auch die quantitativen Aspekte der Ressource und der Nutzung berücksichtigt. (siehe auch auch **M7** Umgang mit Nutzungskonflikten)

**Begründung der Massnahme**

Der Bund hat sich bis heute – mit Erfolg – auf den Ressourcen*schutz* konzentriert. Dieser bleibt wichtig (siehe auch **M8** Verbesserung im Vollzug des Gewässerschutzes und **M7** Umgang mit Nutzungskonflikten). In Anbetracht der demografischen und wirtschaftlichen Veränderungen (v. a. in den Ballungszentren), des zunehmenden Drucks auf die Ressourcen (z. B.durch die Landwirtschaft) und der möglichen Auswirkungen des Klimawandels reicht dies aber nicht mehr aus.

Die Kantonsumfrage[21] hat gezeigt, dass in den meisten Kantonen bereits temporäre Versorgungsengpässe vorgekommen sind. Auch wenn diese bis heute regional begrenzt sind, sollen sie in Zukunft möglichst verhindert werden. Die Wasserressourcen-Nutzungsplanung soll dazu beitragen, solche Vorkommnisse zu vermeiden. Zudem zeigte sich, dass in den meisten Kantonen die Wasserentnahmen nicht genau bekannt sind. Die Planung bildet schliesslich eine wichtige Grundlage im Hinblick auf die Vermeidung oder Klärung von Nutzungskonflikten.

| | |
|---|---|
| Akteure | BAFU (Unterstützung), Kanton (Umsetzung) |
| Planungshorizont | mittelfristig |
| Priorität | **hoch** |
| Bezug zu weiteren Zielen | Versorgungssicherheit, Qualität |
| Bezug zu weiteren Massnahmen | **M7** Umgang mit Nutzungskonflikten |

Umsetzung und weitere Hinweise

### M7: Umgang mit Nutzungskonflikten

**Bund:**
*Der Bund erarbeitet ein Instrument für die Prioritätensetzung bei Wassernutzungskonflikten.*

**Kanton:**
*Der Kanton wendet das vom Bund erarbeitete Instrument bei Nutzungskonflikten an.*

Beschreibung der Massnahme

Mittelfristig sind Grundsätze festzulegen und Instrumente zu schaffen zur Beantwortung der folgenden Fragen:

- Welche Ressourcen werden für welche Zwecke genutzt? (siehe auch **M6** Wasserressourcen-Nutzungsplanung)
- Welche Nutzungen erhalten wann Priorität?

Dabei soll ein Vorgehen entwickelt werden, das eine nachvollziehbare regionale Situationsanalyse und zuverlässige, gerechte Einzelfallprüfungen ermöglicht.

Begründung der Massnahme

Nebst der öffentlichen Wasserversorgung gilt es, die vielen anderen Nutzungen zu berücksichtigen, welche sich gegenseitig und oft auch die öffentliche Wasserversorgung konkurrenzieren. Diese Konkurrenzsituationen bezüglich der Wasserressourcen bestehen vielerorts bereits heute[21]. Mit den absehbaren klimatischen und demografischen Veränderungen könnten sich solche Konflikte noch verstärken. Beispielsweise nimmt mit der zunehmenden Zersiedelung der Druck auf die Grundwasserschutzzonen zu (siehe hierzu auch **M8** Verbesserung im Vollzug des Gewässerschutzes). Zusätzlich zu den quantitativen Nutzungskonflikten bestehen häufig auch welche im Hinblick auf die Qualität. Weitere Nutzungskonflikte treten bei thermischer Nutzung der Gewässer auf sowie bei der Landwirtschaft (Bewässerung), bei Revitalisierungen usw. Erschwerend kommt hinzu, dass den Kantonen die Wasserentnahmen nur teilweise bekannt sind. Heute fehlen standardisierte Instrumente, damit bei konkreten Nutzungskonflikten die verschiedenen Interessen abgewogen und nachvollziehbare Entscheide, wie das verfügbare Wasser optimal einzusetzen ist, gefällt werden können.

| | |
|---|---|
| Akteure | BAFU (Vorgaben), Kanton (Ausführung) |
| Planungshorizont | kurzfristig |
| Priorität | **hoch** |
| Bezug zu weiteren Zielen | Versorgungssicherheit, Qualität |
| Bezug zu weiteren Massnahmen | **M6** Wasserressourcen-Nutzungsplanung |

**Umsetzung und weitere Hinweise**

### M8: Verbesserung im Vollzug des Gewässerschutzes

**Kanton:**
*Der Kanton vollzieht den planerischen Grundwasserschutz und kontrolliert dessen Umsetzung.*

**Beschreibung der Massnahme**

Der Kanton sorgt dafür, dass alle Fassungen im öffentlichen Interesse über rechtskonforme Grundwasserschutzzonen verfügen. Falls dies nicht möglich ist, sind anderswo rechtskonform schützbare Ressourcen zu finden.

**Begründung der Massnahme**

Die Umsetzung des planerischen Grundwasserschutzes ist nicht in allen Kantonen gleich weit fortgeschritten. Im Hinblick auf die zunehmende Zersiedelung ist es wichtig, nebst den bereits genutzten Grundwasservorkommen mögliche zukünftig nutzbare Vorkommen mit Grundwasserschutzarealen zu schützen, bevor diese überbaut sind.

In etlichen Kantonen bestehen noch immer zahlreiche provisorische und undifferenzierte Grundwasserschutzzonen[21]. Auch divergieren die Definitionen, ab wann eine Fassung im öffentlichen Interesse liegt[11] und somit eine Grundwasserschutzzone benötigt. Zudem werden die Auflagen der Schutzzonenreglemente bei Weitem nicht immer eingehalten[49].

| | |
|---|---|
| Akteure | Kanton (Vollzug und Kontrolle), Wasserversorgungen (sorgen für die Einhaltung der Nutzungsbeschränkungen) |
| Planungshorizont | mittelfristig |
| Priorität | **Mittel** |
| Bezug zu weiteren Massnahmen | **M7** Umgang mit Nutzungskonflikten |

**Umsetzung und weitere Hinweise**

[11] z. B. ab 2 Liegenschaften oder alle milchverarbeitenden Betriebe, welche über eine eigene Fassung verfügen

## 6.9 Organisatorische Aspekte

### M9: Erheben und Bewirtschaften der Daten

**Bund:**
*Der Bund schafft die notwendigen Grundlagen für*
- *die Erhebung und Bewirtschaftung der Daten bezüglich Wassernutzung, Gewässerschutz, Trinkwasserqualität und ökonomischen Kennzahlen;*
- *einen offenen, harmonisierten Daten- und Informationsaustausch zur Erhöhung der Transparenz in der Wasserversorgung.*

*Er berücksichtigt dabei insbesondere auch die Erfahrungen aus den Projekten Digitale Gewässerschutzkarte, Wasserversorgungsatlas und Nationale Grundwasserbeobachtung (NAQUA).*

**Kanton:**
*Der Kanton erhebt und bewirtschaftet die Daten und trägt zu einem offenen, harmonisierten Daten- und Informationsaustausch bei.*

**Beschreibung der Massnahme**

Der Bund erstellt ein nationales Datenkonzept, das die notwendigen Datenflüsse und die Aktualisierung der Daten zur Wasserversorgung für alle Akteure (verschiedene Bundesämter, Kantone, Gemeinden, Versorger) regelt. Die Vorgaben bezüglich der Datenmodelle können in die neu zu erstellende Verordnung zum Geoinformationsgesetz integriert werden. Der Bund definiert zudem die Daten, die zur Verfügung gestellt werden müssen.

**Begründung der Massnahme**

Die kleinräumige Struktur der Wasserversorgung sowie die fehlende Gesetzgebung zur Wasserversorgung auf Bundesebene erschweren einen Überblick über die qualitativen, quantitativen, finanziellen und organisatorischen Aspekte der Wasserversorgung in der Schweiz. Unabhängig davon, ob neue nationale Regelungen getroffen werden, sollten deshalb die Daten erhoben werden, damit die erforderlichen Informationen zentral im nötigen Detaillierungsgrad zur Verfügung stehen.

**Umsetzung und weitere Hinweise**

| | |
|---|---|
| Akteure | BAFU und BAG (Erhebung), BLW, Kanton, SVGW (Datenlieferung) |
| Planungshorizont | mittelfristig |
| Priorität | **hoch** |
| Bezug zu anderen Zielen | Effizienz/Wirtschaftlichkeit |
| Bezug zu anderen Massnahmen | **M5** Verbesserung der Organisation |

### M10: Koordination unter den Bundesämtern

**Bund:**
*Der Bund verbessert bzw. regelt die Koordination unter den Bundesämtern bezüglich der Wasserversorgung.*

**Beschreibung der Massnahme**

Beim Bund sind das Bundesamt für Umwelt (BAFU) und das Bundesamt für Gesundheit (BAG) beim Thema Wasserversorgung federführend – und für die Notwasserversorgung das Bundesamt für wirtschaftliche Landesversorgung (BWL). Ein weiterer wichtiger Partner ist das Bundesamt für Landwirtschaft (BLW): einerseits, wenn es um den Schutz der Wasserressourcen vor Beeinträchtigungen geht (Nährstoffe, Pflanzenschutzmittel, Tierarzneimittel), andererseits ist die Landwirtschaft selbst eine bedeutende Nutzerin der Wasserressourcen (Bewässerung, Viehtränken, Reinigung von Geräten usw.). Diese verteilte Zuständigkeit führt zu Inkonsistenzen. Der Bund soll deshalb seinen Standpunkt vereinheitlichen und gegenüber den Kantonen und weiteren Akteuren klar vertreten. Dafür ist eine verbesserte Koordination unter den Bundesämtern nötig.

**Begründung der Massnahme**

Da die Wasserversorgung verschiedene Ämter betrifft, ist es wichtig, dass die Aufgaben in Sachen Wasserversorgung zwischen den Bundesämtern koordiniert werden. Der Wunsch nach mehr Koordination unter den Bundesämtern geht auch aus der Umfrage bei den Kantonen hervor.

**Umsetzung und weitere Hinweise**

| | |
|---|---|
| Akteure | BAFU, BAG, BLW, BWL, ggf. weitere Bundesämter |
| Planungshorizont | kurzfristig |
| Priorität | **mittel** |
| Kosten für die Umsetzung | tiefe Kosten |
| Bezug zu anderen Massnahmen | **M9** Erheben und Bewirtschaften der Daten |

# 7 > Synthese und Handlungsempfehlungen

Der Hitzesommer 2003 hat gezeigt, dass die Schweiz eine sorgfältige und vorausschauende Wasserressourcenplanung benötigt. Zwei Themen stehen seither im Zentrum der Diskussion: Trinkwasser und landwirtschaftliche Bewässerung. Bei beiden steht die Angst vor der Knappheit der Ressource im Vordergrund. Bei einer rechtzeitigen und umsichtigen Planung und Nutzung hat die Schweiz jedoch keine Wasserknappheit zu erwarten.

Die Rolle des Bundes im Bereich Wasserversorgung war bisher eher marginal. Eine Umfrage bei den Kantonen zwischen Juli 2010 und März 2011 (Kapitel 3) hat aber ergeben, dass die meisten Kantone eine Führungsrolle des Bundes bei gewissen Themen begrüssen würden. Gewünscht werden bundesweit abgestimmte, klare und kohärente Vorgaben. Die vorliegende Studie liefert erste Hinweise, wo der Handlungsbedarf am grössten ist.

Im Zentrum stand die Frage: Welche Herausforderungen kommen auf die Schweiz zu, wenn sie ihre hochwertige, sichere und günstige Wasserversorgung erhalten will? Mit einer fundierten Analyse anhand von differenzierten Wasserversorgungsprofilen, drei Zukunftsszenarien und einem umfassenden Risikokatalog wurde diese Frage beantwortet.

Die Studie «Wasserversorgung 2025» orientiert sich an **fünf übergeordneten Zielen**. Diese leiten sich aus der SVGW-Empfehlung[12] zur strategischen Planung der Wasserversorgung ab. Sie sind entscheidend, um eine zuverlässige und günstige Wasserversorgung in der Schweiz zu erhalten und sie gleichzeitig für die zu erwartenden Veränderungen vorzubereiten.

## 7.1 Versorgungssicherheit

Die Wasserversorgung ist auch bei längeren oder wiederkehrenden Trockenheiten, bei qualitativen Problemen mit einer Ressource sowie bei periodischem oder plötzlich auftretendem Spitzenbedarf gewährleistet.

## 7.2 Werterhaltung und optimierte Infrastruktur

Die Infrastrukturen werden in Stand gehalten, im Bedarfsfall erneuert oder ergänzt. Dazu klären die Zuständigen regelmässig, welche Infrastrukturen wo benötigt werden.

[12] SVGW = Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches

## 7.3 Qualität

Trink-, Brauch- und Löschwasser entsprechen zu jeder Zeit den qualitativen Anforderungen und stehen in den benötigten Mengen zur Verfügung.

## 7.4 Effizienz / Wirtschaftlichkeit

Die Wasserversorgung erfüllt die oben genannten Ziele kostengünstig.

## 7.5 Ressourcenschutz

Die unter- und oberirdischen Ressourcen sind so geschützt und bewirtschaftet, dass überall und jederzeit genügend Trink-, Brauch- und Löschwasser zur Verfügung steht.

Um die Gefährdungen der Wasserversorgungen anhand repräsentativer Beispiele abschätzen zu können, wurden fünf typische Wasserversorgungsprofile definiert. Diese widerspiegeln die sehr unterschiedlichen Verhältnisse in der Schweiz. Sie basieren hauptsächlich auf folgenden Parametern:

- Eigenschaften der Ressource (Verletzlichkeit und Ergiebigkeit);
- Prägung der Region (ländlich, urban, etc.);
- Bevölkerungsentwicklung;
- finanzielle Situation in der Region;
- Grösse der Wasserversorgung;
- Vernetzung.

Die Profile sind in Kapitel 4.7 beschrieben.

Es wurden folgende Zukunftsszenarien geprüft:

- Schweiz in Wirtschaftskrise;
- Entwicklung gemäss heutigen Erwartungen (Bevölkerungswachstum von 10 % bis 2025, stabile Wirtschaftsentwicklung);
- florierende Wirtschaft, starker Klimawandel, geringes Umweltbewusstsein.

Alle drei Szenarien beinhalten einen mehr oder weniger starken Klimawandel. Mit langanhaltender Trockenheit, Gefährdung der Anlagen durch Naturereignisse und Wiederverkeimung durch erhöhte Wassertemperaturen ist somit in allen drei Szenarien zu rechnen. Andere Gefährdungen, wie schlechtes Infrastrukturmanagement während einer Wirtschaftskrise, sind je nach Szenario verschieden ausgeprägt.

Alle Kombinationen von Wasserversorgungsprofilen und Zukunftsszenarien wurden anhand eines Risikokataloges analysiert. Entscheidend für die Beurteilung sind zwei Faktoren: Die Eintretenswahrscheinlichkeit und die Schwere der Auswirkungen. So konnten die grössten Herausforderungen ermittelt und von marginalen Risiken unter-

schieden werden. Diese Triage ist für die Massnahmenplanung entscheidend. Die daraus resultierende Gesamtsicht zeigt, dass in den kommenden Jahren in keinem Szenario eine weitreichende Wasserknappheit zu erwarten ist. Jedoch ist ein vorausschauendes besseres Management der Ressourcen und Infrastrukturen notwendig, um Qualität und Quantität zu erhalten.

Die Studie zeigt, dass die folgenden **vier Herausforderungen** in den kommenden 20 Jahren für das Management der Wasserversorgung in der Schweiz von besonderer Bedeutung sind:

> **Zielkonflikte** (steigender Druck auf die Ressourcen durch Wachstum der Siedlungs- und Verkehrsflächen, Landwirtschaft, Renaturierungsvorhaben);
> **Abhängigkeit von verletzlichen Ressourcen** (Karstquellen, Uferfiltrate, exponierte Standorte, oberflächennahe und kleine Grundwasservorkommen);
> **Ungenügende Vernetzung** der Wasserversorgungen wegen mangelnder regionaler Koordination;
> **Mangelnder Unterhalt und fehlende Infrastrukturplanung** wegen mangelnder Ausbildung der zuständigen Personen und ungenügender Finanzierung / Kostendeckung.

Diesen vier Herausforderungen müssen sich die Behörden und Wasserversorger stellen, um die Wasserversorgung weiterhin in gewohnter Qualität gewährleisten zu können.

Mit **den** folgenden Empfehlungen können die identifizierten Herausforderungen zielführend angegangen werden. Der Bund sollte die Voraussetzungen für die Realisierung dieser Empfehungen schaffen und ist damit als erster in der Pflicht. Die konkrete Umsetzung liegt hingegen in erster Linie bei den Gemeinden, Wasserversorgungen und den Kantonen.

**Tab. 9 > Wasserressourcen-Nutzungsplanung**

*Die Wasserressourcen-Nutzungsplanung ist das wichtigste Instrument für ein nachhaltiges Wassernutzungsmanagement.*

| Zuständigkeiten und Vorgehen | Effekt |
|---|---|
| *Kantone*<br>• inventarisieren die Wasservorräte.<br>• inventarisieren die bestehenden Wassernutzungen.<br>• prognostizieren den künftigen Wasserbedarf.<br>• priorisieren die Nutzungen im Kantonsgebiet. | • Die Ressourcen sind bekannt.<br>• Die bestehenden Nutzungen sind bekannt.<br>• Der künftige Bedarf ist prognostiziert.<br>• Die Prioritäten sind bekannt.<br>• Das Wasser wird optimal und nachhaltig genutzt. |

**Tab. 10 > Verbesserung im Vollzug des Gewässerschutzes**

*Um auch künftig über Wasser in der benötigten Qualität und Menge zu verfügen, müssen Zielkonflikte und der steigende Druck auf nutzbare Wasserressourcen entsprechend den gewässerschutzrechtlichen Vorgaben gelöst werden. Nur mit rechtsgültig ausgeschiedenen Grundwasserschutzzonen können Trinkwasserfassungen ordnungsgemäss und dauerhaft geschützt werden.*

| Zuständigkeiten und Vorgehen | Effekt |
|---|---|
| *Kantone, Gemeinden und Wasserversorgungen*<br>• scheiden Grundwasserschutzzonen und -areale rechtsgültig aus.<br>• erarbeiten Schutzzonenreglemente.<br>• setzen Nutzungsbeschränkungen durch (Bsp. Gülle, Pestizide). | • Die Trinkwasserfassungen sind geschützt.<br>• Der Wasserbedarf künftiger Generationen ist gedeckt.<br>• Das Schutzzonenreglement ist in Kraft.<br>• Die Nutzungsbeschränkungen werden durchgesetzt.<br>• Die Wasserqualität entspricht den Anforderungen. |

**Tab. 11 > Intelligente Vernetzung**

*Jede Wasserversorgung sollte ihren Bedarf aus zwei voneinander unabhängigen Wasserressourcen decken können..*

| Zuständigkeiten und Vorgehen | Effekt |
|---|---|
| *Kantone, Gemeinden und Wasserversorgungen*<br>• realisieren gemeindeübergreifende Vernetzungen, welche erlauben, voneinander unabhängige Ressourcen zu nutzen. | • Erhöhte Versorgungssicherheit (bei Problemen mit einer Ressource sichert das zweite Standbein die Wasserversorgung).<br>• Die Kapazitätsreserven sind ausreichend. Bei Bedarf können zusätzliche Kapazitäten mobilisiert werden. |

**Tab. 12 > Einrichten von Bereitschaftsdispositiven**

*Die Wasserversorgung muss auch für Krisenfälle gerüstet sein..*

| Zuständigkeiten und Vorgehen | Effekt |
|---|---|
| *Gemeinden, Wasserversorgungen und Kantone*<br>• ermitteln für jede Wasserversorgung mögliche ausserordentliche Ereignisse (Steinschlag, Überflutung der Fassungsanlagen etc.).<br>• erarbeiten Massnahmen für den Ereignisfall.<br>• richten Überwachungs-, Alarm- und Bereitschaftsdispositive ein. | • Die Risiken sind bekannt.<br>• Das Personal ist auf ausserordentliche Ereignisse vorbereitet und kann im Ereignisfall die richtigen Entscheidungen treffen.<br>• Das Schadensausmass im Ereignisfall wird reduziert.<br>• Die Folgekosten sinken. |

**Tab. 13 > Infrastrukturmanagement**

*Die Infrastruktur zu erhalten und den sich ändernden Bedingungen anzupassen ist eine wichtige Aufgabe der Wasserversorger. Finanzielle Engpässe oder mangelnde Qualifikation des Personals können zu grossen, eigentlich vermeidbaren Problemen führen..*

| Zuständigkeiten und Vorgehen | Effekt |
|---|---|
| *Kantone:*<br>• erstellen eine kantonale Gesamtkonzeption und Wirtschaftlichkeitsanalyse (langfristige Infrastrukturplanung) | • Der Wert der Wasserversorgungsinfrastruktur bleibt langfristig erhalten. |
| *Gemeinden und Wasserversorger:*<br>• nehmen den baulichen Zustand auf<br>• führen eine systematische Anlagebuchhaltung<br>• haben eine langfristig ausgerichtete Tarifpolitik, bilden angemessene Rücklagen | • Unterbrüche treten seltener auf und Verluste werden reduziert, weil die Anlagen gut unterhalten sind (Prävention).<br>• Die technischen Anlagen sind sicher.<br>• Die laufenden Kosten sinken. |

Voraussetzung für die Umsetzung der Empfehlungen sind Inventare über die vorhandenen Wasserressourcen und deren Nutzungen inkl. Wasserversorgungsanlagen. Die Erfassung aller wichtigen Wasserressourcen und der vorhandenen Nutzungen ist mit einigem Aufwand verbunden und sollte daher vom Bund unterstützt werden. Sie ist jedoch nicht nur eine unverzichtbare Voraussetzung für eine zuverlässige Wassernutzungsplanung, sondern eine wirtschaftliche Investition zum Wohl der ganzen Bevölkerung und im Interesse der Wirtschaft.

## 7.6 Postulat Walter

Einige dieser Empfehlungen sind auch im Bericht des Bundesrates «Umgang mit lokaler Wasserknappheit in der Schweiz» zum Postulat Walter (10.3533) enthalten. Gestützt auf diesen Bericht, beauftragte der Bundesrat das UVEK unter anderem Praxisanleitungen für die Wasserressourcen-Bewirtschaftungsplanung und für den Umgang mit den Wasserressourcen in ausserordentlichen Situationen zu erstellen sowie die Zukunftsfähigkeit der Wasserversorgungen zu verbessern.

# > Literatur


[1] Eawag 2009: Wasserversorgung 2025 – Vorprojekt. Expertenbericht im Auftrag des BAFU. Dübendorf

[2] EBP 2007: Systemanalyse Wasserwirtschaft Schweiz – Expertenbericht im Auftrag des BAFU. Zollikon.

[3] Wehren B., Schädler B., Weingartner R. 2010: Human interventions. In: Bundi, U.: Alpine Waters. Handbook of Environmental Chemistry. Vol. 5: Series Water Pollution. Springer Verlag. Berlin.

[4] Sinreich M., Kozel R., Lützenkirchen V., Matousek F., Jeannin P.-Y., Löw S., Stauffer F.: Grundwasserressourcen der Schweiz – Abschätzung von Kennwerten. Aqua & Gas 9-2012. 16–28.

[5] Schädler B., Weingartner R. 2002: Komponenten des natürlichen Wasserhaushaltes 1961–1990. Hydrologischer Atlas der Schweiz. Tafel 6.3. Bern.

[6] Menzel L., Lang H., Rohmann M. 1999: Mittlere jährliche aktuelle Verdunstungshöhen 1973–1992. Hydrologischer Atlas der Schweiz. Tafel 4.1. Bern.

[7] BAFU 2012: Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz im Sektor Wasserwirtschaft, Bundesamt für Umwelt. Bern.

[8] Farinotti D., Huss M., Bauder A., Funk M. 2009: An estimate of the glacier ice volume in the Swiss Alps. Global and Planetary Change 68/3. 225–231.

[9] BAFU/BFS 2007: Umwelt Schweiz 2007. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bundesamt für Statistik (BFS). Bern und Neuchâtel.

[10] Teich M., Lardelli C., Bebi P., Gallati D., Kytzia S., Pohl M., Pütz M., Rixen C. 2007: Climate change and winter tourism: Ecological and economic effects of artificial snow. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), Birmensdorf.

[11] SVGW 2010: Statistische Erhebungen der Wasserversorgungen in der Schweiz. Betriebsjahr 2009. Zürich.

[12] VGL (Schweizerische Vereinigung für Gewässerschutz und Lufthygiene), SVGW 1981: Lehrerdokumentation Wasser. Zürich.

[13] OcCC/ProClim 2007: Klimaänderung und die Schweiz 2050 – Erwartete Auswirkungen auf Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft. Bern.

[14] Gander B. 2009: Klimaänderung und Wasserversorgungen – Informationen und Anpassungsstrategien. gwa 4. 241–249.

[15] BAFU 2007: Auswertung zum Vollzug des planerischen Gewässerschutzes bei den Kantonen. Bundesamt für Umwelt BAFU. Referenz/Aktenzeichen: G465-1396.

[16] BAFU 2009: Ergebnisse der Grundwasserbeobachtung Schweiz (NAQUA). Zustand und Entwicklung 2004–2006. Umwelt-Zustand Nr. 0903. Bundesamt für Umwelt, Bern.

[17] BUWAL 2004: Wegleitung Grundwasserschutz. Vollzug Umwelt. BUWAL. Bern.

[18] BLW 2010: Stand der Drainagen in der Schweiz – Bilanz der Umfrage 2008. Bern.

[19] BUWAL 2003: Landschaft 2020 – Analysen und Trends. Grundlagen zum Leitbild des BUWAL für Natur und Landschaft. Schriftenreihe Umwelt Nr. 352. BUWAL. Bern.

[20] BFS 2010: Szenarien zur Bevölkerungsentwicklung der Schweiz 2010–2060. Neuchâtel.

[21] BAFU 2011: Resultate der Kantonsumfrage zur Wasserversorung. Verwaltungsinternes Dokument, nicht öffentlich.

[22] BFS 2007: Szenarien zur Bevölkerungsentwicklung der Kantone 2005–2030. Statistik der Schweiz. Neuchâtel.

[23] BFS 2008: Regionale Disparitäten in der Schweiz – Schlüsselindikatoren. Statistik der Schweiz. Neuchâtel.

[24] SVGW 2009: Der Wasserbedarf der Schweizer Wirtschaft. Zürich.

[25] Fuhrer J. 2010: Bewässerungsbedürftigkeit heute und in Zukunft. Geomatik Schweiz 10/2010. 448–449.

[26] BLW 2007: Stand der Bewässerung in der Schweiz – Bericht zur Umfrage 2006. Bern.

[27] EBP 2009: im Auftrag des BAFU: Überblick finanzielle Kenngrössen der Schweizer Wasserwirtschaft. Zollikon.

[28] SVGW 2009: W1005d – Empfehlung zur strategischen Planung der Wasserversorgung. Zürich.

[29] SVGW 2009: W1006d – Empfehlung zur Finanzierung der Wasserversorgung. Zürich.

[30] Kappeler J. 2009: Benchmarking in der Wasserversorgung. gwa 9/2009. S. 735–740.

[31] Kostas B., Chrysostomos S. 2006: Estimating urban residential water demand determinants and forecasting water demand vor Athens Metropolitan area, 2000–2010. South-Eastern Europe Journal of Economics 1. 47–59.

[32] Martínez-Espiñeira R. 2007: An estimation of residential water demand using co-integration and error correction techniques. Journal of Applied Economics 10 (1). 161–184.

[33] Hoffman M., Worthington A.C., Higgs H. 2006: Urban water demand with fixed volumetric charging in a large municipality: the case of Brisbane, Australia. Australian Journal of Agricultural and Resource Economics 50. 347–359.

[34] Worthington A.C., Hoffman M. 2008: An empirical survey of residential water demand modelling. Journal of Economic Surveys 22(5). 842–871.

[35] Nauges C., Thomas A. 2003: Long-run Study of Residential Water Consumption. Environmental and Resource Economics 26. 25–43.

[36] Demoscope 2006: Image Trinkwasser 2006. Eine Studie durchgeführt für den SVGW. Adligenswil.

[37] Dalhuisen J.M., Florax R.J.G.M; de Groot, H.L.F., Nijkamp P. 2003: Price and Income Elasticities of Residential Water Demand: A Meta-Analysis. Land Economics 79(2). 292–308.

[38] Corbella H.M., Pujol D.S. 2009: What lies behind domestic water use? A review essay on the drivers of domestic water consumption. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles 50. 297–314.

[39] Hoehn E., Meylan B. 2009: Schutz flussnaher Trinkwasserfassungen bei Flussraum-Aufweitungen in voralpinen Schotterebenen. Grundwasser – Zeitschrift der Fachsektion Hydrogeologie 14. 255–263.

[40] SVGW 2007: Empfehlungen: Revitalisierung im Einflussbereich von Trinkwasserfassungen. W1004d. Zürich.

[41] VBGW 2000: Effizienz- und Qualitätsuntersuchung der kommunalen Wasserversorgung in Bayern (EffWB) – Unternehmensvergleich mit Kennzahlensystem und Benchmarking – Abschlussbericht. Nürnberg.

[42] Nyffenegger K. 2007: Grundwasserschutzzonen – Nutzungsbeschränkungen und deren Umsetzung. Vortrag im Rahmen der Brunnenmeister-Herbsttagung 2007 am 18. Oktober 2007. Zürich.

[43] Ecoplan 2005: Branchenszenarien Schweiz, Langfristszenarien zur Entwicklung der Wirtschaftsbranchen mit einem rekursiv-dynamischen Gleichgewichtsmodell (SWISSGEM). Arbeitsbericht im Auftrag des Bundesamtes für Energie BFE. Bern.

[44] BFS 2002: Ferienreisen. Umweltstatistik Schweiz Nr. 12. Neuchâtel.

[45] BUWAL 2004: Verlagerung gelöster Stoffe durch den Boden ins Grundwasser. Schriftenreihe Umwelt Nr. 349. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft. Bern.

[46] BAFU: Digitale Gewässerschutzkarte der Schweiz GSK-CH. Stand 2013.

[47] BAFU 2008: Management des Grundwassers in der Schweiz – Leitlinien des Bundesamtes für Umwelt BAFU. Bern.

[48] ARE 2008: Raumkonzept Schweiz – Eine dynamische und solidarische Schweiz. Entwurf vom 24. Juni 2008. Bern.

[49] Müller C. 2010: Umfrage Schutzzonen des Schweizerischen Brunnenmeisterverbandes. www.brunnenmeister.ch/fileadmin/Dokumente_Anlaesse/WBK10/09_Umfrage_SZ_Ordner.pdf (07.10.2011)

[50] Hubacher R., Schädler B. 2010: Wasserhaushalt grosser Einzugsgebiete im 20. Jahrhundert. Tafel 6.6. In: Weingartner R., Spreafico M. (eds) Hydrologischer Atlas der Schweiz (HADES). Bundesamt für Umwelt, Bern.

[51] Weber M., Schild A., 2007: Stand der Bewässerung in der Schweiz, Bericht zur Umfrage 2006. Bundesamt für Landwirtschaft BLW, Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement EVD, Bern.

[52] BAFU 2007: Seen in der Schweiz. www.bafu.admin.ch/hydrologie/01835/02118/index.html?lang=de

[53] Schädler B. 1985: Der Wasserhaushalt der Schweiz. Bundesamt für Umweltschutz, Landeshydrologie, Bern. Mitteilung Nr. 6, 9–83.

# > Verzeichnisse

## Abkürzungen

**ARA**
Abwasserreinigungsanlage

**ARE**
Bundesamt für Raumentwicklung

**AltlV**
Altlastenverordnung (SR 814.680) Verordnung vom 26.08.1998 über die Sanierung von belasteten Standorten

**BAFU**
Bundesamt für Umwelt (seit 2006, entstanden aus Zusammenschluss von BUWAL und BWG)

**BAG**
Bundesamt für Gesundheit

**BFS**
Bundesamt für Statistik

**BLW**
Bundesamt für Landwirtschaft

**BUWAL**
Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (bis 2006)

**BWG**
Bundesamt für Wasser und Geologie (bis 2006)

**BWL**
Bundesamt für wirtschaftliche Landesversorgung

**Eawag**
(früher: EAWAG, Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz) Eidgenössisches Wasserforschungsinstitut

**FHKW**
Flüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe

**FIV**
Fremd- und Inhaltsstoffverordnung (SR 817.021.23) Verordnung des EDI vom 26.06.1995 über Fremd- und Inhaltsstoffe in Lebensmitteln

**GSchG**
Gewässerschutzgesetz (SR 814.20) Bundesgesetz vom 24.01.1991 über den Schutz der Gewässer

**GSchV**
Gewässerschutzverordnung (SR 814.201) Gewässerschutzverordnung vom 28.10.1998

**GWP**
Generelles Wasserversorgungsprojekt

**HyV**
Hygieneverordnung (SR 817.024.1) Hygieneverordnung des EDI vom 23.11.2005

**NAQUA**
Nationale Grundwasserbeobachtung

**PAK**
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe

**PSM**
Pflanzenschutzmittel

**REP**
Regionaler Entwässerungsplan

**SNF**
Schweizerischer Nationalfonds

**SVGW**
Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches

**VOC**
Volatile Organic Compounds (flüchtige organische Verbindungen)

**VTN**
Verordnung über die Sicherstellung der Trinkwasserversorgung in Notlagen (SR 531.32) Verordnung vom 20.11.1991 über die Sicherstellung der Trinkwasserversorgung in Notlagen

**WBW**
Wiederbeschaffungswert

**WV**
Wasserversorgung

## Abbildungen

**Abb. 1**
Wasserkreislauf der Schweiz (vereinfacht und ergänzt aus[24]) 16

**Abb. 2**
Vorhandene Datengrundlagen auf Kantosebene: Art der Datenablage 19

**Abb. 3**
Niederschlagsvorhersagen für die Schweiz 28

**Abb. 4**
Einfluss der Klimaänderungen auf die Wasservorkommen 30

**Abb. 5**
Karte der Grundwasserschutzzonen und deren Status 31

**Abb. 6**
Karte der gemessenen Nitratkonzentrationen im Grundwasser 32

**Abb. 7**
Karte der gemessenen FHKW-Werte im Grundwasser 33

**Abb. 8**
Bevölkerungsentwicklung in der Schweiz bis 2025 34

**Abb. 9**
Bevölkerungsentwicklung zwischen 2000 und 2006 35

**Abb. 10**
Wassernutzung in Mio. m³/Jahr 36

**Abb. 11**
Wassernutzung aus öffentlichen Wasserversorgungen pro Einwohner seit 1970 37

**Abb. 12**
Kosten und Gebühren in der Wasserversorgung bei Kostendeckungsgrad 100 %, Gebührenaufteilung 39

**Abb. 13**
Kosten und Gebühren in der Wasserversorgung bei Unterfinanzierung 40

**Abb. 14**
Steuerertrag pro Einwohner [CHF/a] 42

**Abb. 15**
Vorgehen bei der Risiko- und Szenarioanalyse 47

**Abb. 16**
Beispiel Netzdiagramm eines Wasserversorgungsprofils. Legende und alle Profile in Anhang A1 49

**Abb. 17**
Matrix der Eigenschaften der Wasserversorgungen und Gefährdungen nach Zielen gruppiert (eigene Auswertung) 56

**Abb. 18**
Synthese der Risiko- und Szenarioanalyse (eigene Auswertung) 66

**Abb. 19**
Synthese der Risiko- und Szenarioanalyse bezüglich Versorgungssicherheit 73

**Abb. 20**
Synthese der Risiko- und Szenarioanalyse bezüglich Qualität des verteilten Wassers 75

**Abb. 21**
Synthese der Risiko- und Szenarioanalyse bezüglich Werterhaltung 77

**Abb. 22**
Synthese der Risiko- und Szenarioanalyse bezüglich Wirtschaftlichkeit/Effizienz 79

**Abb. 23**
Synthese der Risiko- und Szenarioanalyse bezüglich Ressourcenschutz 81

**Abb. 24**
Gefährdungen und Massnahmen, welche diese verringern können 83

**Abb. 25**
Aufbau des Massnahmenkatalogs für eine zukunftsfähige Wasserversorgung 86

**Abb. 26**
Urbane und periurbane, durch Seewasser versorgte Regionen 114

**Abb. 27**
Urbane und periurbane Regionen; hauptsächlich Talschotter oder Uferfiltrat 114

**Abb. 28**
Landwirtschaftlich geprägtes Mittelland; mittlere Siedlungsdichte; hauptsächlich Talschotter 114

**Abb. 29**
Touristische Gebirgsregion; finanzstark; Karst- oder stark heterogenes Kluft-Grundwasser 114

**Abb. 30**
Ländliche- oder Gebirgsregion; finanzschwach; Karst- oder stark heterogenes Kluft-Grundwasser 115

## Tabellen

**Tab. 1**
Ziele und Bedürfnisse der Wasserversorgung 10

**Tab. 2**
Stärken der Wasserversorgung in der Schweiz und (neue) Herausforderungen 11

**Tab. 3**
Anteil bezogenes Wasser nach Herkunft 20

**Tab. 4**
Antworten der Kantone 21

**Tab. 5**
Nutzungskonflikte gemäss[50] und betroffene Ressourcen 43

**Tab. 6**
Ziele der Wasserversorgung und Gefährdungen für die Erreichung dieser Ziele 50

**Tab. 7**
Vorgehen/Erläuterungen für die Synthese der Risiko- und Szenarioanalyse 64

**Tab. 8**
Ziele und Bedürfnisse der Wasserversorgung 86

**Tab. 9**
Wasserressourcen-Nutzungsplanung 102

**Tab. 10**
Verbesserung im Vollzug des Gewässerschutzes 103

**Tab. 11**
Intelligente Vernetzung 103

**Tab. 12**
Einrichten von Bereitschaftsdispositiven 103

**Tab. 13**
Infrastrukturmanagement 104

**Tab. 14**
Auswirkungen, falls die Ziele nicht erreicht werden 115

# > Glossar

**Grenzwert**
Gemäss Artikel 10 Absatz 1 des Lebensmittelgesetzes (LMG) aufgrund einer toxikologischen oder epidemiologischen Beurteilung festgesetzte Höchstkonzentration für Fremd- und Inhaltsstoffe, Höchstmenge von Mikroorganismen oder Zusatzstoffen.

**Grundwasserschutzzone**
Siehe planerischer Gewässerschutz.

**Generelles Wasserversorgungsprojekt (GWP)**
Planungsinstrument für die Wasserversorgung. Ein GWP wird je nach Kanton freiwillig erstellt oder ist vorgeschrieben.

**Mikroverunreinigungen**
organische Spurenstoffe, die in sehr tiefen Konzentrationen in Gewässern nachgewiesen werden können. Beispiele für Mikroverunreinigungen sind Inhaltsstoffe von Pflanzenschutzmitteln, Arzneimitteln oder Körperpflegeprodukten.

**Planerischer Gewässerschutz**
umfasst die Ausscheidung verschiedener Zonen und Bereiche, in welchen gewisse Nutzungen eingeschränkt oder verboten sind. Unterschieden wird zwischen Grundwasserschutzzonen, Grundwasserschutzarealen und Gewässerschutzbereichen. Grundwasserschutzzonen dienen dem Schutz bestehender Grundwasserfassungen, während Grundwasserschutzareale Grundwasservorkommen schützen, welche in Zukunft für die Wasserversorgung dienen könnten. Mit dem Gewässerschutzbereich $A_u$ werden nutzbare unterirdische Gewässer geschützt.

**PSM**
Pflanzenschutzmittel

**REP**
Regionaler Entwässerungsplan: Planungsebene des regionalen Entwässerungsplans ist das Einzugsgebiet eines Gewässers. Der REP zeigt auf, wie die Siedlungsentwässerung und andere Belange (z. B. Landwirtschaft, Wasserversorgung oder Hochwasserschutz) aufeinander abgestimmt werden sollen. Der Handlungsbedarf wird aufgezeigt und mögliche Massnahmen werden initiiert. Dabei steht insbesondere die Abwägung der verschiedenen Interessen und Ansprüche an die unter- und oberirdischen Gewässer im Zentrum.

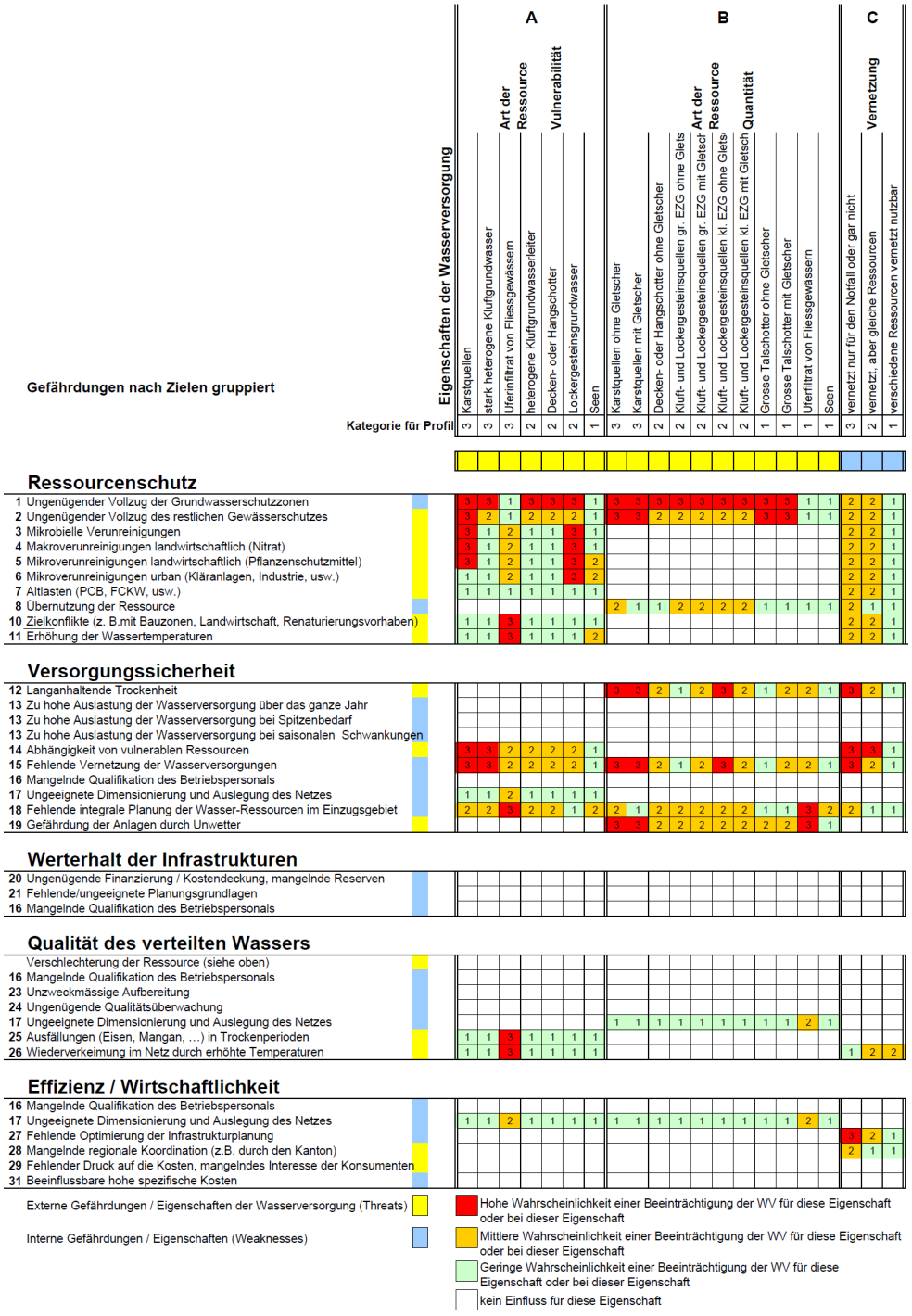
**Toleranzwert**
gemäss Artikel 10 Absatz 2 des Lebensmittelgesetzes (LMG) angesetzte Höchstkonzentration oder -menge. Dieser Wert liegt tiefer als dies der Schutz der Gesundheit zwingend erfordern würde.

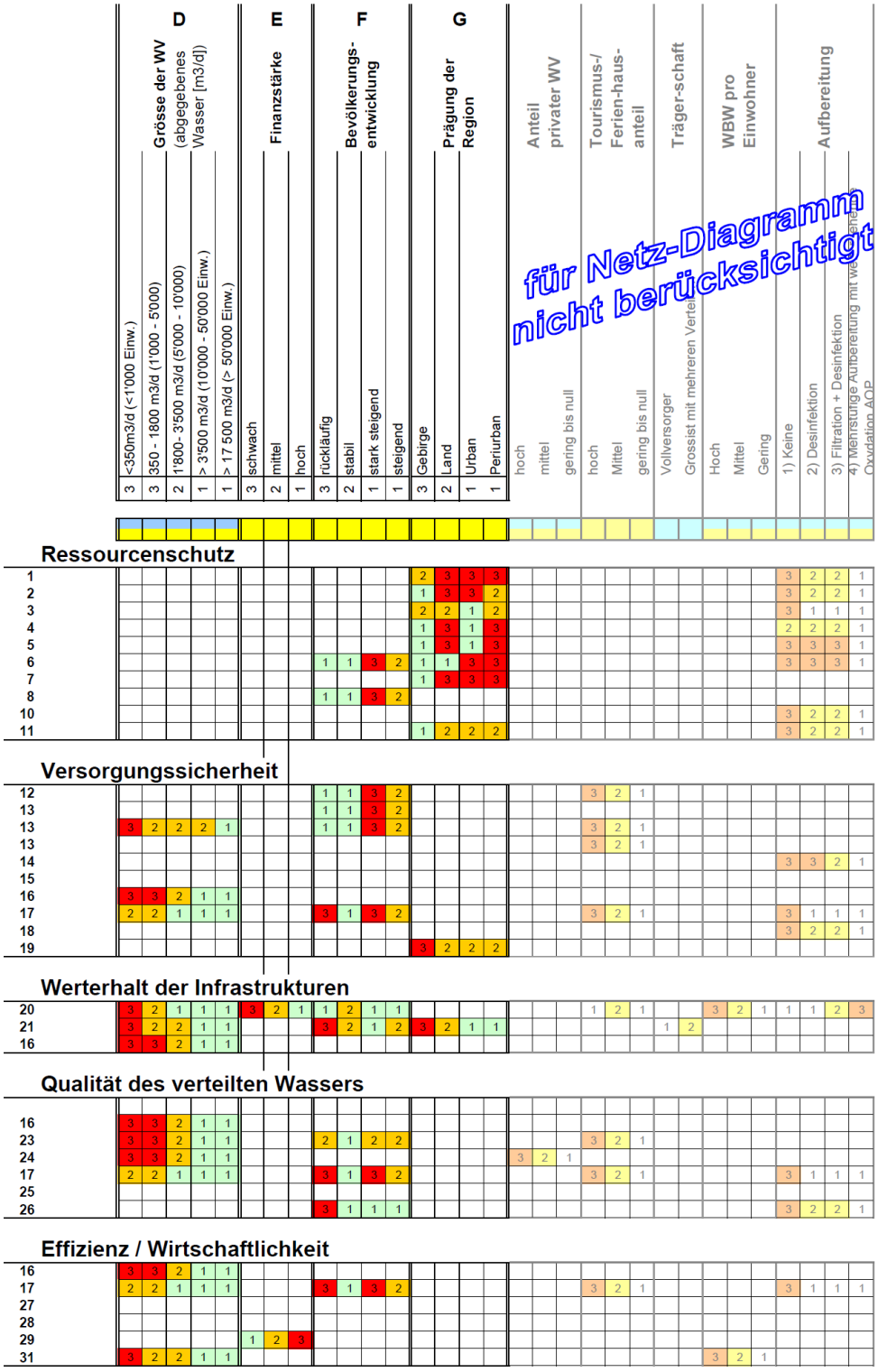
**Vernetzung**
Wenn in diesem Bericht von Vernetzung die Rede ist, ist nicht nur die physische Vernetzung zwischen zwei Wasserversorgungen im engeren Sinn gemeint, sondern vielmehr die Aufrechterhaltung einer genügenden Versorgungssicherheit mittels mindestens zwei unabhängiger, leistungsfähiger Wasserbezugsorten (gemäss [20]), unabhängig davon, wie dies bewerkstelligt wird.

**Vulnerabilität**
In diesem Bericht wird unter Vulnerabilität die qualitative Verletzlichkeit einer Ressource gegenüber Verschmutzungen verstanden. Eine erhöhte Vulnerabilität haben Ressourcen, welche stark auf Verschmutzungen reagieren, d. h. wenig geschützt sind.

# > Anhang

## A1 Vorgehen bei der Erstellung der Wasserversorgungsprofile





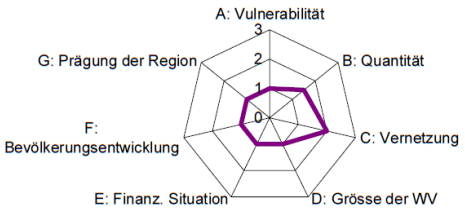

* Abgegebenes Wasser [m3/d]

**Bemerkung:** Die Gefährdungen 9 (Begrenzung der Ressource), 22 (Mythos vom "eigenen gottgegebenen" Wasser) und 30 (Hohe spezifische Kosten aufgrund der Topographie, Bevölkerungsdichte usw.) wurden im Verlauf der Risiko- und Szenarioanalyse nicht weiter verfolgt.

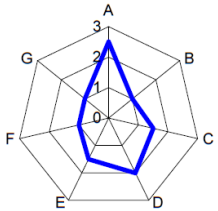
| | Erstellung der Wasser-versorgungsprofile | Profil 1: Seewasserwerke | Profil 2: Urbane Versorgungen Talschotter/ Uferfiltrat | Profil 3: Landw. Grundwasser-Versorgungen | Profil 4: Touristische Karst-/Kluft-Versorgungen | Profil 5: Karst/ Kluft-V. ländlich / Gebirge |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Beschreibung des Profils** | **Urbane und periurbane, durch Seewasser versorgte Regionen** | **Urbane und periurbane Regionen; hauptsächlich Talschotter oder Uferfiltrat** | **Landwirtschaftlich geprägtes Mittelland; mittlere Siedlungsdichte; hauptsächlich Talschotter** | **Touristische Gebirgsregion; finanzstark; Karst- oder stark heterogenes Kluftgrundwasser** | **Ländliche- oder Gebirgsregion; finanzschwach; Karst- oder stark heterogenes Kluftgrundwasser** |
| | Beispiele | Zürich, Genf, Lausanne, St. Gallen | Agglomerationen in den Kt. Aargau und Solothurn (Talschotter) bzw. Agglomeration Bern (Uferinfiltrat) | Menziken (AG), Mühleberg, Moudon (VD), Val-de-Ruz (NE) | Davos, Gstaad, Nidwalden, St. Moritz, Lenzerheide | Silenen (UR), Wildhaus (SG) |
| A | A: Vulnerabilität | 1 | 2,5 | 2 | 3 | 3 |
| B | B: Quantität | 1,5 | 1 | 1 | 2,5 | 3 |
| C | C: Vernetzung | 2 | 1,5 | 2 | 2 | 3 |
| D | D: Grösse der WV | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| E | E: Finanz. Situation | 1 | 1,5 | 2 | 1 | 3 |
| F | F: Bevölkerungsentwicklung | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 |
| G | G: Prägung der Region | 1 | 1 | 2 | 3 | 2,5 |

**Netzdiagramme:**

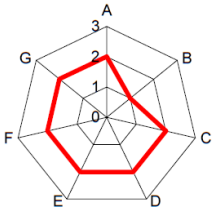
**Profil 1**



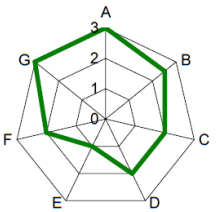

**Profil 2**



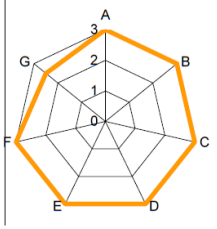

**Profil 3**




**Profil 4**




**Profil 5**




**Wertebereiche**

**A Ressource (Vulnerabilität)**
1 Seen
2 Kluft- und Lockergesteins-Grundwasser, Grundwasser aus Decken- und Hangschotter
3 Karst-Grundwasser, stark heterogene Kluft-Grundwasser, Uferinfiltrat

**B Ressource (Quantität)**
1 Seen, grosse Talschotter, Uferinfiltrat
2 Quellen aus grossen Kluft- und Lockergesteins-grundwasserleitern, Grundwasser aus Decken- und Hangschotter
3 Karstquellen, Kluftquellen mit kleinem Einzugsgebiet

**C Vernetzung der WV**
1 verschiedene Ressourcen vernetzt r
2 vernetzt, aber gleiche Ressourcen
3 vernetzt nur für den Notfall oder gar nicht

**D Grösse der WV**
1 > 3 500 $m^3$/d / 10000 E
2 1 800 bis 3 500 $m^3$/d / 5000 bis 10 000 E
3 < 1 800 $m^3$/d / 5000 E

**E Finanzstärke der Gemeinde**
1 hoch
2 mittel
3 schwach

**F Bevölkerungsentwicklung**
1 steigend
2 stabil
3 rückläufig

**G Prägung der Region**
1 Urban / Periurban
2 Land
3 Gebirge

A2

# Risiko- und Szenarioanalyse: Auswertung der einzelnen Profile

**Abb. 26 > Urbane und periurbane, durch Seewasser versorgte Regionen**

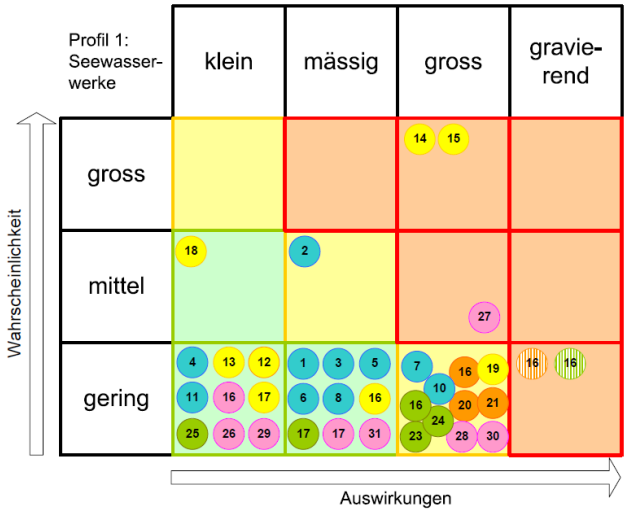
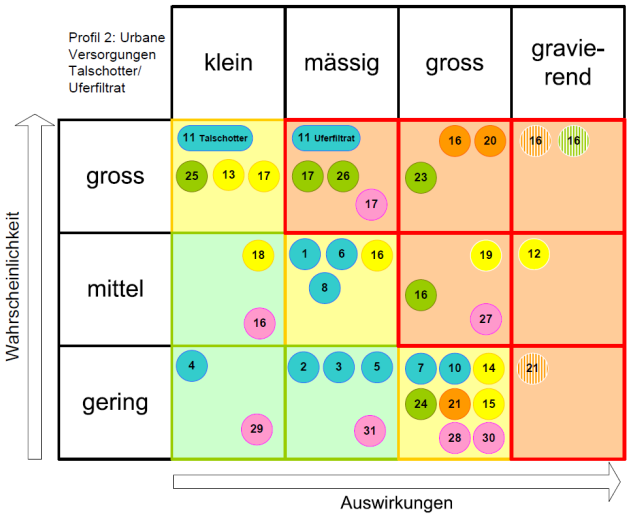



**Abb. 27 > Urbane und periurbane Regionen; hauptsächlich Talschotter oder Uferfiltrat**




**1.** Ungenügender Vollzug der Grundwasserschutzzonen; **2.**Ungenügender Vollzug des restlichen Gewässerschutzes; **3.** Mikrobielle Verunreinigungen; **4.** Makroverunreinigungen landwirtschaftlich (Nitrat); **5.** Mikroverunreinigungen landwirtschaftlich (Pflanzenschutzmittel); **6.** Mikroverunreinigungen urban (Kläranlagen, Industrie, usw.); 7. Altlasten (PCB, FCKW, usw.); **8.** Übernutzung der Ressourcen; **10.** Zielkonflikte (z. B. mit Bauzonen, Landwirtschaft); **11.** Erhöhung der Wassertemperaturen; **12.** Langanhaltende Trockenheit; **13.** Zu hohe Auslastung über das ganze Jahr, bei Spitzenbedarf oder saisonalen Schwankungen; **14.** Abhängigkeit von vulnerablen Ressourcen; **15.** Fehlende Vernetzung der Wasserversorgungen; **16.** Mangelnde Qualifikation des Betriebspersonals; **17.** Ungeeignete Dimensionierung und Auslegung des Netzes; **18.** Fehlende integrale Planung der Wasser-Ressourcen im Einzugsgebiet; **19.** Gefährdung der Wasserversorgung durch Unwetter; **20.** Ungenügende Finanzierung/Kostendeckung, mangelnde Reserven; **21.** Fehlende/ungeeignete Planungsgrundlagen; **23.** Unzweckmässige Aufbereitung; **24.** Ungenügende Qualitätsüberwachung; **25.** Ausfällungen (Eisen, Mangan, ...) in Trockenperioden; **26.** Wiederverkeimung im Netz durch erhöhte Temperaturen; **27.** Fehlende Optimierung der Infrastrukturplanung; **28.** Mangelnde regionale Koordination (z. B. durch den Kanton); **29.** Fehlender Druck auf die Kosten, mangelndes Interesse der Konsumenten; **31.** Beeinflussbare hohe spezifische Kosten; **Schraffierte Nummern:** Risiken, welche nur in einem Extremfall ein gravierendes Risiko.

**Abb. 28 > Landwirtschaftlich geprägtes Mittelland; mittlere Siedlungsdichte; hauptsächlich Talschotter**

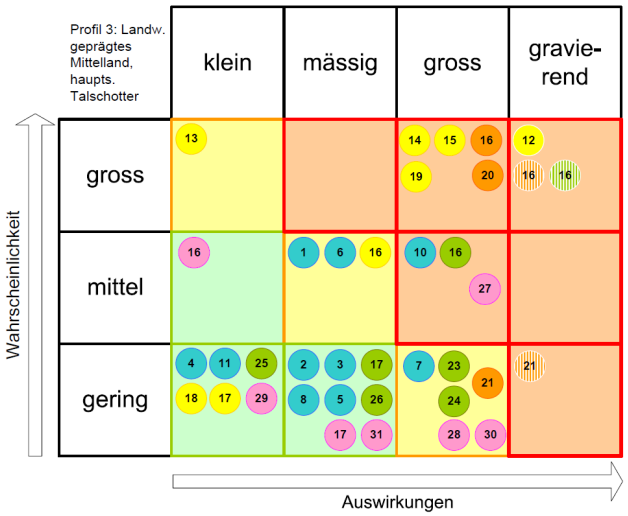



**Abb. 29 > Touristische Gebirgsregion; finanzstark; Karst- oder stark heterogenes Kluft-Grundwasser**

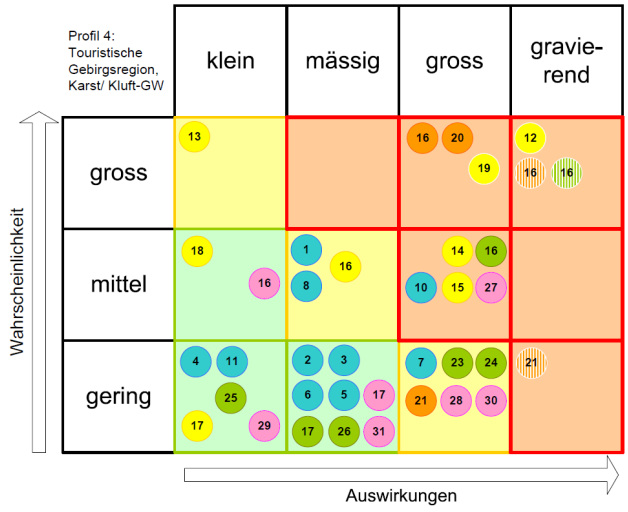
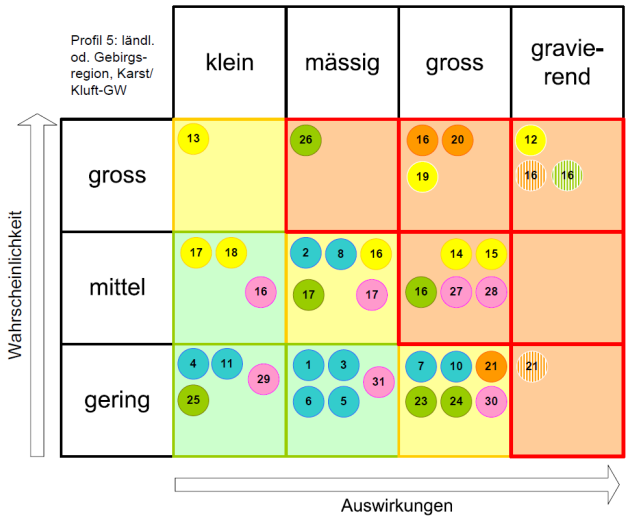


**Abb. 30 > Ländliche- oder Gebirgsregion; finanzschwach; Karst- oder stark heterogenes Kluft-Grundwasser**




## A3 Auswirkungen, falls die Ziele nicht erreicht werden

**Tab. 14 > Auswirkungen, falls die Ziele nicht erreicht werden**

| Ziel | mässige Auswirkungen (Beispiele) | grosse Auswirkungen (Beispiele) |
|---|---|---|
| Versorgungssicherheit | Über eine gewisse Zeit steht der Bevölkerung nur eine beschränkte Menge Trinkwasser zur Verfügung oder dieses muss abgekocht werden. | Über eine gewisse Zeit steht der Bevölkerung kein Trinkwasser zur Verfügung. |
| Werterhaltung und optimierte Infrastruktur | Es sind ungenügend finanzielle Mittel vorhanden, um die nötigen Erneuerungen zu finanzieren. Es wird immer nur gerade das Nötigste erneuert. | Es sind keine finanziellen Mittel vorhanden, um die nötigen Erneuerungen zu finanzieren. Erneuerungen werden auf später verschoben oder müssen mit externen Mitteln finanziert werden. Bei fehlenden Planungsgrundlagen können die nötigen Erneuerungen nicht vorgenommen werden, weil der Zustand oder das Alter der Leitungen nicht bekannt sind. |
| Qualität | Mässige Auswirkungen bedeuten, dass zwar die Qualität des Trinkwassers nicht einwandfrei ist, dies jedoch frühzeitig erkannt wurde, so dass dank der Weisung, das Trinkwasser abzukochen, keine Krankheitsfälle entstehen.<br>Geruchs- und Geschmacksstoffe im Trinkwasser können als mässige Auswirkung gelten, da sie nicht gesundheitsgefährdend sind. | Aufgrund der Qualität des Trinkwassers erkranken KonsumentInnen.<br>Je nachdem, wie viele das sind, können es auch gravierende Auswirkungen sein. |
| Effizienz/Wirtschaftlichkeit | Als mässige Auswirkungen gelten erhöhte Kosten von ca. 5–20 %,<br>geringe Auswirkungen entsprechen einer Kostensteigerung von unter 5 %. | Als grosse Auswirkungen gelten erhöhte Kosten von über 20 % |
| Ressourcenschutz | Ein unerwünschter Stoff gelangt in ein Grundwasservorkommen. | Giftige Stoffe oder mikrobielle Verunreinigungen gefährden die Ressource. |

## A4 Risiko- und Szenarioanalyse

Siehe separates PDF: *www.bafu.admin.ch/uw-1404-d*