

NETTO-NULL

BEITRAG DER WASSERVERSORGUNG ZUM KLIMAZIEL 2050



Bern, März 2023

Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)

Impressum

Auftraggeber: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Abt. Wasser, CH-3003 Bern
Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

Auftragnehmer:

HOLINGER AG
Kasthoferstrasse 23, CH-3006 Bern
Telefon +41 31 370 30 30
bern@holinger.com

Autoren: André Olschewski (Ansprechperson), Simon Ambühl; Grafik: typisch GmbH

Begleitung BAFU: Michael Schärer, Frédéric Guhl, Michael Bock, Sébastien Lehmann

Hinweis: Diese Studie/dieser Bericht wurde im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) verfasst.
Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.

Foto auf Titelblatt: Turbine im Zulauf eines Reservoirs für die Nutzung des zufließenden Trinkwassers aus oberer Druckzone.

INHALTSVERZEICHNIS

ZUSAMMENFASSUNG	7
1 EINLEITUNG	9
1.1 ANLASS UND HINTERGRUND	9
1.2 BISHERIGE ANSTRENGUNGEN	9
1.3 AUFTRAG UND ZIELSETZUNG	9
2 GRUNDLAGEN	10
3 TRINKWASSERVERSORGUNG IN DER SCHWEIZ	11
3.1 AUFGABE UND ZUSTÄNDIGKEIT	11
3.2 WASSERDARGEBOT	11
3.3 STRUKTUR	11
3.4 GESETZLICHE RAHMENBEDINGUNGEN UND VORGABEN	12
3.4.1 Gebührensystem	12
3.4.2 Vorgaben für Energieeffizienz und -Management	13
3.4.3 Neue Förderinstrumente für erneuerbare Energien ab 2023	13
4 HEUTIGER ENERGIEBEDARF UND AUSBLICK	14
4.1 AUSGEWÄHLTE KENNZAHLEN	14
4.2 ENTWICKLUNGEN IM WEITEREN UMFELD	15
4.2.1 Klimawandel, Trockenheit und Produktion	15
4.2.2 Mikroverunreinigungen, Fremdstoffe und Aufbereitung	16
4.2.3 Energiekosten, Versorgungssicherheit und Resilienz	16
4.3 ENTWICKLUNGEN IM ENGEREN UMFELD	17
4.3.1 Instandhaltung, Alterung und Infrastrukturersatz	17
4.3.2 Nutzungskonflikte, Konzessionen und Versorgungssicherheit	17
4.3.3 Regelenergiemarkt und Steuerung	17
5 METHODIK UND VORGEHEN	18
5.1 BETRACHTUNG MIT FOKUS AUF ELEKTRISCHE ENERGIE	18
5.2 SYSTEMABGRENZUNG UND ZUSTÄNDIGKEITEN	18
5.2.1 Hauptprozesse	18
5.2.2 Verantwortlichkeiten	18
5.3 BETRACHTETE ASPEKTE	19
5.4 VORGEHEN	19
6 ANSATZPUNKTE FÜR EIN VERBESSERTES ENERGIEMANAGEMENT	20
6.1 ENERGIEVERBRAUCH IN DER WASSERVERSORGUNG	20
6.1.1 Wasserbezug	20
6.1.2 Aufbereitung	21

6.2	ENERGIE-EFFIZIENTER BETRIEB	21
6.2.1	Pumpeneffizienz und Förderung	21
6.2.2	Wasserverluste im Netz	23
6.2.3	Entfeuchtung sensibler Gebäude	25
6.2.4	Betriebliche Optimierungen und sichere Stromversorgung	26
6.3	ENERGIEPRODUKTION BEI DER WASSERVERSORGUNG	27
6.3.1	Stromproduktion durch Trinkwasserkraftwerke	27
6.3.2	Stromproduktion durch Photovoltaik Anlagen	28
6.4	WEITERE ASPEKTE	29
6.4.1	Saisonale Wärmespeicher im Untergrund	29
6.4.2	Haustechnik, Legionellen und Trinkwasserhygiene	29
6.4.3	Wassersparen	30
6.4.4	Regen-/Grauwassernutzung	30
6.4.5	Vorsorglicher Schutz der Ressourcen	31
6.4.6	Graue Energie	31
6.4.7	Sicherere Stromversorgung	32
7	KERNAUSSAGEN UND EMPFEHLUNGEN	33
7.1	ÜBERBLICK	33
7.2	ENERGIE-EINSPARUNGEN	33
7.2.1	Reduktion Stromverbrauch durch Anpassung des Systems	33
7.2.2	Steigerung Effizienz des Betriebes	34
7.3	ENERGIE-PRODUKTION	34
7.3.1	Trinkwasserkraftwerke optimieren und ausbauen	34
7.3.2	Solarenergie ausbauen	34
7.4	MASSNAHMEN IM UMFELD	34
7.4.1	Präventiver Ressourcenschutz	34
7.4.2	Regionale Vernetzung	35
7.4.3	Endverbraucher	35
7.5	WASSERVERSORGER ALS SYSTEM-CHANGER	36
8	GESAMTSICHT UND AUSBLICK	37
8.1	ÜBERBLICK	37
8.2	AUSBLICK	37
8.3	INTEGRALER ANSATZ FÜR TRINKWASSERVERSORGER	38
8.4	POLITIK UND VERWALTUNG	39

GESETZLICHE GRUNDLAGEN

GSchG	Gewässerschutzgesetz, SR 814.20
GSchV	Gewässerschutzverordnung, 814.201
TBDV	Verordnung des EDI über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen SR 817.022.11
LGV	Lebensmittel- und Gebrauchsgegenständeverordnung, SR 817.02
EnFV	Energieförderungsverordnung
EnG	Energiegesetz
USG	Umweltschutzgesetz
VTM	Verordnung über die Sicherstellung der Trinkwasserversorgung in schweren Mangellagen

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

BAG	Bundesamt für Gesundheit
BFE	Bundesamt für Energie
BLV	Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen
EVU	Elektrizitätsversorgungsunternehmen
GWP	Generelle Wasserversorgungsplanung
LEG	Lokale Elektrizitätsgemeinschaften
PaiV	Parlamentarische Initiative
PFAS	Per- und Polyfluorierte Alkylverbindungen
PW	Pumpwerk
PV	Photovoltaik
SVGW	Schweizer Verband der Gas- und Wasserfaches
TWKW	Trinkwasserkraftwerke
TWV	Trinkwasserversorgung
WV	Wasserversorger
ZEV	Zusammenschluss zum Eigenverbrauch (bei Strom)

ZUSAMMENFASSUNG

Die öffentliche Trinkwasserversorgung (TWV) als öffentlicher Leistungsträger soll weitere Anstrengungen zur Erreichung der Netto-Null Vorgabe gemäss Klimastrategie des Bundes unternehmen und entsprechende Massnahmen umsetzen.

Die Hauptaufgabe der Trinkwasserversorgung, die sichere und ausreichende Versorgung mit Trink-, Brauch- und Löschwasser, muss dabei jederzeit gesichert sein und die Vorgaben bzgl. Trinkwasserhygiene eingehalten werden. Die Trinkwasserversorger in der Schweiz nutzen seit jeher die Vorteile der Topografie für eine möglichst energieeffiziente Wasserversorgung. Darüber hinaus haben sie bereits in der Vergangenheit von sich aus Massnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz umgesetzt. Frühere Förderprogramme des Bundes und spezifische finanzielle Rahmenbedingungen haben dazu beigetragen, dass u.a. zahlreiche Trinkwasserkraftwerke (TWKW) realisiert wurden.

Ein wesentlicher Beitrag zu Treibhausgasemissionen entsteht in der Trinkwasserversorgung bei der Erzeugung von elektrischer Energie für das Pumpen von Wasser. Im Jahr 2021 entsprach dies knapp weniger als einem Prozent des Gesamt-Stromverbrauchs der Schweiz. Im Rahmen des Auftrages wurden quantitative Abschätzungen zum Strom-Einsparpotential resp. zur Produktion in der Trinkwasserversorgung durchgeführt. Auch verursacht z.B. die Produktion von Leitungsmaterialien einen erheblichen CO₂-Fussabdruck durch graue Energie. Dieser kann aufgrund der langen Lebensdauer von bestehenden Leitungen kaum rasch verändert werden. Energierelevante Aspekte im Umfeld der Versorger, z.B. Wassertemperaturen in Gebäuden, wurden in dieser Betrachtung nur qualitativ berücksichtigt.

Bei einem Strombedarf der Schweizer Trinkwasserversorger von ca. 425 GWh pro Jahr werden Stand 2020 ca. 227 GWh durch die Trinkwasserversorger selbst produziert, mehrheitlich in Trinkwasserkraftwerken. Dies resultiert in einem Selbstversorgungsgrad von ca. 53% (Stand 2020). Darüber hinaus bestehen relevante Potentiale für einen weiteren Beitrag zum Netto-Null Ziel bei Trinkwasserversorgungen, die realisiert werden könnten, ohne die zentralen Anforderungen an die Trinkwasserversorgung zu verletzen. Einige Ansätze können durch die Versorger rasch selbst umgesetzt werden, andere sind nur bei wirtschaftlich sinnvollen Opportunitäten (z.B. bei Gesamterneuerungen von Anlagen) umsetzbar.

Hauptstossrichtungen für einen Beitrag der Trinkwasserversorgung zum Netto-Null Ziel sind:

- Optimale Pumpenauslegung und -Wahl, Pumpenbetrieb bei optimalem Betriebspunkt
- Optimale Konzeption und Lage von Versorgungsnetz mit Wasserbezugsorten, Reservoiren und Versorgungsgebieten (langfristige Option)
- Hydraulisch optimierte Systeme sowie Reduktion der Energieverluste (u.a. Leitungsdurchmesser, Drücke und Fliessgeschwindigkeiten, Einlaufkonus in Behälter)
- Wirtschaftlich sinnvolle Reduktion der Wasserverluste infolge Leckagen im Netz
- Vermehrte Stromproduktion durch optimierte bestehende Anlagen, durch neue TWKW sowie durch Solarstromproduktion auf Flächen der Trinkwasseranlagen
- Optimale Verteilung, Betrieb und Steuerung von Pumpwerken, Quellen und Wasserbezugsorten aus Sicht Trinkwasser- und Stromversorgung (regionale Netze, Abstimmung für Regelenenergie)
- Planung und Instandhaltung von Bauwerken, Einsatz von Materialien mit tiefem CO₂-Fussabdruck und langer Lebensdauer, energetisch optimierte Bauweise und Betrieb von Gebäuden

Abgestützt auf groben Annahmen kann von einem theoretischen Einsparungspotential an elektrischer Energie in der Trinkwasserinfrastruktur in einer Grössenordnung von ca. 50-70 GWh/Jahr ausgegangen werden. Dies entspricht ca. 15% des aktuellen jährlichen Strombedarfs der Trinkwasserversorger in der Schweiz. Die meist betrieblichen Massnahmen wären

1:1 kostenwirksam für die Versorgungen. Vertiefte Abklärungen sind durch die Versorger in jedem Fall vorab und für jeden Einzelfall anzugehen, um die technisch-wirtschaftliche Machbarkeit der spezifischen Massnahmen verlässlich abzuklären.

Bei der Stromproduktion kann grob geschätzt von einem Potential von zusätzlich ca. 40-60 GWh/Jahr ausgegangen werden. Dies wäre ein Zuwachs von 20-25% gegenüber heute. Der Selbstversorgungsgrad würde von heute 53% auf ca. 75% steigen, sollten die vorgestellten Massnahmen sowohl auf Seite Verbrauch als auch Produktion in diesem Umfang wirken.

Seit dem 23. November 2022 stehen wieder finanzielle Fördermittel für den Ausbau erneuerbarer Energien wie z.B. der Stromproduktion aus Trinkwasserkraftwerken zur Verfügung¹. Es ist daher von einem gewissen weiteren Ausbau der TWKW auszugehen. Neben den direkten Massnahmen bei den Infrastrukturen der Versorgungen werden zurzeit weitere Ansatzpunkte zur Verbesserung der Energieversorgung und -Effizienz diskutiert. Bei gewissen Ansätzen bestehen allerdings aus Sicht der Trinkwasserversorgung bedeutende Vorbehalte wie z.B.:

- **Mindesttemperatur in Gebäuden für die Reduktion von Legionellen Risiken:** gemäss Vorgaben des Bundesamtes für Gesundheit (BAG) soll die Vorlauftemperatur für das Warmwasser eine gewisse Mindesttemperatur einhalten, um das Risiko eines Legionellenbefalls in den Hausinstallationen zu mindern. Derzeit wird aus Energiespargründen hingegen eine deutliche Absenkung der Vorwärmtemperaturen im Warmwassersystem diskutiert. Eine Absenkung der Mindesttemperatur würde erhebliche Risiken beinhalten, sodass es vermehrt zu Legionellenbefall der Hausinstallationen kommen könnte. Eine wesentliche Absenkung kann aus Sicht der Trinkwasserhygiene nach derzeitigem Wissen nicht akzeptiert werden.
- **Saisonale Wärmespeicher:** Die gezielte Nutzung des Untergrundes und Grundwassers zur Speicherung von Wärme wird als ein zukunftsweisender Weg diskutiert, um grosse Mengen Wärme für die Wintersaison im Untergrund speichern zu können². Erhöhte Temperaturen im Grundwasser können die Wasserqualität beeinträchtigen. Aus Sicht Trinkwasserhygiene und -qualität ist ein möglichst kühles, frisches Wasser erwünscht. Daher sollte dieser Ansatz nur in Gebieten in Betracht gezogen werden, in denen das Grundwasser nicht zur Trinkwassernutzung genutzt wird. Vor etwaigen Anwendungen sind zwingend detaillierte Risikobetrachtungen und Abklärungen durchzuführen.
- **Wassersparen:** Grundsätzlich ist ein sparsamer Umgang mit der Ressource Wasser anzustreben. Explizite Aufrufe zum Wassersparen sollten sich auf Perioden mit Trockenphasen beschränken, in denen hohe Spitzenbezüge auftreten. Das Sparen von Warmwasser wie z.B. für Duschen ist energetisch grundsätzlich immer sinnvoll, da der Aufwärmvorgang viel Energie benötigt.

Der Trinkwassersektor weist weiterhin ein durchaus relevantes Potential auf, um im Bereich Energieeffizienz einen wichtigen Beitrag zur Erreichung des Netto-Null Ziels zu leisten. Die neuen finanziellen Rahmenbedingungen für erneuerbare Energien erlauben einen weiteren Ausbau der Stromproduktion v.a. durch Trinkwasserkraftwerke und Solaranlagen.

Aufgrund der Rolle als öffentliche Versorgung hat die Trinkwasserversorgung eine Beispiel-funktion. Das Potential für einen Beitrag an das Netto-Null Ziel in der Trinkwasserversorgung sollte daher auf Ebene jeder Versorgung rasch vertiefter abgeklärt und wo sinnvoll erschlossen werden. Die Trinkwasserversorgung ist eine kritische Infrastruktur. Gesetzliche Vorgaben verlangen die Stärkung der Resilienz, so dass die Versorgungssicherheit auch in schweren Mangellagen sicherzustellen. Massnahmen als Beitrag zum Netto-Null Ziel müssen daher abgestimmt sein mit Massnahmen zur Stärkung der Resilienz. Trinkwasserversorger sollten mittelfristig ihre Stromversorgung möglichst zu 100% mit erneuerbaren Energien abdecken, die sie selbst produzieren oder aus regionalen Stromquellen beziehen.

¹ [Bundesrat stärkt Förderinstrumente für die Stromproduktion aus erneuerbaren Energien \(admin.ch\)](#); 23.11.2022

² [Motion Jauslin, 22.3702](#)

1 EINLEITUNG

1.1 ANLASS UND HINTERGRUND

Die Schweiz hat 2017 das Übereinkommen von Paris ratifiziert und erklärt, ihre Treibhausgasemissionen bis 2030 gegenüber 1990 um 50 Prozent zu reduzieren; d.h. bis 2050 strebt das Land Netto-Null-Treibhausgasemissionen an («Netto-Null Ziel»). Die Klimastrategie des Bundes stützt sich massgeblich auf die Energieperspektiven 2050+ des Bundesamtes für Energie (BFE) ab, die 2020 veröffentlicht wurden. In der langfristigen Klimastrategie 2050 (BAFU) werden im Rahmen von zehn strategischen Grundsätzen Ansatzpunkte aufgeführt, auf die das klimapolitische Handeln in den diversen Branchen auszurichten ist.

Viele öffentliche Akteure, insbesondere Gemeinden und Städte haben sich politisch verpflichtet das Netto-Null Ziel einzuhalten und entsprechende Teil-Strategien erarbeitet. Auch Betriebe, die öffentliche Leistungen erbringen und Gebühren erhalten wie z.B. die Trinkwasserversorgung, sollen im Sinne einer Vorreiterrolle einen besonderen Beitrag leisten.

Die aktuellen geopolitischen Entwicklungen zwingen nicht nur Städte und Gemeinden aus politischen Gründen das Netto-Null Ziel verstärkter zu verfolgen. In der jüngsten Vergangenheit haben auch rasch steigende Energiekosten und Risiken betreffend Versorgungssicherheit aufgrund von sich abzeichnenden Engpässen bei Treibstoffen und Elektrizität grossen Druck auf die Trinkwasserversorger ausgeübt. Bestehende Potentiale im Bereich der Energieeffizienz und Produktion mit erneuerbaren Energien sind zu identifizieren und Massnahmen umzusetzen. Öffentliche Wasserversorgungen nehmen dabei eine Vorbildfunktion ein.

1.2 BISHERIGE ANSTRENGUNGEN

Sowohl an Städte und Gemeinden als auch an ihre Betriebe werden vermehrt politische Forderungen für die Umsetzung von Massnahmen zur Erreichung des Netto-Null Ziels gestellt. Somit stehen auch Wasserversorger in der Pflicht Massnahmen zur Erreichung des Netto-Null Ziels umzusetzen. Der Auftrag der öffentlichen Trinkwasserversorgung ist v.a. die sichere Bereitstellung von ausreichendem Trinkwasser in guter Qualität. Einige Wasserversorger haben in der Vergangenheit aus Eigeninteresse bereits diverse Massnahmen im Bereich Energieeffizienz und -Gewinnung umgesetzt. Wesentlich war dabei die Unterstützung dieser Massnahmen im Rahmen des Förderprogramms ProKilowatt (www.prokw.ch). Bis heute liegen keine systematischen Erhebungen und Informationen zu Art und Umfang von spezifischen Massnahmen für die Erreichung des Netto-Null Ziels seitens Wasserversorgungen vor. Hingegen werden aber ausgewählte energiebezogene Kennzahlen im Bereich der Wasserversorgung im Rahmen der regelmässig stattfindenden Umfrage des SVGW bei den Wasserversorgern erhoben und aggregiert zusammengestellt ³.

1.3 AUFTRAG UND ZIELSETZUNG

Dieser Bericht soll einen aktuellen Überblick über potentielle Beiträge der Wasserversorgung zum Netto-Null Ziel liefern. Ungenutzte Potentiale sollen aufgezeigt, bewertet und grob quantifiziert werden. Vorschläge für Stossrichtungen inkl. deren Risiken sind kurz zu diskutieren. Dabei sind notwendige Veränderungen in der Branche aufzuzeigen, sowie Voraussetzungen, um geeignete Massnahmen anzugehen und umsetzen zu können. Im Sinne eines Grundlagenberichtes soll das Dokument dem BAFU und Dritten dienen, sich einen Überblick über das Potential im Bereich Energieeffizienz und -Produktion in der Trinkwasserversorgung zu verschaffen, mögliche Ansatzpunkte zu erkennen und Beispiele für Massnahmen aufzuzeigen. In zweiter Linie liefert der Bericht auch Hinweise zu Herausforderungen, die an die Trinkwasserbranche bei der Erreichung des Netto-Null Ziels herangetragen werden.

³ SVGW, M. Freiburghaus in Aqua&Gas 6/2022: Trinkwasserbranche statistisch beleuchtet

2 GRUNDLAGEN

Wichtige Grundlagen umfassen folgende Dokumente:

- BAG/BLV, 2018: Legionellen und Legionellose-Empfehlungen
- DVGW, 2010: Handbuch Energieeffizienz/Energieeinsparung in der Wasserversorgung; Regelwerk / DVGW Information W77
- Ecoplan, Oktober 2022: Energieperspektiven 2050+ volkswirtschaftliche Auswirkungen; im Auftrag des BFE
- international Water Association (IWA), 2022: Reducing Greenhouse gas emissions from water and sanitation services (Reducing the greenhouse gas emissions of water and sanitation services: Overview of emissions and their potential reduction illustrated by the know-how of utilities | IWA Publishing)
- SVGW, 2021: Statistische Erhebungen der Wasserversorgungen in der Schweiz - Betriebsjahr 2020; Regelwerk W15001
- SVGW & Energie Schweiz, 2004: Handbuch Energie in der Wasserversorgung; Regelwerk W15007

Foto 1: PV Anlage auf Seewasserwerk Frasnacht, RWSG



3 TRINKWASSERVERSORGUNG IN DER SCHWEIZ

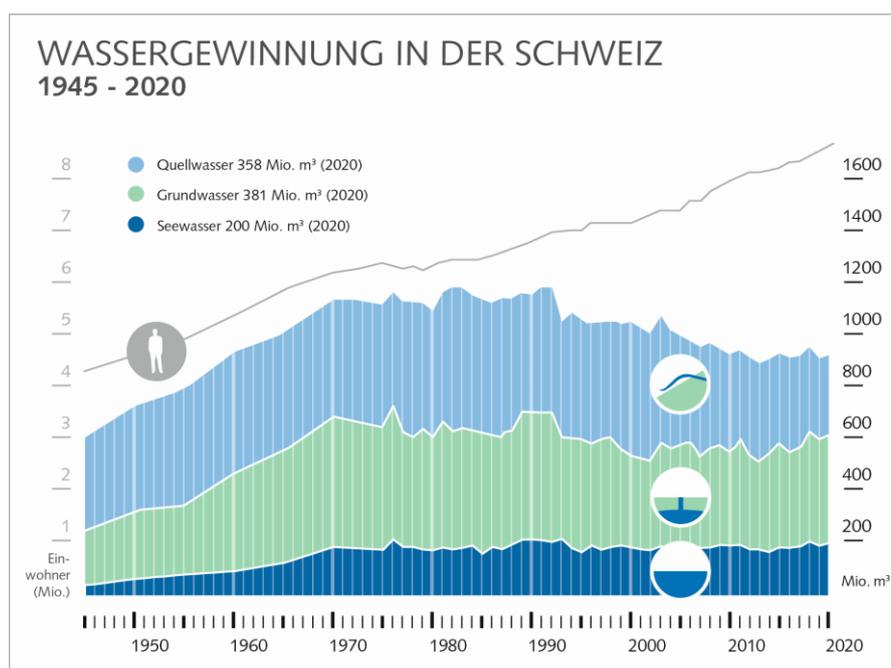
3.1 AUFGABE UND ZUSTÄNDIGKEIT

Die Trinkwasserversorgung ist eine öffentliche Aufgabe. Der Auftrag für die Trinkwasserversorgung ist in der Schweiz an die Gemeinden resp. deren Versorgungen delegiert. Die Versorgungen müssen demnach die Bevölkerung, Industrie und Gewerbe jederzeit mit ausreichend Trinkwasser von guter Qualität und Druck beliefern. Zusätzlich übernimmt die Wasserversorgung meist auch die Versorgung mit Brauch- und Löschwasser. Für die Bewässerung von landwirtschaftlichen Kulturen wird in der Regel Wasser aus Oberflächengewässern entnommen und in separaten Infrastrukturen verteilt, nicht aber durch das Trinkwassernetz.

3.2 WASSERDARGEBOT

Für die Versorgung der Schweiz mit Trink-, Lösch- und Brauchwasser werden durch die Versorgungen jährlich ca. 950 Mio. m³ Wasser entnommen⁴. Das Wasser stammt zu ca. 40% aus dem Grundwasser, zu ca. 40% von Quellen und ca. 20% aus Oberflächengewässern. Ungefähr die Hälfte des gewonnenen Grund- und Quellwassers kann ohne resp. ohne aufwändige Aufbereitung direkt als Trinkwasser abgegeben werden.

Abbildung 1 Herkunft des Trinkwassers (SVGW)



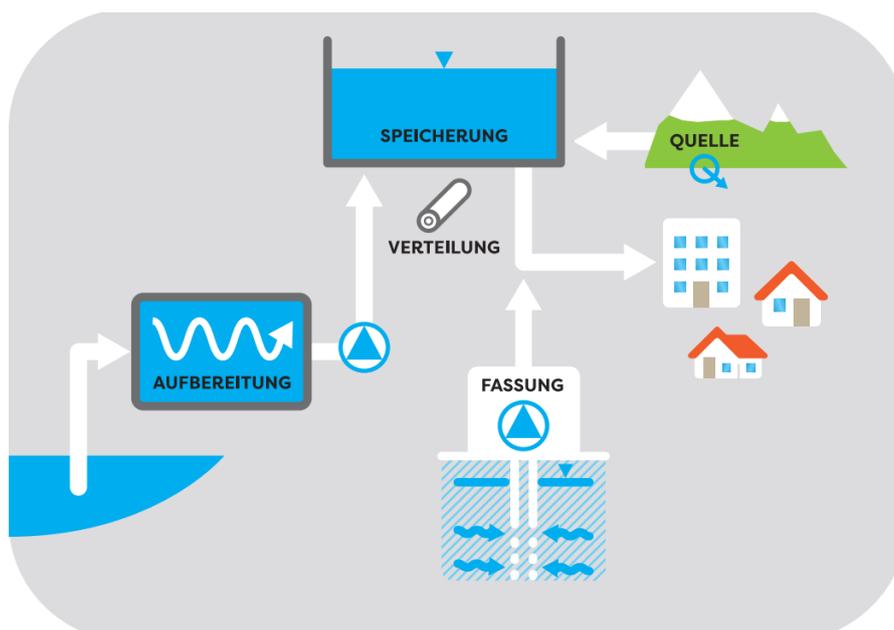
Um Trinkwasser aus Oberflächengewässern zu gewinnen, muss dieses aufwändig aufbereitet werden. In der Regel werden dafür mehrstufige Verfahren angewendet, die energieintensiv sind und chemische Hilfsstoffe als Input benötigen.

3.3 STRUKTUR

Aufgrund der sehr unterschiedlichen geografischen Bedingungen (u.a. Topografie, Nähe zu Gewässern) verwenden die Trinkwasserversorgungen in der Schweiz verschiedene Wasserressourcen und sind strukturell unterschiedlich aufgestellt. In den meisten Fällen umfasst die Trinkwasserinfrastruktur mehrere Bezugsquellen - in der Regel Grundwasserfassungen und Hangquellen - und Reservoirs, die durch das Leitungsnetz mit den Abnehmern verbunden sind.

⁴ SVGW W15001, Stand 2021

Abbildung 2 Hauptprozesse in der Trinkwasserversorgung



Das Leitungsnetz in der Schweiz umfasst eine Länge von über 90'000 km, wobei ca. 60'000 km Zubringer-, Haupt- und Verteilleitungen ausmachen, die restlichen 30'000 km sind Hausanschlussleitungen. Der Wiederbeschaffungswert für die gesamte Infrastruktur der öffentlichen Trinkwasserversorgung in der Schweiz beträgt 2020 ca. 56 Mrd. CHF, wovon ca. 80% CHF auf das Leitungsnetz entfällt (siehe SVGW). Allein für den Werterhalt muss jährlich ein Betrag von ca. 1 - 1.5 Mrd. CHF investiert werden.

Mittels einer geeigneten Verteilung von Reservoirs über die gesamte Höhenlage des Versorgungsgebietes sowie einer intelligenten Steuerung, können die Versorger die Kunden in allen Druckzonen optimal mit ausreichend Wasser und geeignetem Druck beliefern, und dabei den Energieverbrauch und Kosten möglichst tief halten.

Aber selbst bei einer gut geplanten Netzstruktur ist bei allen Wasserversorgungen der Einsatz elektrischer Motoren z.B. für den Betrieb von Pumpen oder Klappen unabdingbar. Nur ganz wenige Versorgungen benötigen keine Pumpen zur Wasserförderung resp. können mit sehr wenig elektrischer Energie von aussen betrieben werden. Dies umfasst v.a. Quellwassersysteme, deren Quellen weit oberhalb des Versorgungsgebietes liegen und die Talgebiete mittels der Schwerkraft ohne zusätzlichen Energieaufwand mit Trinkwasser versorgen können. Bei diesen günstigen topografischen Verhältnissen besteht auch ein grösseres Potential, Strom mittels Trinkwasserkraftwerken zu produzieren. Kleinere Versorgungen mit einem hohen Anteil an Quellwasser oder Wasser aus Heberanlagen weisen einen eher geringeren spezifischen Energieverbrauch auf als grössere Versorgungen.

3.4 GESETZLICHE RAHMENBEDINGUNGEN UND VORGABEN

3.4.1 Gebührensistem

Gemäss Vorgaben des Bundes (Preisüberwacher⁵) und Empfehlungen des SVGW (Regelwerk W1006), müssen die Gebühren für Trinkwasser kostendeckend sein, d.h. sie müssen die laufenden Kosten wie z.B. auch die Energiekosten, aber auch Kosten für die Instandhaltung und längerfristige Investitionen abdecken. Den Versorgungen ist es nicht erlaubt Gewinn aus der Versorgung mit Trinkwasser zu erwirtschaften. Die Trinkwasserversorgung als

⁵

https://www.preisueberwacher.admin.ch/dam/pue/de/dokumente/studien/Anleitung%20und%20Checkliste%20zur%20Festlegung%20der%20Geb%C3%BChren%20in%20den%20Bereichen%20Wasser%20und%20Abwasser.pdf.download.pdf/Anleitung_Checkliste_Wasser_Abwasser_d.pdf

öffentliche Versorgungsinfrastruktur und -Leistung soll gemäss den Empfehlungen des SVGW möglichst wirtschaftlich betrieben werden. Da die Trinkwasserversorgung ein Monopolbetrieb ist, besteht in der Regel kein direkter Anreiz für die Umsetzung von Energieeffizienzmassnahmen. Massnahmen zur Erreichung von Netto-Null müssen daher vermehrt durch politische Vorgaben, gesetzliche Regelungen und/oder öffentlichen Druck z.B. für Beiträge zur Erreichung des Netto-Null Zieles eingefordert werden. Wichtig ist auch die Überprüfung der Wirksamkeit der Massnahmen. Unterstützend könnten dafür gezielte Benchmarking-Vergleiche zwischen vergleichbaren Versorgungsungen sein.

3.4.2 Vorgaben für Energieeffizienz und -Management

In gewissen Kantonen werden auf der Basis kantonaler Gesetze Trinkwasserversorgungen ab einem gewissen Wärme- resp. Elektrizitätsverbrauch als Energiegrossoverbraucher eingestuft, z.B. im Kanton Zürich⁶. Demnach müssen die Versorger Schritte zur Energieeinsparung und Verbesserung der Energieeffizienz ausweisen und Fortschritte laufend überprüfen.

Gemäss Verordnung über die Sicherstellung der Trinkwasserversorgung in schweren Mangellagen (VTM) müssen Wasserversorgungen ihre Resilienz so stärken, dass sie schwere Mangellagen verhindern oder rasch bewältigen können. Dazu gehören auch mögliche Strommangellagen, die von den Wasserversorgungen durch geeignete Massnahmen bewältigt werden müssen, u.a. durch innovative Ansätze für Stromproduktion, Speicherung und Vernetzung (u.a. Zusammenschlüsse zum Eigenverbrauch (ZEV), innovativer Speicher wie neuartige Grossbatterien oder Ansätze wie vehicle-to-grid⁷).

3.4.3 Neue Förderinstrumente für erneuerbare Energien ab 2023

Seit dem Auslaufen der Vergütungen gemäss der kostendeckenden Einspeiseverfügung (KEV) im Jahr 2020 bestanden keine Fördersysteme für Trinkwasserkraftwerke. In der Folge wurden auch nur noch sehr wenige Projekte realisiert. Mit dem Beschluss vom 23.11.2022⁸ hat der Bundesrat neue Fördersystem für erneuerbare Energien verabschiedet, die u.a. auch die Bereiche Trinkwasserkraftwerke und Solaranlagen betreffen. Danach beträgt neu ab 1. Januar 2023 der Investitionsbeitrag für Neuanlagen und erhebliche Erweiterungen 50 Prozent der anrechenbaren Investitionskosten (Art. 48 EnFV). Dieser Fördersatz gilt auch für Trinkwasserkraftanlagen, da diese von den Untergrenze nach Art. 19 Abs. 4 Bst. a EnG ausgenommen sind.

⁶ https://www.zh.ch/content/dam/zhweb/bilder-dokumente/themen/umwelt-tiere/energie/grossverbraucher/ge-meinsam_zum_ziel_energiegrossoverbraucher_kt_zh.pdf

⁷ [Nexus-e - Vehicle-to-grid in Switzerland](#)

⁸ <https://www.admin.ch/gov/fr/accueil/documentation/communiqués.msg-id-91862.html>

4 HEUTIGER ENERGIEBEDARF UND AUSBLICK

4.1 AUSGEWÄHLTE KENNZAHLEN

Folgende Kennzahlen erlauben eine erste, grobe Einordnung der heutigen Situation der Wasserversorgung in der Schweiz hinsichtlich des Energiebedarfs und -Erzeugung (Betrachtungsjahre 2020 resp. 2021).

Tabelle1: Ausgewählte Kennzahlen zu Stromverbrauch- und Produktion in der Trinkwasserversorgung

Schweiz	Energie	Daten-Quelle
Gesamtverbrauch Elektrizität in CH 2021 [TWh] inkl. Industrie, Verkehr, Haushalte, Dienstleistungen und Landwirtschaft	58 TWh	BFE ⁹
Pro-Kopf-Verbrauch Elektrizität in CH 2021 [kWh/versorgte Einwohner]	6'600 [kWh/Pers]	BFE
Gesamt Produktion Elektrizität in CH 2021 [TWh]	64 TWh	BFE
Trinkwasserversorgung CH (Energieverbrauch)		
Strom-Verbrauch Trinkwasserversorger 2020 pro Jahr	425 GWh	SVGW ¹⁰
Volumen Trinkwasser produziert 2020 [m ³ pro Jahr]	950 Mio. m ³	SVGW
Spezifischer Verbrauch Wasserproduktion in CH [kWh/m ³]	0.45 kWh/m ³	SVGW
Spezifischer Verbrauch Erwärmung auf Warmwasser auf 50°C Grad bei Endverbraucher [kWh/m ³]	50 kWh/m ³	SVGW
Anteil Stromverbrauch Wasserversorgung an gesamten Bedarf elektrischer Energie in CH [%]	ca. 0.7%	-
Trinkwasserversorgung CH (Energieproduktion)		
Jährliche Stromproduktion der Trinkwasserversorger aus Trinkwasserkraftwerken [GWh]	209 GWh	SVGW
Jährliche Stromproduktion der Trinkwasserversorger mit sonstigen Verfahren inkl. PV-Anlagen [GWh]	18 GWh	SVGW
Eigenversorgungsgrad Energie als Verhältnis Energieproduktion / Energiebedarf [%]	ca. 53 %	SVGW
Vergleich international		
Spezifischer Stromverbrauch für Wasserproduktion/-versorgung mittels Umkehrosmose und Fernversorgung [kWh/m ³]	2-6 kWh/m ³	SVGW
Anteil Stromverbrauch für Wasserversorgung an gesamten Bedarf an elektrischer Energie; in verschiedenen Ländern [%]	0.6% – 6.2%	IWA ¹¹

Die Angaben für den Energiebedarf resp. Produktion für die Jahre 2020 resp. 2021 können auch für Vergleiche und Betrachtungen mit anderen Perioden verwendet werden, da die langjährigen Abweichungen zwischen den Jahren vernachlässigbar klein sind.

⁹ BFE: Elektrizitätsstatistik 2021: <https://www.news.admin.ch/news/message/attachments/71057.pdf>

¹⁰ W15001: [Jahresstatistik Betriebsjahr 2020; sowie in Aqua & Gas 06/2022](#)

¹¹ IWA 2022: [Reducing GHG emissions from water and sanitation services](#)

Strombedarf und -Produktion in der Trinkwasserversorgung:

Aus den Zahlen lassen sich folgende Aussagen ableiten:

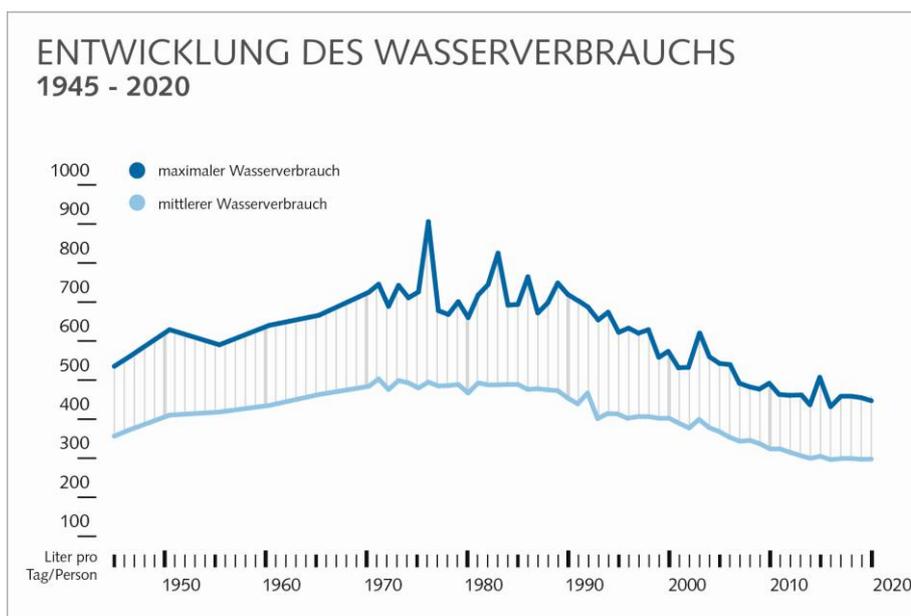
- die Schweiz stellt im Vergleich zum Ausland die Trinkwasserversorgung mit relativ wenig elektrischer Energie sicher,
- der Verbrauch an Elektrizität für die Trinkwasserversorgung beträgt weniger als ein Prozent des Gesamtverbrauchs an Strom in der Schweiz,
- der Eigenversorgungsgrad den Trinkwasserversorgungen bzgl. Energie (Strom) liegt derzeit bei knapp über 50%,
- Trinkwasserkraftwerke liefern den grössten Teil des in der Wasserversorgung selbst produzierten Stroms,
- der Energiebedarf zur Erwärmung von 1 m³ Wasser auf 50 C ist 100-mal höher als der Energiebedarf für die Bereitstellung von 1 m³ Wasser.

4.2 ENTWICKLUNGEN IM WEITEREN UMFELD

4.2.1 Klimawandel, Trockenheit und Produktion

- Der Klimawandel führt in der Schweiz u.a. dazu, dass im Sommer längere Trockenphasen auftreten werden¹². Die Anzahl der Hitzetage wird zunehmen und damit auch der Bedarf an Wasser für Trinkwasser sowie auch für Brauchwasser.
 - Die Grundwasserneubildung kann in bestimmten Regionen abnehmen, u.a. in Bereichen mit geringer Infiltration von Fließgewässern, sowie auch die Schüttung von Quellen.
 - In den vergangenen Jahren stiegen die Tagesverbrauchspitzen an Trinkwasser im Sommer stark an, z.B. in Trockenjahren wie 2003 oder 2018 (siehe Abb. 3), was bei Versorgern v.a. zu häufigerem Pumpenbetrieb führte.
- ⇒ *Der Druck auf die energieintensive Grundwasserförderung wird durch den Klimawandel eher zunehmen.*

Abbildung 3 Entwicklung des Wasserverbrauchs 1945 - heute (SVGW)



¹² CH HYDRO 2018: [Hydrologische Szenarien Hydro-CH2018 \(admin.ch\)](https://www.admin.ch/gov/de/section/04/014/all/13611/13611.pdf)

4.2.2 Mikroverunreinigungen, Fremdstoffe und Aufbereitung

- Die intensive Nutzung im Mittelland v.a. durch Siedlung, Verkehr und Landwirtschaft führten v.a. dort zu einer Zunahme an Fremdstoffen in Gewässern, u.a. auch im Grundwasser. Problematische Stoffe umfassen u.a. Nitrat, Metaboliten von Pflanzenschutzmitteln (PSM) oder auch langlebige Stoffe wie PFAS¹³.
 - Steigende Anforderungen an die Qualität des Trinkwassers können dazu führen, dass der Druck steigt das Rohwasser in Zukunft aufwändiger aufzubereiten als bisher. Allerdings stellen diverse Metaboliten von PSM oder PFAS-Verbindungen unerwünschte Fremdstoffe dar, die wenn überhaupt nur sehr schwierig aus dem Grundwasser resp. Trinkwasser eliminiert werden können.
 - Verschiedene Bestrebungen auf politischer Ebene haben in der Vergangenheit versucht den vorsorglichen Gewässerschutz zu stärken und u.a. den Eintrag von Fremdstoffen in Gewässer und v.a. auch in das Grundwasser zu reduzieren (u.a. PaiV. 19.475; u.a. Motionen 22.3873, 22.3874, 22.3875).
- ⇒ *Der vorsorgliche Grundwasserschutz ist unbedingt weiter zu stärken und die zügige Umsetzung voranzutreiben; ansonsten steigt das Risiko, dass Grundwasser zunehmend verunreinigt wird und die heutige dezentrale Trinkwassernutzung in der Schweiz erschwert wird. Eine gute Trinkwasserqualität könnte dann nur noch mit vermehrter aufwändiger Grundwasseraufbereitung erreicht werden; das Lebensmittel Trinkwasser vermehrt ein verfahrenstechnisches Produkt wird, welches mit hohem Energieaufwand hergestellt würde.*

4.2.3 Energiekosten, Versorgungssicherheit und Resilienz

- Die steigenden Energiekosten erhöhen den Druck griffige Effizienzmassnahmen umzusetzen, auch für Trinkwasserversorgungen als Grossverbraucher. Ohne Stromversorgung können Pumpen und Steuerungen von Trinkwasserversorgungen nicht lange betrieben werden. Die heutigen Volumina der Reservoirs entsprechen in der Regel ca. einem Tag des Verbrauches. Danach würden die Systeme leerlaufen.
 - Bisherige Notstromaggregate benötigen fossile Treibstoffe. Aus Sicht der Stärkung der Resilienz bei Trinkwasserversorgungen sind neue, unabhängigeren Ansätze nötig um auch in Mangellagen die Stromversorgung möglichst ohne fossile Energieträger bereitstellen zu können.
- ⇒ *Wasserversorger als Betreiber kritischer Infrastrukturen sind angehalten die Stromversorgung effizient zu gestalten und jederzeit sicherzustellen.*
- ⇒ *Zur Stärkung der Versorgungssicherheit ist eine Erhöhung der Eigenversorgung mit Strom anzustreben. Der Ausbau der erneuerbaren Energien, z.B. Photovoltaik, innovativer Stromspeicher oder regionaler Netze (z.B. ZEV resp. LEG) sind zukunftssträchtige Ansätze, die von den Trinkwasserversorgern weiterverfolgt werden sollten.*

¹³ [Grundwasser-Qualität \(admin.ch\)](https://www.admin.ch/gov/de/section/04610/index.html)

4.3 ENTWICKLUNGEN IM ENGEREN UMFELD

Diverse Entwicklungen beeinflussen sowohl direkt als auch indirekt den Energieverbrauch als auch das Ausmass eines allfälligen Ausbaus der Energieproduktion:

4.3.1 Instandhaltung, Alterung und Infrastrukturersatz

- Zahlreiche Infrastrukturen der Trinkwasserversorgung wie Reservoirs oder Fassungen wurden vor mehr als 50 oder sogar 80 Jahren erstellt. Sie kommen nun an das Ende der technischen Lebensdauer und erfüllen heute oft nicht mehr die Vorgaben an Hygiene und den Stand der Technik.
- ⇒ *Im Rahmen der Planung des Ersatzes von Infrastrukturen wie z.B. Reservoirs besteht die seltene Chance für Trinkwasserversorger neue Lösungen unter Berücksichtigung der regionalen Bedürfnisse und Möglichkeiten sowie neuer technischer Möglichkeiten zu entwickeln. So können Bauten wie z.B. Reservoirs gemeinsam mit benachbarten Gemeinden realisiert werden¹⁴. Dabei ist auch zu prüfen, wie der Ausbau von erneuerbaren Energien im Projekt einbezogen und umgesetzt werden kann.*

4.3.2 Nutzungskonflikte, Konzessionen und Versorgungssicherheit

- Bei zahlreichen Fassungen laufen in naher Zukunft die Konzessionen aus und müssen erneuert werden. Bei einigen Fassungsstandorten sind infolge von Bautätigkeiten in den letzten Jahrzehnten die Risiken für Verschmutzungen so stark gestiegen, dass eine Fortführung der Nutzung als Trinkwasserfassung oft nicht mehr zulässig ist. So müssen für diverse Fassungen neue Standorte gefunden werden. Dies ist v.a. im dicht genutzten Mittelland mittlerweile sehr schwierig.
- ⇒ *Im Rahmen von regionalen Wasserversorgungsplanungen können Standorte für neue, geeignete Fassungen oder Reservoirs aus Gesamtsicht geplant werden. Diese Lösungen sollen zum einen in Zukunft eine verbesserte Versorgungssicherheit garantieren. Zum anderen können grosse Sparpotentiale im Bereich der Energie realisiert werden, u.a. durch die Nutzung von ergiebigen Quellen.*

4.3.3 Regelenergiemarkt und Steuerung

- Das Szenario Strommangellage wird derzeit als ein hochrelevantes Szenario aus Sicht der Landesversorgung eingestuft¹⁵.
- Trinkwasserversorger sind oft Grossverbraucher von Strom und sollten sich mit Energielieferanten absprechen, um die Netzstabilität maximal zu unterstützen (Sicherstellung von Regelenergie).
- Um die Stabilität der Versorgung mit elektrischer Energie auf Ebene Netz zu verbessern, bieten Elektrizitätsversorgungsunternehmen (EVU) dazu attraktive finanzielle Vergütungen an, die auch Trinkwasserversorger nutzen können. Dabei steuert die EVU für sehr kurze Zeit den Bezug von Strom für den Betrieb der Wasserversorgung, um somit Bedarfsspitzen im Stromnetz zu verkleinern oder zu verschieben.
- ⇒ *Wasserversorger verfügen über relevante Möglichkeiten zur Verbesserung der Netzstabilität via Regelenergie, welche bisher in einem interessanten finanziellen Umfang abgegolten werden (Fortführung der Abgeltung ist derzeit noch unklar).*

¹⁴ Neubau Reservoir Goben Kt. BL/SO; https://www.aquaetgas.ch/wasser/trinkwasser-grundwasser/20200429_ag4_das-neue-reservoir-goben/

¹⁵ OSTRAL (admin.ch)

5 METHODIK UND VORGEHEN

5.1 BETRACHTUNG MIT FOKUS AUF ELEKTRISCHE ENERGIE

Eine vertiefte Diskussion des Beitrages der Trinkwasserversorgung zum Netto-Null Ziel bedingt eine umfassende Betrachtung des Beitrags der Trinkwasserversorgung an der Produktion oder Reduktion von Treibhausgasen und am CO₂-Fussabdruck. Je nach verwendetem methodischen Ansatz werden unterschiedliche Nomenklaturen, Abgrenzungen und Anforderungen an Daten für die Quantifizierung des Ausstosses von Treibhausgasen verwendet.

In der Wasserversorgung in der Schweiz fällt ein Grossteil der benötigten Energie in der Produktion von elektrischer Energie an, die für die Förderung von Wasser nötig ist. Fossile Energieträger werden v.a. im Fall von Notstromaggregaten verbraucht.

Andere Komponenten wie die graue Energie in der Produktion von Beton und Leitungsmaterialien sind ebenso erheblich¹⁶, ein direkter Vergleich mit den Belastungen aus dem Strombedarf resp. Einsparung ist aus methodischen Gründen aber schwierig. Diese Potentiale können aufgrund der langen Lebensdauer der Materialien (> 50 Jahre) nicht rasch erschlossen werden. Aus Sicht der Branche (SVGW) sollten dennoch vermehrt Anstrengungen zur mittelfristigen Reduktion des CO₂-Fussabdruckes auch im Bereich der Materialien und Logistik vorgesehen werden. In dieser Studie wird im Sinne einer Vereinfachung der Fokus auf den Bedarf und der möglichen Produktion von elektrischer Energie gelegt (Strom, ausgedrückt in kWh/m³ ^{17, 18}).

Soweit Massnahmen zur Reduktion der Treibhausgase potentiell nachteilige Effekte auf die Wasserversorgung oder die Wasserressourcen haben können, werden diese Aspekte im vorliegenden Bericht zumindest qualitativ diskutiert.

Weitergehende Betrachtungen wie Treibhausgasproduktion in grauer Energie in Leitungsmaterialien, Inland- vs. Auslandanteile von Emissionen oder Carbon Capture and Storage Ansätze werden hier nicht behandelt.

5.2 SYSTEMABGRENZUNG UND ZUSTÄNDIGKEITEN

5.2.1 Hauptprozesse

Für diese Betrachtung wird das System Trinkwasserversorgung unterteilt in Infrastrukturen der Wasserversorgung an sich sowie in Elemente, die im weiteren Umfeld liegen. Die Elemente im weiteren Umfeld können z.B. die zu schützenden Wasserressourcen umfassen oder die Trinkwasserinstallationen in den Gebäuden der Endverbraucher. Die Infrastrukturen der Wasserversorgung werden vier zentralen Hauptprozessen der Trinkwasserversorgung zugeordnet:

- der **Förderung** des Wassers (Rohwasser oder aufbereitetes Wasser),
- der **Aufbereitung**,
- der **Speicherung** und
- der **Verteilung** des Wassers bis zu den Endverbrauchern.

5.2.2 Verantwortlichkeiten

Auf Basis dieser methodischen Abgrenzung erfolgt die Abschätzung der Potentiale für Energieeffizienzmassnahmen sowie die Zuweisung die Verantwortlichkeit für die allfällige Umsetzung und Finanzierung von Massnahmen.

¹⁶ SVGW : mündliche Mitteilung und Abschätzung; M. Bärtschi; 12.1.2023

¹⁷ Gemäss GHG Protocol: Betrachtung von Scope 2) [Greenhouse Gas Protocol | \(ghgprotocol.org\)](https://www.ghgprotocol.org/)

¹⁸ DVGW, Information W77: Handbuch Energieeffizienz und Energieeinsparung in der Wasserversorgung, 2010

Grundsätzlich liegt die Verantwortung für die Trinkwasserversorgung beim Kanton. Dieser delegiert die Aufgaben in weiten Teilen weiter an die Gemeinden. So liegt die Verantwortung für Aufgaben im Bereich zwischen der Fassung und dem Hausanschluss (Hauptschieber zum Kunden) grundsätzlich beim Wasserversorger. Die Wasserversorgung ist gemäss der Lebensmittelgesetzgebung im Rahmen der Selbstkontrolle für die Sicherstellung der Lebensmittelqualität zuständig. Der Kanton überwacht die Einhaltung der Vorgaben. Die Pflicht zur Sicherstellung der Trinkwasserhygiene in Gebäuden liegt beim Hauseigentümer. Im Bereich des Ressourcenschutzes hat der Bund die Oberaufsicht, der Vollzug liegt bei den Kantonen.

In dieser Studie sollen die Betrachtungen von möglichen Massnahmen zur Erreichung des Netto-Null Ziels v.a. auf die Infrastrukturen der Wasserversorgung fokussieren, das heisst auf Elemente zwischen der Rohwasserfassung und dem Hausanschluss resp. Endverbraucher. Mögliche Effekte und Potentiale sollen soweit als möglich quantifiziert werden, v.a. wenn sie durch die Versorger unter Einhaltung der Vorgaben (v.a. bzgl. geforderter Druck, Durchflussmenge, Hygiene) verändert werden können.

Allfällige Potentiale im weiteren Umfeld der Wasserversorgung, wie z.B. die Ressourcen aus denen das Rohwasser gewonnen wird, sollen im Rahmen dieses Mandates qualitativ behandelt werden. Dies betrifft auch allfällige kritische Aspekte, die Einfluss auf das Trinkwasser haben könnten.

5.3 BETRACHTETE ASPEKTE

In den folgenden Bereichen der Wasserversorgung werden ausgewählte **Aspekte** vertiefter untersucht:



- **Energieverbrauch der Wasserversorgung** (Pumpen resp. Quellen, Wahl von Aufbereitungsverfahren)



- **Energieeffizienter Betrieb** (v.a. Pumpeneffizienz, Verluste, Entfeuchtung, optimierter Betrieb)



- **Energieproduktion** in Wasserversorgung



- **Prozesse im weiteren Umfeld** (z.B. saisonale Wärmespeicher im Untergrund)

Innerhalb der einzelnen Aspekte werden **Ansatzpunkte** mit Potentialen identifiziert und detaillierter beschrieben.

5.4 VORGEHEN

Für jeden Aspekt werden die heutigen Kenntnisse kurz diskutiert und Empfehlungen für Ansatzpunkte aufgeführt (Kap. 5 und 6). In einem Faktenblatt werden jeweils ergänzende Punkte zusammengefasst (siehe Anhang 1). Dabei werden folgende Punkte behandelt:

- Aufzeigen jener Bereiche der Wasserversorgung, die sich für einen Beitrag zu Netto-Null besonders eignen. Angabe der entsprechenden Energieform, die dabei gespart, produziert oder gespeichert werden kann.
- Grobe Abschätzung der noch vorhandenen, ungenutzten Potentiale (Effizienz, Produktion)
- Qualitative Einordnung des volkswirtschaftlichen Kosten-Nutzen-Verhältnisses der Stossrichtungen zur Nutzung der Potentiale
- Aufzeigen von Risiken bei einer möglichen Umsetzung
- Veränderungen in Branche, die in Zukunft mit Blick auf die Erreichung des Netto-Null Ziels von Bedeutung sein werden
- Notwendige Schritte und Voraussetzungen, um geeignete Massnahmen anzugehen und umzusetzen (Rahmenbedingungen); Aufzeigen relevanter Wissenslücken.

6 ANSATZPUNKTE FÜR EIN VERBESSERTES ENERGIEMANAGEMENT

6.1 ENERGIEVERBRAUCH IN DER WASSERVERSORGUNG

6.1.1 Wasserbezug



Ca. 40% des Trinkwassers in der Schweiz wird aus Grundwasser gewonnen, ca. 40% stammt aus Quellen, die verbleibenden 20% werden aus Oberflächenwasser gewonnen. Insgesamt werden in der Schweiz pro Jahr ca. 750 Mio. m³ Grund- und Quellwasser für die Trinkwasserversorgung gefördert und ca. 200 Mio. m³ Oberflächenwasser aufbereitet (SVGW 2021).

Grundwasser oder aufbereitetes Oberflächenwasser muss in der Regel in ein oder mehrere höher gelegene Reservoirs gepumpt werden. Die Förderung von Wasser über Förderhöhen von teilweise 100 oder mehr Höhenmetern benötigt grosse Mengen an elektrischer Energie. Somit wird auch sichergestellt, dass Reservoirs und das Leitungsnetz immer mit ausreichenden Mengen Wasser gefüllt sind, somit auch nie leerlaufen und der nötige Betriebsdruck u.a. für den Löschschutz immer sichergestellt ist.

In der Schweiz existieren mindestens ca. 2'000 bis 3'000 grössere Grundwasserfassungen. Darüber hinaus bestehen ca. 15'000 kleinere Grundwasserfassungen und Quellen (Quelle BAFU). Die grösseren Fassungen liefern den Grossteil des Trinkwassers und haben dadurch eine grosse Bedeutung für die Trinkwasserversorgung in der Schweiz. Die langfristige Sicherung dieser Grundwasserfassungen ist von zentraler Bedeutung. Daher sollten sie durch eine regionale Wasserversorgungsplanung identifiziert und die Massnahmen zu ihrer langfristigen Sicherung (z.B. Behebung von Vollzugsdefiziten bei Grundwasserschutz-zonen) angegangen werden.

Natürliche Quellen sind oft weit oberhalb des Versorgungsgebietes gelegen. Sie bieten den grossen Vorteil stets Wasser zu liefern, das im freien Gefälle ins Netz fliesst. Dies bildet den grossen Vorteil, dass das Quellwasser meist ohne Fremdenergie als Trinkwasser geliefert werden kann. Im Fall von Strommangellagen ist dieser Vorteil von überragender Bedeutung.

Vor dem Hintergrund des Klimawandels und zunehmenden Phasen mit Trockenheit werden viele Quellen anfälliger auf Trockenheit. Als Folge davon sind eher abnehmende oder unregelmässige Schüttungen zu erwarten¹⁹. Versorger sollten trotz dieser Nachteile versuchen Quellen mit guter Qualität und Schüttung unbedingt zu behalten und den Schutz dieser Quellen zu stärken, da diese aus Sicht Energie und Versorgungssicherheit sehr wertvoll bleiben.

Empfehlungen:

- **Regionale Wasserversorgungsplanungen** durchführen, bei denen robuste Versorgungssysteme konzipiert werden, insbesondere durch Sicherung von Fassungen und Quellen mit unterschiedlichen Risikoprofilen; Optimierung des Betriebes durch geeignete Reservoirstandorte und Volumen und Redundanzen
- **Quellwasser und Hebersysteme** nutzen, dort wo möglich und diese auch in Zukunft betrieblich sinnvoll sind
- Elektrische Fördersystem und Reservoirs inkl. **Steuerung** u.a. bei Instandhaltungen so anzupassen, dass der **Betrieb optimiert** und der Pump- resp. Elektrizitätsbedarf reduziert werden kann

¹⁹ CH HYDRO 2018 / NCCS: <https://www.nccs.admin.ch/nccs/de/home/klimawandel-und-auswirkungen/schweizer-hydroszenarien/kernaussagen.html>

6.1.2 Aufbereitung



Diverse anthropogene Aktivitäten v.a. aus Siedlungen, Industrie, Verkehr und Landwirtschaft führen zu direkten oder diffusen Einträgen von Fremdstoffen in die Gewässer. Um die Qualitätsanforderungen an das Lebensmittel Trinkwasser zu gewährleisten, sind bei der Nutzung unterirdischer Gewässer für die Trinkwasserversorgung gemäss der Gewässerschutzgesetzgebung nur einfache Aufbereitungsverfahren zulässig (z.B. Filtration, Hygienisierung).

Bei Oberflächengewässern sind hingegen angemessene Aufbereitungsverfahren zulässig. So kommen bei der Seewasseraufbereitung oftmals komplexe mehrstufige Aufbereitungsverfahren zur Anwendung. Insbesondere Ozonierungsanlagen, aber v.a. Anlagen wie Ultrafiltration, Aktivkohle und Umkehrosmose zur Elimination von Spurenstoffen wie Pestizidmetaboliten benötigen viel elektrische Energie, um Filter und Membranen mit Wasser bei ausreichendem Druck zu beschicken. Immerhin gelingt es Dank des vorsorglichen Grundwasserschutzes und Vorgaben beim Stoffeinsatz, dass auch heute noch ca. 60 % des Grund- und Quellwassers ohne aufwändige Aufbereitung direkt als Trinkwasser abgegeben werden kann (SVGW 2021).

Empfehlungen:

- **Vorsorglicher Grundwasserschutz** weiter stärken, u.a. der planerische Grundwasserschutz mit Ausscheidung von Zuströmbereichen
- Überprüfung der Zulassung kritischer Stoffe, u.a. von Pestiziden und Bioziden
- Wo immer möglich und sinnvoll Einsatz von **physikalischen Verfahren** in der Aufbereitung abklären und umsetzen, anstatt Anlagen vorzusehen, die viel Strom oder Betriebsstoffe benötigen. Dies könnte v.a. bei Grund- und Quellwasser möglich sein, das mit einfachen Verfahren aufbereitet wird oder z.B. bei dezentralen Anlagen wie Regenwassernutzungen für Trinkwasser mittels gravitativ betriebener Membranen ²⁰.

6.2 ENERGIE-EFFIZIENTER BETRIEB

6.2.1 Pumpeneffizienz und Förderung



Der überwiegende Teil an elektrischer Energie in der Trinkwasserversorgung wird für die Förderung eingesetzt, sei dies z.B. für die Förderung von Rohwasser zur Aufbereitung, von Trinkwasser in Hochbehälter oder als Druckerhöhung im Netz. In grösseren städtischen Versorgungen kann dies bis zu 80-90 % des gesamten Strombedarfs der Wasserversorgung ausmachen. Der effektive Strombedarf von Pumpen wird durch diverse Faktoren bestimmt, wie u.a.

- Netzcharakteristik (Länge, Vordruck, Durchfluss, Rohrdurchmesser, Rohrmaterial, etc.)
- Wahl der Methode zur Förderung unter Berücksichtigung des hydraulischen Gesamtsystems, u.a. Lage, Anzahl und Grösse der Pumpen
- Wahl des Pumpentyps, Wirkungsgrad der Pumpe inkl. des Motors
- Betriebsform, u.a. Dauerbetrieb oder On/Off; andere Pumpen im Netz, Teillast-Möglichkeiten bei hoher Effizienz
- Regelmässige Kontrolle und Wartung von Pumpen; Betrieb bei optimalem Betriebspunkt

Aufgrund der enormen Wassermengen, die regelmässig in Versorgungen gepumpt werden müssen, bewirken bereits kleine Unterschiede deutliche Verbesserungen im Bereich der Pumpeneffizienz bzgl. Energieeinsparung und relevante Kosteneinsparungen.

²⁰ [Empa - Self - Filtration](#)

Foto 2: Stufenpumpwerk in einem Reservoir zur Versorgung der oberhalb liegenden Druckzonen



Bereits in den Jahren des Bundesprogramms *EnergieSchweiz* wurden Anstrengungen zur Verbesserung der Energieeffizienz im Bereich von Pumpen v.a. bei grösseren Verbrauchern durchgeführt. Im Rahmen des Programms *ProKilowatt* wurden diverse Hilfestellungen angeboten, u.a. die sogenannten "Pumpenchecks" mit dem Grob- und Detailcheck²¹.

Heutzutage werden in der Regel Pumpen mit hohen Anforderungen an den Motorenwirkungsgrad eingebaut (IE-4 Motoren), die eine hohe Energieeffizienz aufweisen (> 98%). Dennoch sind noch viele ältere Pumpen im Einsatz, die oft einen Wirkungsgrad < 95% aufweisen. Anhand hypothetischer Annahmen soll grob das Potential für Energieeinsparungen allein durch die Pumpeneffizienz abgeschätzt werden. Folgende Annahmen werden dabei zu Grunde gelegt:

- Gesamtproduktion an Trinkwasser: ca. 950 Mio. m³/Jahr; gepumpt werden die Volumina von Grund- und aufbereitetem Oberflächenwasser, d.h. 60% von 950 Mio. m³/Jahr, d.h. ca. 570 Mio. m³/Jahr
- Optimierungspotential von 2% resp. 5% (diese Grössenordnung ist gemäss Aqua&Gas 2015/1 S. 24ff oder SVGW Regelwerk W15007 realistisch)
- Energiebedarf resp. -Verlust pro m³ Wasser (Annahme 1% Optimierungspotential = 10 Wh/m³ pro Pumpe)

Bei einem Optimierungspotential bei Pumpen von 2% könnten bei diesen groben Annahmen **ca. 10 GWh/Jahr** Strom eingespart werden, bei 5% bereits **ca. 25 GWh/Jahr**.

Im Vergleich zum Potential der einzusparenden Betriebskosten sind die Investitionskosten für Pumpen klein. Im konkreten Fall können die effektiven Werte stark von dieser Schätzung abweichen. Die spezifischen Verhältnisse müssen zum gegebenen Zeitpunkt aktuell betrachtet und analysiert werden.

Empfehlungen:

- Priorisierter Ersatz nicht energieeffizienter Pumpen bei Ablauf ihrer Lebensdauer.
- **Regelmässig Pumpencheck** durchführen mit Grob- und evtl. auch Detailprüfung; evtl. auch weitere Elemente für hydraulische Optimierung des Netzes und des Betriebs prüfen (u.a. Einlaufkonus in Behälter und Filter).
- **Förderprogramme (z.B. ProKilowatt) zur Effizienzsteigerung prüfen und nutzen.**

²¹ Trinkwasser – InfraWatt

6.2.2 Wasserverluste im Netz

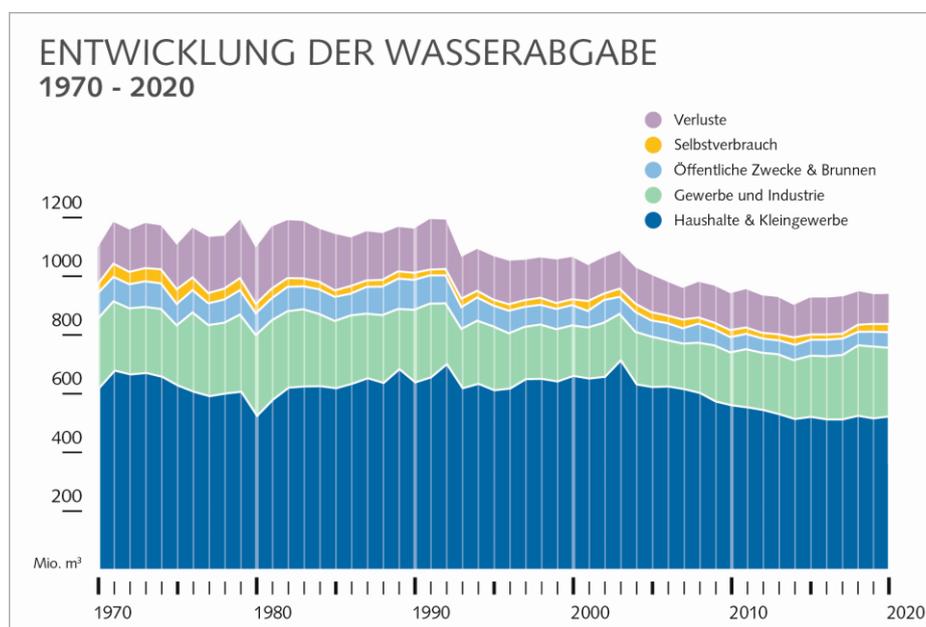
Die Lebensdauer der Trinkwasserleitungen variiert je nach Material und Rohrverlegetechnik zwischen 40-80 Jahren. Auch heute noch sind in der Schweiz in einigen Versorgungsnetzen noch Gussleitungen in Betrieb, die vor über 100 Jahren verlegt wurden. Leitungen können je nach Material und Kontext diverse Schäden erleiden, sei dies z.B. durch Korrosion v.a. bei Gussleitungen oder durch mechanische Einwirkungen, so dass Lecks entstehen.

Durch Leckagen geht direkt Wasser aus den Leitungen unkontrolliert verloren und kann zu Schäden im Umfeld führen wie z.B. Ausspülungen im Untergrund. Es können aber auch Wasser und Schmutz von Aussen in die Leitungen eindringen und zu Verunreinigungen des Trinkwassers im Netz führen, im schlimmsten Fall durch mikrobielle Verunreinigungen. Solche Leckverluste bleiben oft lange unbemerkt. Der überwiegende Teil an Lecks im hiesigen Leitungsnetz ist gemäss SVGW auf Korrosion von Metallleitungen zurück zu führen.

Durch Leckagen geht praktisch 1:1 elektrische Energie verloren, da das Wasser in vielen Fällen gepumpt ist und evtl. auch noch aufbereitet wurde. Jeder Kubikmeter Trinkwasser, der nicht verkauft geht, spart auf einfache Art auch bedeutende Mengen an Energie. Leckage-Verluste bedeuten auch ökonomische Verluste, da dieses Wasser produziert, aber nicht verkauft wird.

In der Schweiz liegt Stand 2020 die durchschnittliche Verlustrate über alle Versorgungsgrößen bei 12% (SVGW 2021), d.h. 12 % des produzierten Wassers wird nicht verkauft und die dafür aufgewendete Energie geht verloren. Der grösste Teil ist dabei verursacht durch Leckagen. In eher kleineren Versorgungsnetzen können die Verlustraten zwischen 20% bis 30 % betragen, in Ausnahmefällen sogar noch höher.

Abbildung 4 Entwicklung der Wasserabgabe inkl. Netzverluste (SVGW)



Die meisten Trinkwasserversorgungen führen regelmässige Abklärungen zu Leckagen in ihrem Netz durch, v.a. in jenen Sektoren des Netzes, in denen Hinweise auf Lecks bestehen oder Risiken eines Ausfalls besonders hoch sind. Heutzutage existieren verschiedene Verfahren, um Lecks im Netz einzugrenzen und deren Lage zu orten. Grössere Lecks werden in der Regel sofort behoben, um Folgeschäden zu beheben.

Der Ersatz von Leitungen im bebauten Raum ist teuer, er kostet je nach Material, Durchmesser und Lage im Gebiet ca. 300-1'000 CHF/Laufmeter. Aus ökonomischer Sicht lohnt es sich nicht immer jedes kleine Leck sofort zu beheben.

Daher werden kleinere Lecks meist im Rahmen des ordentlichen Leitungsersatzes behoben resp. angegangen, welcher oft zusammen mit anderen Tiefbauvorhaben geplant und ausgeführt wird.

Für die Abschätzung des hypothetischen Potentials des Energieverlustes durch Lecks sollen folgende konservativen Annahmen gelten:

- ca. 10-12 % des produzierten Wassers in der Schweiz gehen verloren²²
- der Verlust verteilt sich über alle Typen und Grössenordnungen von Versorgungen; d.h. das Wasser wurde in der Regel vorher aufbereitet oder/und gepumpt;
- die Verlustrate kann damit 1:1 auf die Menge an eingesetzter Energie angewendet.

Die Grössenordnung des vermeidbaren Verlusts an elektrischer Energie aufgrund von Leckage beträgt ca. **35-40 GWh/Jahr**²³, unter der Annahme, dass ca. 2/3 der Lecks zumindest mittelfristig ökonomisch sinnvoll behoben werden können

Dieser Verlust liegt in der gleichen Grössenordnung wie Effizienzsteigerungen bei Pumpen.

Massnahmen zur Leckagebehebung sind in der Regel sehr teuer und werden daher eher langfristig umgesetzt. Jede Versorgung muss den Umfang des Ersatzes spezifisch für ihre Bedingungen einschätzen, priorisieren und planen. Ausser bei grossen Leckagen, bei denen das Wasser an die Oberfläche dringt und rasch behoben werden müssen, müssen Leckagen im Netz durch systematische Abklärungen lokalisiert und beurteilt werden. Für die Festlegung des weiteren Vorgehens gibt es keinen Standardablauf, vielmehr bedarf es einer systematischen gesamtheitlichen Abschätzung des Nutzens, des Aufwands und der Risiken bei einer raschen Sanierung oder im Fall, dass die Sanierung später durchgeführt wird, z.B. im Rahmen von koordinierten Werkleitungsarbeiten.

Empfehlungen:

- Systematische Untersuchung des Netzzustandes, v.a. von Hinweisen zu Verlusten und insbesondere Leckagen im Netz
- Festlegen von Sanierungs- und Erhaltungsstrategie, evtl. begleitet von Einbau spezifischen Sensoren (z.B. entlang einer Transportleitung ermöglicht durch Vergleich die Detektion von Leckagen)
- Optimierung des betrieblichen Netzdruckes unter Berücksichtigung der Einhaltung des Brandschutzes
- Programm zur Reduktion der Netzverluste (Beispiele für Zielvorgaben: < 3 l/min * km als Zielwert (siehe Vorgabe des Kantons Bern ²⁴); oder differenziert für Städte und ländliche Gebiete gemäss DVGW ²⁵))

²² Gemäss W15001, Erhebungsjahr 2020, SVGW 2021

²³ = Gesamtenergiebedarf für Trinkwasserversorgung X Verlustrate (=425 GWh/Jahr X 8% ; gewisse Kleinstverluste können mit einer Einzelmassnahme kaum ökonomisch sinnvoll behoben werden)

²⁴ GWP Wegleitung Kanton Bern, 2011

²⁵ DVGW, Arbeitsblatt W392, 09/2017

6.2.3 Entfeuchtung sensibler Gebäude



Ausgewählte Gebäude der Trinkwasserversorgung wie Grundwasserfassungen, Sonderbauwerke sowie spezielle Schächte und Pumpwerke weisen je nach Bauweise über längere Perioden besonders hohe Luftfeuchte auf. Da in diesen Gebäuden häufig sensible elektrische Anlagen z.B. für die Steuerung eingebaut sind, ist eine effektive Regulierung der Luftfeuchte enorm wichtig.

Gezielt werden häufig Luftentfeuchter eingesetzt, um die Luftfeuchte herabzusetzen, um sowohl elektrische Anlagen zu schonen als auch die Arbeitssicherheit zu verbessern (Ausrutschen). Unterschiedliche Produkte und Verfahren werden auf dem Markt angeboten, alle benötigen elektrische Energie.

Foto 3: Zulauf aus oberer Druckzone ins Reservoir / Luftfilter für die Reservoir Be- und Entlüftung



Gemäss Aussagen von Wasserversorgern besteht ein gewisses Potential den Betrieb dieser Luftbefeuchter zu optimieren. U.a. kann mittels intelligenter Steuerung der Betrieb zu gewissen Perioden reduziert werden. Für die Abschätzung des hypothetischen Potentials des Energieverlustes durch Entfeuchtung wichtiger Anlagen der Trinkwasserversorgung sollen folgende konservativen Annahmen gelten:

- Anzahl Fassungen und Gebäude: 3'000 grosse Fassungen, 1 leistungsstarker Adsorptionsluftentfeuchter pro Fassung
- 3'000 Luftbefeuchter à 1'000-1'500 Watt Leistungsaufnahme; resultiert in einem bedeutenden Energiebedarf von ca. 25-40 GWh/Jahr (Annahme: Dauerbetrieb; hingegen keine Entfeuchter in kleineren Fassungen).
- Annahme: Dank gezielter Steuerung der Entfeuchter kann eine potentielle Einsparung von ca. 10-20% des Verbrauches erreicht werden

Die Grössenordnung des verhinderten Verbrauchs an elektrischer Energie dank gezielter Steuerung der Entfeuchter beträgt bei diesen Annahmen über **3 - 5 GWh/Jahr**.

Empfehlungen:

- Optimierung von Gebäuden bzgl. Wärme- und Feuchtehaushalt
- Optimierung des Energiebedarfs für die aktive Entfeuchtung in Gebäuden

6.2.4 Betriebliche Optimierungen und sichere Stromversorgung



In der Vergangenheit wurde ein grösserer Bezug von elektrischer Energie v.a. für das Pumpen und Füllen von Reservoirs zeitlich so gelegt, dass einerseits der Betrieb der Versorgung gewährleistet werden konnte, andererseits aber günstige elektrische Energie bezogen werden konnte, u.a. zur Nachtzeit bei Niedertarif. Diese Differenzierung der Tarife und das Angebot an günstigerem Strom während der Nacht bestehen heute allerdings in den meisten Versorgungsgebieten nicht mehr.

Grossen Einfluss auf den Betrieb der Wasserversorgung kann hingegen die Pflicht der Strom-Netzbetreiber zur Erfüllung der Vorgaben zur Bereitstellung der Regelenergie darstellen. Die Unterstützung der Netzstabilität wird vor dem Hintergrund der befürchteten Engpässe und Strommangellage in Zukunft noch zusätzlich an Bedeutung gewinnen. Dabei müssen die Netzbetreiber den Ausgleich zwischen Dargebot und Nachfrage im Stromübertragungsnetz in einer engen Bandbreite zu jedem Zeitpunkt garantieren.

Wasserversorgungen mit mehreren Pumpen können bei einem geeigneten Betriebsregime unter Umständen einen wesentlichen Beitrag zur Netzstabilität leisten. Diverse Elektrizitätsversorgungsunternehmen (EVU) bieten auch den Trinkwasserversorgern als Grossverbraucher von elektrischer Energie entsprechende Verträge zur Absicherung der Stromlieferung an, um ihrerseits die Stabilität bei der Regelenergie zu erreichen. Dabei muss der Wasserversorger der EVU in einem engen zeitlichen Rahmen Zugriff auf seine Betriebssteuerung gewähren, damit die EVU sehr kurzfristig den Strombezug beeinflussen kann. Dies sollte derart erfolgen, dass die Versorgungssicherheit der Trinkwasserversorgung mit genügend Trink-, Brauch- und Löschwasser jederzeit gesichert bleibt. Die EVU kann auf der anderen Seite kurzfristige Bezugsspitzen so verschieben, glätten und ausgleichen und damit den geforderten Beitrag zur Netzstabilität im Stromnetz liefern. Diese vertraglichen Abmachungen waren für die Trinkwasserversorger auf der Einnahmeseite bisher finanziell durchaus lukrativ. Ob und in welchem Umfang diese Abgeltung auch weiterhin ausgerichtet werden ist derzeit unklar.

Weitere Ansätze mit grossem Potential für die sichere Bereitstellung von Strom für Trinkwasserversorger umfassen Grossbatterien^{26, 27, 28} oder regionale Netze (sogenannte ZEV, d.h. Zusammenschlüsse zum Eigenverbrauch). Die geeigneten finanziellen und rechtlichen Rahmenbedingungen für diese vielversprechenden Lösungen müssen politisch aber noch beschlossen werden.

Empfehlungen:

- Fachverbände (für EVU, Wasserversorger) sollen eine Empfehlung für Zusammenarbeit Wasserversorger – Regelenergie – lokale Versorgung (u.a. ZEV, LEG) und Speicherung ausarbeiten und bekannt machen (u.a. Ansatz, Vorteile für Stromnetz und WV, finanzielle Aspekte sowie Risiken für WV)
- Bund, Kantone und/oder Gemeinden sollen für geeignete Rahmenbedingungen für innovative Konzepte wie z.B. ZEVs und LEGs sowie den Einsatz innovativer Speicher wie neuartige Grossbatterien oder Ansätze wie vehicle-to-grid auch in der Stromversorgung für Wasserversorger ermöglichen

²⁶ [Erneuerbare + Energiespeicherung - Leclanché \(leclanche.com\)](#)

²⁷ [Quarterly 58d_neu_def.indd \(empa.ch\)](#)

²⁸ [Stationäre Batteriespeicher | Axpo](#)

6.3 ENERGIEPRODUKTION BEI DER WASSERVERSORGUNG

6.3.1 Stromproduktion durch Trinkwasserkraftwerke



Gemäss SVGW Statistik (Stand 2020) bestehen mindestens 470 Anlagen für die Erzeugung von elektrischer Energie in Wasserversorgungen, sogenannte Trinkwasserkraftwerke (TWKW). Diese Anlagen erzeugen Strom durch die Nutzung des vorhandenen Gefälles in den Leitungen. Dabei muss immer sichergestellt werden, dass die Trinkwasserqualität nicht negativ beeinflusst wird. Im Rahmen des ProKilowatt-Programmes wurden Abklärungen und die Umsetzung von TWKW inhaltlich, aber auch finanziell unterstützt.

Im Zeitraum 2009 bis 2017 existierte eine kostendeckende Einspeiseverfügung (KEV) für Trinkwasserkraftwerke. Nur dank dieser Förderung wurden damals diverse Projekte überhaupt geplant und realisiert. Diese Vergütung lief 2020 aus. Bis Ende 2022 bestand keine politische Lösung für ein Nachfolgeprogramm.

Ohne finanzielle Beiträge lohnt sich der Bau der TWKW in den seltensten Fällen. Die "low hanging fruits"-Ausbaupotentiale sind mit grosser Sicherheit bereits umgesetzt.

Mit dem Beschluss des Bundesrates vom 23. November 2022 zu Förderinstrumenten für die Stromproduktion aus erneuerbaren Energien²⁹ wurde ein neue rechtliche Grundlage für die finanzielle Unterstützung von Ausbauten von erneuerbaren Energien inkl. Trinkwasserkraftwerken festgelegt.

Gemäss Umfragen und Abschätzungen des BFE bei den Kantonen kann das noch nicht ausgeschöpfte Potential für TWKW mit Stand 2021 auf mindestens 136 Einheiten beziffert werden³⁰. Es ist davon auszugehen, dass seit dieser Umfrage keine wesentliche Anzahl von TWKW realisiert wurden, da die Nachfolgelösung für die Netzeinspeisung noch nicht bestand. Die genaue Lage und die technische Konstellation (u.a. nutzbare Höhendifferenz, Wassermenge etc.) und damit das Potential an produzierbarer elektrischer Energie sind nicht bekannt.

Gemäss Angaben des BFE wird für die durchschnittliche Energieproduktion in Trinkwasserkraftwerken im Kanton GR ein Ansatz von ca. 0.35 GWh elektrischen Strom pro Jahr verwendet. Unter der vereinfachten Annahme, dass jede der potentiell **zusätzlichen** Einheiten zumindest 2/3 dieser Leistung erbringen würde (Abzug wegen weniger günstiger Bedingungen), könnten in der Schweiz **ca. 20-30 GWh/Jahr Strom in Trinkwasserkraftwerken zusätzlich** produziert werden.

Auch bei den bereits **bestehenden** Trinkwasserkraftwerken besteht Optimierungspotential, z.B. durch verbesserte hydraulische Gestaltung der Anlagen. Wird dieses Potential konservativ auf 5-10% geschätzt, bedeutet dies ein zusätzliches Potential von ca. **10-15 GWh/Jahr**. Es ist abzuklären, ob im Einzelfall auch der Ansatz von Speicherreservoirs analog der Speicherwasserkraftwerke sinnvoll Anwendung finden kann.

Grundsätzlich muss jede neue oder auch bestehende Anlage detailliert für sich analysiert und optimiert werden.

Empfehlungen:

- Bekanntmachung der neuen Förderinstrumente (z.B. durch ProKilowatt oder Fachverbände) für die Abklärung, Optimierung von bestehenden und Projektierung und Umsetzung von neuen Anlagen, u.a. TWKW
- Sammlung von guten Beispielen für Optimierung bestehender Anlagen inkl. hydraulische Optimierung von Bauwerkskomponenten, Leitungen inkl. Formstücken.

²⁹ [Bundesrat stärkt Förderinstrumente für die Stromproduktion aus erneuerbaren Energien \(admin.ch\)](#)

6.3.2 Stromproduktion durch Photovoltaik Anlagen



Auf Basis der neuen finanzpolitischen Rahmenbedingungen für erneuerbare Energien wie z.B. der Solarenergie, kann die Erstellung von Photovoltaik (PV) Anlagen auf Flächen der Wasserversorgung finanziell sinnvoll resp. lukrativ werden.

Vor dem Hintergrund einer Strommangellage wäre eine höhere Eigenversorgung der Wasserversorgungen anzustreben, u.a. auch durch PV-Anlagen. Es ist daher davon auszugehen, dass nun auch vermehrt PV-Anlagen auf Flächen der Wasserversorgungsinfrastrukturen erstellt werden, sofern es aus Sicht der Versorgungssicherheit sinnvoll oder die finanziellen und konkreten technischen Rahmenbedingungen förderlich sind.

Für die Abschätzung des hypothetischen Potentials für die Stromerzeugung durch PV-Anlagen bei Wasserinfrastrukturen sollen folgende Annahmen gelten:

- Anzahl Fassungsgebäude: 2'000-3'000 (entspricht in etwa Anzahl grosser Grundwasserfassungen gemäss BAFU)
- Nutzbare Dachfläche = 40 m²
- Fläche der PV-Module pro Objekt: ca. 30 m²; d.h. Annahme für Abschätzung ca. 75-100'000 m² PV Fläche)
- Leistung: 200 kWh/m² und Jahr (gemäss Flyer der Industriellen Werke Basel IWB)

Das Potential der Stromproduktion durch Solaranlagen auf der Wasserinfrastruktur kann unter diesen vereinfachten Annahmen auf ca. **10-15 GWh/Jahr** geschätzt werden.

Bei dieser Abschätzung wurden keine Flächen berücksichtigt, die den Wasserversorgungen darüber hinaus für die Stromproduktion mit PV zur Verfügung stehen könnten (z.B. Flächen rund um Fassungen, in der Nähe von Pumpwerken, auf Dächern von Werkhöfen oder auf Fassadenflächen). Auch hier wurden nur grosse Fassungsstandorte berücksichtigt.

Für jeden Standort sind die Potentiale spezifisch abzuklären (u.a. Nähe zu Wald/Schattenwurf, Stromeinspeisung). Offen bleibt zudem, inwiefern der Ausbau der PV Anlagen konform ist mit Vorgaben der Raumplanung.

Saisonale Schwankungen in der Produktion und des Bedarfs sind mit innovativen Ansätze und Technologien auszugleichen, u.a. vehicle-to-grid.

Empfehlungen:

- Investitionsförderung oder Einspeisevergütung promoten/bekannt machen
- Anpassen der rechtlichen Vorgaben v.a. in der Gewässerschutz- und Raumplanungsgesetzgebung, so dass der Bau und Betrieb von PV-Anlagen auf Anlagen zur Trinkwasserversorgung zulässig sind.

6.4 WEITERE ASPEKTE

6.4.1 Saisonale Wärmespeicher im Untergrund



Unter dem Begriff "saisonale Wärmespeicher im Untergrund" wird folgender Ansatz verstanden³¹: Energie resp. Wärme, die im Sommer anfällt, wird im Untergrund gespeichert, damit sie im Winter genutzt werden kann.

Der Untergrund (inkl. Grundwasser) soll als natürlicher Speicher dienen. Der Ansatz der saisonalen Speicher würde die klassische Geothermienutzung und die Tiefengeothermie als Netto-Null Massnahme im Untergrund ergänzen.

Wie bei der saisonalen Wärmespeicherung die Wärme technisch in den Untergrund konkret eingebracht würde und wie sie dann im Winter dem Grundwasser wieder entzogen würde, sind noch ungeklärte Aspekte. Dabei muss auf einige kritische Punkte aus Sicht der Trinkwasserversorgung hingewiesen werden:

- Erwärmung des Untergrundes und Grundwassers: grundsätzlich ist ein frisches, kühles Grundwasser als Trinkwasser gewünscht. Eine wesentliche Aufwärmung um mehrere Grad °C könnte zu unerwünschten chemischen Reaktionen im Grundwasser und im Trinkwassernetz führen und zu einer veränderten mikrobiologischen Dynamik. Beide Effekte sind aus Sicht der Trinkwasserhygiene unerwünscht. Vorgaben betreffend maximale Erwärmung von Gewässern inkl. Grundwasser sind in der GSchV Anhang 3.3 geregelt.
- Wärmeausbreitung im Grundwasser: Die in den Untergrund eingebrachte Wärme breitet sich v.a. im und mit dem fliessenden Grundwasser langsam aus. Der Grundwasserdurchfluss darf durch die Wärmegewinnung nicht derart beeinflusst werden, dass dadurch negative Auswirkungen auf die Trinkwassernutzung entstehen, z.B. aktive Beeinflussung der Fliessverhältnisse. Geeignete Grundwassermodelle können helfen, die Auswirkungen auf das Grundwasser vorab abzuschätzen.
- Wärmetausch: Bisher ist unklar, wie der Wärmeeintrag und die Entnahme technisch erfolgen sollen. Bohrungen oder der Einsatz allfälliger Trägersubstanzen und Wärmetauscher dürfen kein Risiko für das Grundwasser und Trinkwasser darstellen. Unterschiedliche, voneinander getrennte Grundwasserschichten dürfen nicht verbunden werden.

Empfehlungen:

- Eine allfällige Wärmespeicherung im Untergrund gemäss Konzept der saisonalen Speicher muss mit der Trinkwassernutzung abgestimmt werden. Um eine Beeinträchtigung der Trinkwasserversorgung zu vermeiden, soll die Wärmespeicherung nur dort erfolgen, wo das Grundwasser nicht zu Trinkwasserzwecken genutzt werden kann, z.B. weil die Durchlässigkeit zu klein ist.
- Vor allfälligen Anwendungen müssen allfällige Risiken in jedem Fall im Rahmen von detaillierten Abklärungen spezifisch abgeklärt werden.

6.4.2 Haustechnik, Legionellen und Trinkwasserhygiene



Legionellen sind Umweltkeime, die in praktisch allen wässrigen Lösungen vorkommen. In einem Temperaturbereich von 30-50°C Grad können sich die Keime gut vermehren.

Werden sie in Form von Wassertröpfchen (Aerosolen) in die Luft gebracht, z.B. im Duschwasser, können sie als Aerosol eingeatmet werden. Über die Lunge können die Keime schwerwiegende Erkrankungen wie die Legionellose verursachen. Hingegen besteht keine

³¹ [PowerPoint Presentation \(aeesuisse.ch\)](https://www.aeesuisse.ch)

Gefahr für eine Erkrankung an Legionellose allein durch das Trinken von Wasser, das Legionellen-Keime enthält.

Die Zahl der Legionellen-Erkrankung in der Schweiz ist in den letzten Jahren angestiegen. Gemäss Empfehlungen der zuständigen Bundesämter BAG und BLV soll zur Bekämpfung der Legionellen in Gebäuden das Warmwasser in Gebäudeinstallationen regelmässig über eine Stunde auf mindestens 60 °C Grad erwärmt werden ³². Damit soll einer Verbreitung von Legionellen über Hausinstallationen vorgebeugt werden. Eine Erwärmung auf "nur" 50-55 °C hingegen würde gemäss Behörden und Fachverbänden keinen ausreichenden Schutz bieten. Diese Werte werden neben den Fachverbänden (siehe W3/E4 des SVGW und suisse-tec) auch von Experten in der Forschung sowie in anderen Ländern unterstützt (DVGW).

Beim Energiesparen über eine Reduktion der Warmwassertemperatur (z.B. in Privathaushalten) muss die Notwendigkeit der Legionellenbekämpfung durch eine periodische Temperaturerhöhung mitberücksichtigt und wirksam sichergestellt werden.

6.4.3 Wassersparen



Das Sparen von Warmwasser kann aus Sicht des Netto-Null Ziels in jedem Fall unterstützt werden. Das Erwärmen von 1 m³ Wasser zu Warmwasser von ca. 15 °C auf ca. 50 °C benötigt 100 mal mehr Energie, als die Bereitstellung von einem Kubikmeter Wasser.

Grundsätzlich soll die Ressource Trinkwasser haushälterisch genutzt werden. Zusätzliche Aufrufe zum Sparen von Kaltwasser sollten v.a. in Trockenphasen erfolgen, wenn die Spitzenverbräuche besonders hoch sind. Sowohl die Trinkwasserversorgung, als auch das Abwassersystem in der heutigen Betriebsform benötigen einen gewissen Durchfluss an Wasser um die jeweiligen Funktionen erfüllen zu können. Bei der Trinkwasserversorgung wird die Trinkwasserhygiene durch einen regelmässigen Austausch und Mindestdurchfluss der Leitungen sichergestellt. In Gebäuden muss gemäss Vorgaben der Branche (SVGW) das Trinkwasser alle 72 h erneuert werden. In Reservoirs ist die Aufenthaltszeit meist unter einem Tag. Eine weitere Reduktion des Durchflusses und der Erneuerung hätte daher grosse negative Implikationen für die Trinkwasserqualität im Netz.

6.4.4 Regen-/Grauwassernutzung



In einem Haushalt in der Schweiz werden gemäss SVGW heute durchschnittlich ca. 140-150 Liter Trinkwasser pro Person und Tag verbraucht.

Abbildung 5 Verwendungszwecke des Trinkwassers im Haushalt



³² BAG/BLV Empfehlungen Legionellen, 2018

Von diesen ca. 140-150 Litern sauberen Trinkwassers entfallen 1/3 oder ca. 40-50 Liter allein auf die WC-Spülung. Theoretisch könnte zumindest ein Teil dieses Wassers im Haushalt durch Regen- oder Grauwasser (z.B. Dachwasser) substituiert werden.

Der Ersatz von Brauchwasser durch Regenwasser ist aber nur in günstigen Umständen möglich. Zum einen muss ein separates Leitungssystem im Gebäude bestehen, damit eine physische Trennung von Regenwasser und Trinkwasser gesichert ist. Der Einbau eines zweiten Systems ist in der vorhandenen Bausubstanz in der Schweiz aber zumindest auf kurze Zeit nicht realistisch, da dies zu teuer und aufwändig ist. Daher ist rasch kein genereller Systemwechsel zu erwarten.

Die Nutzung von Regenwasser als WC-Spülwasser kann allenfalls in Einzelfällen (z.B. isolierte Gebäude, Neubauten) aber durchaus sinnvoll und machbar sein. Es muss dann aber sichergestellt werden, dass das Regenwassersystem vollständig vom Trinkwassersystem getrennt ist. Derzeit werden erste Pilot-Projekte im Bereich Grauwassernutzung in grösseren Wohnüberbauungen mit entsprechenden Reinigungsanlagen getestet (z.B. in Brugg).

Betreffend Genehmigung besteht derzeit noch keine einheitliche Praxis auf kantonaler Ebene.

6.4.5 Vorsorglicher Schutz der Ressourcen



Präventive Ansätze sind in der Regel kostengünstiger als End-of-Pipe Lösungen wie Wasseraufbereitungen, insbesondere wenn der gesamte Lebenszyklus angeschaut wird.

Der planerische Grundwasserschutz ist ein zentraler Pfeiler zur Sicherung der Trinkwasserversorgung in der Schweiz. Fiskalische Mechanismen wie z.B. die Direktzahlungsverordnung beeinflussen die landwirtschaftliche Praxis und damit die Art und Menge der Stoffeinträge aus der Landwirtschaft, die die Gewässer letztendlich belasten können. Im Bereich der Fremdstoffe bestehen z.B. über die Chemikalien-Verordnung enge Verknüpfungen mit den Zulassungsverfahren für Biozide und Pflanzenschutzmitteln.

Je griffiger und effektiver diese Ansätze ausgestaltet sind und umgesetzt werden, desto kleiner ist die Belastung der Gewässer und damit kleiner die Notwendigkeit aufwändige Aufbereitungsverfahren für die Trinkwasserversorgung zu betreiben, die für den Betrieb viel elektrische Energie benötigen. Gewisse Fremdstoffe wie z.B. Pharmaka-Rückstände oder PFAS sind, wenn überhaupt nur mit einem sehr grossen technischen Aufwand im wesentlichen Mass aus dem Wasser zu entfernen. Dieser Tatsache bekräftigt die Wichtigkeit eines vorsorglichen Schutzes der Ressourcen und des Vorsorgeprinzips.

6.4.6 Graue Energie



In diversen Verbrauchs- und Werkstoffen, die in der Trinkwasserversorgung eingesetzt werden steckt viel graue Energie, die im Herstellungsprozess aber auch im Transport eingesetzt wird.

Viele Materialien sind aber aufgrund der Vorgaben zur Betriebssicherheit und auch Trinkwasserhygiene bewährt und können kaum einfach substituiert werden. Allenfalls kann durch das Rezyklieren von Material in diesem Bereich graue Energie reduziert werden. Die Branche sollte zu diesem Potential vermehrt gezielte Abklärungen machen.

Kommunen resp. die Versorger könnten die Aspekte der nachhaltigen Beschaffung noch stärker in die Vorgaben in Ausschreibungen aufnehmen und einfordern, u.a. bei grösseren Vorhaben als Submissionen-Vorgaben für eine optimierte Baulogistik (u.a. Materialwahl, opti-

mierte LKW-Fahrten), die in der Ausführung dann auch überprüft werden (nachhaltige öffentliche Beschaffung³³).

Weiter könnte bei gewissen Werkstoffen wie z.B. Beton vermehrt CO₂-speichernder Beton verwendet werden, sofern die Anforderungen an die statische und betriebliche Sicherheit gewährleistet werden können.

6.4.7 Sicherere Stromversorgung



Die Beschaffung von sogenanntem "grünem Strom" z.B. zertifizierter Strom aus ausländischer Produktion auf dem internationalen Markt sollte vor dem Hintergrund der Versorgungssicherheit bei kritischen Infrastrukturen nicht als Massnahme oder Beitrag der hiesigen Trinkwasserversorgung für das Netto-Null Ziel gewertet werden.

Vielmehr sollte der gesamte Strombedarf für die Trinkwasserversorgung durch erneuerbare Energien aus inländischer Produktion erfolgen, vorzugsweise auf regionaler Ebene, z.B. bei den Trinkwasserversorgern selbst. Wo dies nicht einfach möglich ist, sollen in Zukunft geeignete Ansätze wie Grossbatterien für Notstrombetrieb sowie ZEV und regionale Ansätze (LEG, Lokale Elektrizitätsgemeinschaften³⁴) oder vehicle-to-grid für die lokale und regionale Stromproduktion und Speicherung Anwendung finden.

Empfehlungen:

- Geeignete Rahmenbedingungen schaffen zur Förderung der Anwendung u.a. von innovativer Grossbatterien, ZEVs und LEGs bei der Wasserversorgung schaffen
- Abdeckung des Strombedarfs für die Trinkwasserversorgung zu 100% durch erneuerbare Energien aus inländischer Produktion

³³ [Nachhaltige öffentliche Beschaffung \(admin.ch\)](#)

³⁴ [Kommentar zur Herbstsession: Energiepolitik mit Ausrufezeichen - aee suisse](#)

7 KERNAUSSAGEN UND EMPFEHLUNGEN

7.1 ÜBERBLICK

Die Grössenordnung der Beiträge der diskutierten Ansätze für Netto-Null in der Trinkwasserversorgung ist zusammengefasst in Tabelle 2 dargestellt. Ein Überblick der Bewertung der Ansätze ist nachfolgend aufgeführt, genauere Angaben zur Bewertung sind in Faktenblättern im Anhang 1 enthalten.

Tabelle 2: Überblick über relevante Potentiale für Stromeinsparungen und -Produktion (Grobschätzung)

Aspekte	Einsparungen in [GWh/Jahr]	Produktion in [GWh/Jahr]	Total
Gesamt-Betrachtung Trinkwasserversorgung 2021	Gesamt-Stromverbrauch 425 GWh/Jahr	Gesamt-Stromproduktion 227 GWh/Jahr	
Einsparungen - Optimierung Pumpen - Behebung Leckagen - Gesteuerte Entfeuchter Total Einsparungen	10 - 25 35 - 40 ~ 5 50 - 70		
Produktion Trinkwasserkraftwerke TWKW - Neue Anlagen - Optimierung bestehender Anlagen Photovoltaik auf Infrastruktur der Wasserversorgung (nur grosse Fassungen) Total Produktion		20 - 30 10 - 15 >10 - 15 40 - 60	
Grobschätzung Gesamt-Potential (Stand 2021)			90 - 130

7.2 ENERGIE-EINSPARUNGEN

7.2.1 Reduktion Stromverbrauch durch Anpassung des Systems

Das komplexe System der Trinkwasserversorgung ist baulich durch weitläufige Infrastrukturbauwerke bestimmt. Eine rasche Änderung oder Anpassung des Systems in wesentlichen Elementen z.B. der Leitungen im Boden, der Grösse von Pumpwerken oder Lage der Reservoirs ist nicht möglich. Eine Anpassung zentraler Elemente ist nur dann sinnvoll, wenn die Lebensdauer der Bauwerke erreicht ist und sie ersetzt werden müssen.

Kritische Systemkomponenten z.B. in Reservoirs sollten soweit als möglich auch manuell gesteuert werden können. Quellen sollen, sofern sie ausreichend ergiebig sind, weiter genutzt werden.

Potential:	gross	+++
Realisierbarkeit:	schwierig, da lange Prozesse und teuer	--
Risiken:	lange Umsetzungszeiten	--

7.2.2 Steigerung Effizienz des Betriebes

Sowohl die Optimierung von Pumpen und deren Betrieb als auch die Reduktion von Netzverlusten sind sehr wirksame Massnahmen, die auf der Betriebsseite ein sehr hohes Potential für Energie-Einsparungen aufweisen. Diese Ansatzpunkte sind 1:1 relevant für den Verlust resp. Kosten und bewirken direkte Einsparungen von Energie bei den Versorgern.

Die Umsetzung dieser Ansatzpunkte kann von den Versorgern selbst und zum Teil auch etappiert angegangen werden.

Potential:	gross – sehr gross	+++(+)
Realisierbarkeit:	einfach – mittel	++
Risiken:	praktisch keine (durch bestehende Förderprogramme werden die wirtschaftlichen Risiken weitestgehend eliminiert)	+++

7.3 ENERGIE-PRODUKTION

7.3.1 Trinkwasserkraftwerke optimieren und ausbauen

Das noch vorhandene Potential ist erheblich und sollte vor dem Hintergrund der neu beschlossenen finanziellen Fördermittel angegangen und soweit sinnvoll umgesetzt werden. Bestehende Anlagen sind energetisch weiter zu optimieren. Die Versorger sollten diese Massnahmen im Rahmen von Gesamtbetrachtungen zur Netz- und Betriebsoptimierung angehen.

Potential:	mittel – gross	++(+)
Realisierbarkeit:	einfach – mittel	++
Risiken:	Praktisch keine	+++

7.3.2 Solarenergie ausbauen

Das noch vorhandene Potential sollte auf der Basis der neu beschlossenen finanziellen Fördermittel genutzt werden. Bestehende Anlagen sind energetisch weiter zu optimieren.

Potential:	mittel – gross	++(+)
Realisierbarkeit:	einfach	+++
Risiken:	Praktisch keine (evtl. Verzögerungen bei Lieferung von Komponenten)	++(+)

7.4 MASSNAHMEN IM UMFELD

7.4.1 Präventiver Ressourcenschutz

Durch den geforderten vorsorglichen Schutz der Wasserressourcen sind teure End-of-Pipe Massnahmen wie z.B. Aufbereitungen des Trinkwassers möglichst zu vermeiden. Ansätze zur Stärkung des planerischen Grundwasserschutzes, mit dem Fremdstoffe vom Rohwasser

weggehalten werden sollen, sind unbedingt zu fördern und zu stärken. Das Grundwasser als Hauptressourcen ist insbesondere dort vor Einträgen von Fremdstoffen oder auch Wärme zu schützen, wo ein Risiko für Beeinträchtigungen der Trinkwasserversorgung besteht.

Potential:	gross	+++
Realisierbarkeit:	sehr langwierig	-
Risiken:	Wirkung von vorsorglichem Schutz ist erst spät sichtbar; zunehmender Widerstand gegen planerischen Grundwasserschutz wahrscheinlich	-

7.4.2 Regionale Vernetzung

Durch die Förderung der regionalen Vernetzung der Versorgungen sowie weiterer Massnahmen kann insgesamt die Resilienz verstärkt werden, sowohl bezüglich Wasserdargebot und Verteilung, Risiken bzgl. Wasserqualität als auch bei einer Strommangellage.

Ergiebige Quellen, die für die öffentliche Versorgung relevant sein könnten, sollten beibehalten und deren Schutz verstärkt werden. Eine Diversifizierung der Bezugsorte mit unterschiedlichen Risikoprofilen wird auch aus Sicht Wasserdargebot und VTM angestrebt.

Potential:	gross	+++
Realisierbarkeit:	sehr langwierig <i>Opportunitäten müssen genutzt werden</i>	-
Risiken:	Träge interkommunale Zusammenarbeit kann Umsetzung behindern	-

7.4.3 Endverbraucher

Warmwassersparen stellt einen sinnvollen und wirksamen Ansatz für einen Beitrag zum Netto-Null Ziel bei. Hingegen müssen andere Vorschläge wie z.B. die Reduktion der Vorwärmtemperatur unter 60 °C selbst vor dem Hintergrund von Netto-Null sehr kritisch hinterfragt werden.

Potential:	Mittel bis gross	++(+)
Realisierbarkeit:	einfach	+++
Risiken:		
a. Warmwassersparen (z.B. Duschen anstatt Baden)	geringe Risiken	++
b. Reduktion Vorlauftemperatur und Frequenz	grosse Hygienrisiken für Trinkwasser	---
c. Ansätze zum Kaltwassersparen	grosse Risiken für Funktionstüchtigkeit und Trinkwasserhygiene	---

7.5 WASSERVERSORGER ALS SYSTEM-CHANGER

Die absolute Grössenordnung des Energiesparpotentials und des Stromproduktionspotentials ist im Vergleich zu anderen Sektoren vergleichsweise klein, aber es ist trotzdem erheblich und sollte genutzt werden.

Viele Handlungsoptionen liegen dabei in der Hand der Versorger. Sie können die Priorisierung und Lösungskonzeption mehrheitlich selbst bestimmen.

Da die Trinkwasserversorgung eine kritische Infrastruktur ist, sollte sie dem Anspruch genügen eine vollständige Selbstversorgung von Strom aus erneuerbaren Energien zu erreichen. Neue Ansätze wie innovative Grossbatterien³⁵, Zusammenschlüsse für den Eigenverbrauch (ZEV und LEG, d.h. lokale oder regionale Produktion und Speicherung und das Pooling des Bedarfs und Angebotes z.B. via vehicle-to-grid) sind dafür sehr vielversprechende Lösungsansätze. Entsprechende fördernde Rahmenbedingungen sind politisch zu beschliessen und umzusetzen.

Mit diesen Ansätzen kann die geforderte Resilienz bzgl. der Stromversorgung auch vor dem Hintergrund des Netto-Null Ziels erreicht werden. Die Trinkwasserversorgung als Grossverbraucher als öffentliche Infrastruktur sollte dabei eine Beispielfunktion einnehmen.

³⁵ z.B. bei Elektrizitätswerk Jona-Rapperswil (SG)

8 GESAMTSICHT UND AUSBLICK

8.1 ÜBERBLICK

Die öffentliche Trinkwasserversorgung als kritische Infrastruktur und als Versorger mit dem Lebensmittel Trinkwasser benötigt substantielle Mengen an Energie, sowohl als elektrische Energie als auch als graue Energie in den verwendeten Materialien. Derzeit produziert die Wasserversorgung heute knapp die Hälfte der benötigten elektrischen Energie in Form von Strom selbst.

In Zukunft wird die Trinkwasserversorgung als öffentlicher Betrieb noch stärker gefordert sein, Massnahmen zur Erreichung des Netto-Null Ziels umzusetzen. Kurz- bis mittelfristige Ansatzpunkte für Einsparung von Energie umfassen die Verringerung von Leckagen, die Verbesserung der betrieblichen Effizienz u.a. bei Pumpen und Entfeuchtungen. Auch auf planerischer Ebene sind im Rahmen von regionalen Wasserversorgungsplanungen Potentiale zu identifizieren, z.B. bei der Lage von Fassungen, von Reservoirien und Zusammenschlüssen.

Erhebliches Potential für die zusätzliche Produktion von Energie besteht v.a. durch den Ausbau erneuerbarer Energien. Dank neuer Förderprogramme können die nötigen Projekte z.B. als Trinkwasserkraftwerke oder PV-Anlagen jetzt auch wirtschaftlich sinnvoll umgesetzt werden. Gleichzeitig ist jederzeit zu gewährleisten, dass technische Neuerungen und Ansätze zur Erreichung des Netto-Null Ziels die Trinkwasserversorgung nicht behindern oder gar beeinträchtigen.

Um die Netto-Null Ziele im Bereich der Trinkwasserversorgung zu erreichen, sind sowohl Massnahmen auf Ebene Bund, Kanton, Versorger als auch der Branche (Industrie/Hersteller) nötig. Werden die Massnahmen optimal geplant und koordiniert, können zum einen relevante Beiträge zum Netto-Null Ziel erreicht werden und zum anderen die Versorgungssicherheit u.a. in schweren Mangellagen bzgl. Stromversorgung deutlich verbessert werden.

8.2 AUSBLICK

Der heutige Verbrauch an elektrischer Energie für die Trinkwasserversorgung beläuft sich auf ca. 425 GWh pro Jahr. Ohne besondere Anstrengungen auf der Seite der Versorger wird dieser Stromverbrauch voraussichtlich auch in Zukunft in dieser Höhe anfallen.

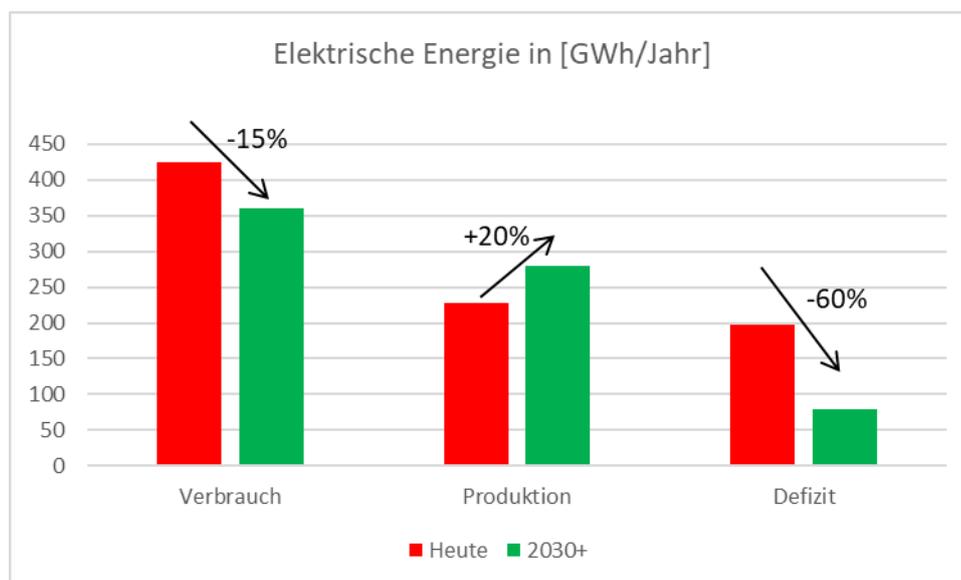
Das heutige Potential in der Trinkwasserversorgung für die zusätzliche Einsparung von elektrischer Energie aufgrund von Optimierungs- und effizienzsteigernden Massnahmen kann auf ca. 50-70 GWh pro Jahr beziffert werden. Das wäre eine Einsparung von ca. 15% gegenüber dem Verbrauch von heute.

Der überwiegende Teil davon könnte durch die Optimierung von Pumpen sowie der Reduktion von Verlusten im Leitungsnetz erreicht werden. Dies ist auch ein Bereich, den die Versorger selbst realisieren können. Sollten diese Massnahmen umgesetzt werden, würde sich der zukünftige Stromverbrauch auf ca. 360 GWh pro Jahr belaufen.

Mit der weiteren Förderung der Stromproduktion in den kommenden 10-15 Jahren mittels Trinkwasserkraftwerken und PV-Anlagen auf Anlagen der Versorger, würde die zusätzliche Strom-Produktion um ca. 40-60 GWh pro Jahr resp. ca. 20 % steigen. Unter diesen Annahmen würde die Gesamtproduktion an Strom in der Trinkwasserversorgung auf ca. 280 GWh pro Jahr ansteigen. Das verbleibende Defizit an elektrischer Energie würde sich um ca. 60% auf ca. 80 GWh pro Jahr reduzieren.

Mit weiteren Anstrengungen könnte das Defizit weiter gesenkt werden. Der nötige Strombezug ist unter Berücksichtigung neuer Lösungen wie ZEV, LEG oder vehicle-to-grid aus lokaler Produktion durch erneuerbare Energien zu decken.

Abbildung 6 Strombedarf und -Produktion bei Umsetzung der vorgeschlagenen Massnahmen



8.3 INTEGRALER ANSATZ FÜR TRINKWASSERVERSORGER

Die Trinkwasserversorgung als öffentliche Dienstleistung sollte bei der Umsetzung des Netto-Null Ziels eine Beispielfunktion übernehmen und kurz- bis mittelfristig den Strombedarf deutlich weiter senken und die Stromproduktion steigern.

Ziel der Trinkwasserbranche sollte es sein, mittelfristig einen Selbstversorgungsgrad von 100% zu erreichen und darüber hinaus erneuerbare Energien aus inländischer Produktion für andere Verbraucher bereitzustellen. Wo immer möglich sollte jede Wasserversorgung eine vollständige Selbstversorgung mit erneuerbaren Energien anstreben. Damit wäre die gemäss VTM geforderte Resilienz zumindest im Fall von Strommangellagen sichergestellt.

Wichtige Beiträge dafür können neben dem Ausbau der Produktion von erneuerbaren Energien der Verbund in regionalen Netzen (ZEVs, LEGs, vehicle-to-grid) und der Ersatz von Notstromgeneratoren durch Grossbatterien umfassen.

Neben den direkten Massnahmen zum Netto-Null Ziel im Bereich der Trinkwasserinfrastrukturen sollten die Versorger zusätzlich folgende Stossrichtungen berücksichtigen:

- Stärkung des vorsorglichen Gewässerschutzes, u.a. des planerischen Grundwasserschutzes und Reduktion der Einträge von Fremdstoffen in Gewässer und letztendlich Schutz des Leitungswassers als hochwertiges und klimafreundliches Lebensmittel Trinkwasser
- Schutz und Reaktivierung von ergiebigen Quellen als Ergänzung von Bezugsorten für die Trinkwasserversorgung; v.a. jene Quellen, die ohne Energiezufuhr nutzbar sind
- Regionale Vernetzung der Trinkwasserversorgungen mit anderen Versorgungen, damit kann die Abhängigkeit und Vulnerabilität von eigenen einzelnen Fassungen und Quellen reduziert und die Resilienz erhöht werden.
- Abstimmung mit Stromversorger zur Verbesserung der Netzstabilität durch Austausch von Regelenergie;

In der Trinkwasser-Branche sind zusätzliche Anstrengungen zu unternehmen, um Möglichkeiten zur Senkung der grauen Energie in Materialien wie Leitungen und Betonbauwerken zu erkennen und diese Anteile weiter zu senken. Dabei sind gleichzeitig die Anforderungen bezüglich sicherem Betrieb, Lebensdauer sowie Hygiene einzuhalten.

8.4 POLITIK UND VERWALTUNG

Mit dem Beschluss des Bundesrates vom 23. November 2022 betreffend der Förderinstrumente für die Stromproduktion aus erneuerbaren Energien wurden wichtige Grundlagen für die Schaffung förderlicher finanzieller Rahmenbedingungen u.a. von Trinkwasserkraftwerken definiert.

Trotz guter Bedingungen ist auch die Wasserversorgung in der Schweiz stark von der sicheren Versorgung mit Elektrizität abhängig. Das Bundesamt für wirtschaftliche Landesversorgung (BWL) hat die Strommangellage als eines der kritischsten Szenarien für das Funktionieren der Wirtschaft insgesamt und damit der Wasserversorgung bezeichnet. Als kritische Infrastruktur sollte die Resilienz der Wasserversorgung daher auch auf die Vermeidung und Bewältigung der Strommangellage ausgerichtet sein.

Folgende Schritte in Bezug auf das Netto-Null Ziel sowie Versorgungssicherheit werden empfohlen:

- Gesetzlich verbindliche Ziele zur Erreichung der Selbstversorgung durch einheimische erneuerbare Energie für Trinkwasserversorgungen
- Pflicht für Grossverbraucher zur Umsetzung von Energieeffizienzmassnahmen
- Pflicht für Grossverbraucher zur Unterstützung der EVU in Bereitstellung von Regelenergie resp. Flexibilität auf der Verbrauchsseite, zumindest auf Tertiärstufe (Tertiärregelleistung; auf vertraglicher Basis)
- Relaunch von Programmen zur Energieeffizienz in der Trinkwasserversorgung, u.a. "Pumpencheck II" z.B. durch ProKilowatt oder ähnliche Programme
- Stärkung Resilienz durch Installation von innovative Speicher und Verteilsysteme für Trinkwasserversorger (u.a. innovative Grossbatterien oder vehicle-to-grid), durch die Integration in einen ZEV (Zusammenschluss zum Eigenverbrauch), oder (allenfalls zukünftig) in eine Elektrizitätsgemeinschaft, über die „eigene“ Energie bezogen werden kann.

Das BAFU, BFE, BWL und entsprechende kantonalen Stellen setzen sich u.a. in entsprechenden politischen Geschäften und Fachverbänden dafür ein, dass das Thema, Empfehlungen und die Vorschläge diskutiert und aufgenommen werden, konkrete Handlungsschritte beschlossen und Daten zum Stand der Umsetzung und zum Fortschritt gesammelt werden.

Bern, März 2023

HOLINGER AG

André Olschewski
Geschäftsbereichsleiter Wasserversorgung Bern
andre.olschewski@holinger.com
+41 31 370 30 27

Simon Ambühl
Geschäftsbereichsleiter Energie Baden
simon.ambuehl@holinger.com
+41 56 484 85 34

ANHANG 1

REDUKTION STROMVERBRAUCH DURCH ANPASSUNG DES SYSTEMS (LAGE VON BRUNNEN, RESERVOIRS, LEITUNGEN, ETC.)

Kernpunkte	Kernaussagen
Eignung für relevanten Beitrag	- Hoch
Art der Energie	- Elektrische Energie
Ungenutztes Potential	- Gross (theoretisch)
Kosten – Nutzen für Stossrichtung	- Tief-mittel, da sehr teuer - Anpassungen sind nur sinnvoll, wenn Lebensende eines Bauwerks erreicht ist - Optimierungen von elektronischen Steuerungen
Risiken	- Lange Umsetzungszeit, hohe Prozessrisiken
Veränderungsvektor	- Konstant
Schritte, Voraussetzungen + Wissenslücken	- Quellwasser und Heber-Systeme nutzen - Betrieb der elektrischen Fördersysteme optimieren

STEIGERUNG DER EFFIZIENZ DES BETRIEBES

Kernpunkte	Kernaussagen
Eignung für relevanten Beitrag	- Hoch
Art der Energie	- Elektrische Energie
Ungenutztes Potential	<p>Pumpeneffizienz:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Effizienzverlust 2% → Stromeinsparung ca. 10 GWh/Jahr - Effizienzverlust 5% → Stromeinsparung ca. 25 GWh/Jahr <p>Wasserverlust:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Stromeinsparung ca. 40 GWh/Jahr <p>Entfeuchtung von Gebäuden</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ca. 3-5 GWh/Jahr Optimierungspotential (Annahme = 10% von jährlichem Verbrauch)
Kosten – Nutzen	<p>Pumpen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bei bedürftigen Pumpen auf jeden Fall sinnvoll - Investitionskosten sind im Vergleich zu eingesparten Betriebskosten klein - Förderprogramme existieren <p>Wasserverlust:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tief bis Mittel, da sehr teuer; aber sinnvoll auch aus anderen Gründen wie Schäden und Trinkwasserhygiene <p>Entfeuchtung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Günstig, da v.a. über Steuerung
Risiken	- Keine
Veränderungsvektor	- Positiv
Schritte, Voraussetzungen + Wissenslücken	<p>Pumpen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Regelmässige Pumpenchecks - Bei Bedarf: Investition in neue Pumpen <p>Wasserverlust:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Systematische Untersuchungen des Netzzustandes - Festlegen von Sanierungs- und Erhaltungsstrategien <p>Entfeuchtung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bekanntmachung

TRINKWASSERKRAFTWERKE OPTIMIEREN UND AUSBAUEN

Kernpunkte	Kernaussagen
Eignung für relevanten Beitrag	- Hoch
Art der Energie	- Erneuerbarer Strom
Ungenutztes Potential	- Bei Annahme, dass alle fehlenden Einheiten aufgerüstet werden → zusätzlicher Strom von ca. 30-40 GWh/Jahr - Optimierung der bestehenden Anlagen → zusätzlicher Strom von ca. 10-15 GWh/Jahr
Kosten – Nutzen für Stossrichtung	- Mit der Finanzierung des Bundes ist der Bau neuer Anlagen sowie die Optimierung bestehender Anlagen auch finanziell sinnvoll
Risiken	- Keine
Veränderungsvektor	- Förderung durch Bund ab 2023
Schritte, Voraussetzungen + Wissenslücken	- Lancierung von aktiver Unterstützung z.B. via ProKilowatt für die Abklärung, Optimierung bestehender TWKW-Anlagen und dem Neubau von TWKW - Bekanntmachung der Förderungsansätze für erneuerbare Energien - Förderung ergänzender Massnahmen wie Grossbatterien, ZEV oder LEG

SOLARENERGIE AUSBAUEN

Kernpunkte	Kernaussagen
Eignung für relevanten Beitrag	- Mittel bis hoch
Art der Energie	- Erneuerbare Energie
Ungenutztes Potential	- Stromproduktion von ca. 10-15 GWh/Jahr - Weitere Flächen für PV-Anlagen rund um die Standorte muss geprüft werden
Kosten – Nutzen für Stossrichtung	- Mit der Finanzierung des Bundes ist der Bau sowie die Optimierung von bestehenden Anlagen sinnvoll und für den Betreiber wirtschaftlich
Risiken	- Keine
Veränderungsvektor	- Förderung durch Bund ab 2023
Schritte, Voraussetzungen + Wissenslücken	- Bekanntmachung der Förderung - Förderung ergänzender Massnahmen wie innovative Grossbatterien, vehicle-to-grid, ZEV oder LEG, u.a. auch als Puffer für Ausgleich zwischen Produktions- und Bedarfsspitzen

PRÄVENTIVER RESSOURCENSCHUTZ

Kernpunkte	Kernaussagen
Eignung für relevanten Beitrag	- Hoch
Art der Energie	- Elektrische Energie
Ungenutztes Potential	- Vorsorglicher Schutz der Wasserressource reduziert Notwendigkeit von teuren und energieintensiven End of-Pipe Lösungen wie z.B. aufwändige Aufbereitungsverfahren
Kosten – Nutzen für Stossrichtung	- Prävention ist langfristig günstiger als der Neubau von Aufbereitungsanlagen
Risiken	- Lange Zeitdauer bis Wirkung eintritt; kann für Akzeptanz schwierig sein
Veränderungsvektor	- Eher positiv bis konstant (stark abhängig von politischen Entscheidungen)
Schritte, Voraussetzungen + Wissenslücken	- Stärkung und Umsetzung von Ansätzen und Vorgaben zum Schutz des Grundwassers, welches als Trinkwasser genutzt wird

REGIONALE VERNETZUNG

Kernpunkte	Kernaussagen
Eignung für relevanten Beitrag	- Hoch
Art der Energie	- Elektrische Energie
Ungenutztes Potential	- Hoch
Kosten – Nutzen für Stossrichtung	- Regionale Vernetzung kann im Mangellage hohe Kosten für Behebung oder Minderung des Ausfalls auffangen
Risiken	- Keine
Veränderungsvektor	- Positiv: Klimawandel und Energiekrise fordern Umdenken
Schritte, Voraussetzungen + Wissenslücken	<ul style="list-style-type: none"> - Regionale Wasserversorgungsplanung - Ergiebige Quellen beibehalten und zusammen mit grossen Grundwasserfassungen mit Schutzzonen und Zuströmbereichen schützen - Schutzzonen, Schutzgebiete und Grundwasserschutza-reale beibehalten und rechtlich sichern - Diversifizierung der Bezugsorte (Fassungen mit verschiedenen Risikoprofilen) - Physische Vernetzung von Systemen auf regionaler Ebene fordern und fördern

ENDVERBRAUCHER

Kernpunkte	Kernaussagen
Eignung für relevanten Beitrag	- Mittel bis hoch
Art der Energie	Warmwassersparen: - Wärme Kaltwassersparen: - Elektrische Energie
Ungenutztes Potential	Warmwassersparen: - 1 m ³ von ca. 15 °C Grad auf 50 °C Grad zu erwärmen benötigt 100-mal mehr Energie als die Produktion dieses Kubikmeters Wasser Kaltwassersparen: - Grundsätzlich sollten Ressourcen sparsam eingesetzt werden; explizite Aufrufe zum Wassersparen nur in Spitzenzeiten sinnvoll
Kosten – Nutzen für Stossrichtung	Warmwassersparen für Duschen: - Spart viel Energie, ist immer sinnvoll Kaltwassersparen: - Nicht sinnvoll als Energiesparmassnahme, weil zu hohe Risiken im Verhältnis zu Energiegewinn - Sinnvoll um Spitzenbedarf zu reduzieren v.a. Gartenbewässerung und Poolbefüllung in Trockenperioden und Hitzetagen
Risiken	Warmwassersparen für Duschen: - Keine bis geringe Risiken Reduktion Vorlauftemperatur und Mindestfrequenz; - Hohes Risiko für Trinkwasserhygiene (Legionellenbefall)
Veränderungsvektor	- Energiekrise und Klimawandel können Umdenken beeinflussen
Schritte, Voraussetzungen + Wissenslücken	- Informieren der Bevölkerung über korrektes Nutzungsverhalten für Gebrauch von Warmwasser (v.a. Baden vs. Duschen) sowie bzgl. Kaltwassersparen - Informieren und Durchsetzung der Vorgaben betreffend Massnahmen in Hausinstallationen zur Bekämpfung von Legionellose in Haus-Installationen (siehe W3/E4 des SVGW)