

**VISION
TRINKWASSERVERSORGUNGSP
ANUNG
OBERER KANTONSTEIL SCHAFFHAUSEN**

STUDIE



Zürich, 26.10.2022

HOLINGER AG

Neugasse 136, CH-8005 Zürich

Telefon +41 44 288 81 00

zuerich@holinger.com

Version	Datum	Sachbearbeitung	Kontrolle	Verteiler
1.0	19.07.2022	Angelika Hess	Simon Streit	IKL Kanton Schaffhausen Tiefbauamt Kanton Schaffhausen Gebäudeversicherung Kanton Schaffhausen Gemeinde Buch Gemeinde Ramsen Gemeinde Hemishofen Gemeinde Stein am Rhein HOLINGER AG
2.0	26.10.2022	Angelika Hess	Simon Streit	IKL Kanton Schaffhausen Tiefbauamt Kanton Schaffhausen Gebäudeversicherung Kanton Schaffhausen Gemeinde Buch Gemeinde Ramsen Gemeinde Hemishofen Gemeinde Stein am Rhein HOLINGER AG

P:\Zuerich\Z2019\4_plan\Bericht\BE_Z2019_Vision_Oberer_Kantonsteil.docx

Projektgruppe Auftraggeber: Eliane Graf (Interkantonaales Labor), Peter Wäspi (Interkantonaales Labor), Kurt Seiler (Interkantonaales Labor), Jürg Schulthess (Tiefbauamt SH)

Begleitgruppe: Heinz Ruh (Wasserreferent Buch), Jonathan Sätteli (Tiefbaureferent Ramsen), Urs Müller (Wasserreferent Hemishofen), Irene Gruhler Heinzer (Werkreferentin Stein am Rhein), Bernhard Neddermann (Bereichsleiter Bau und Werke Stein am Rhein), Joel Studer (Bereichsleiter Tiefbau Stein am Rhein), Markus Menzi (Brunnenmeister Stein am Rhein), Alex Ehrat (Wasserwart Hemishofen), Daniel Sätteli (Wasserwart Ramsen), Werner Genner (Wasserwart Buch)

INHALTSVERZEICHNIS

ZUSAMMENFASSUNG	6
1 EINLEITUNG	7
1.1 AUSGANGSLAGE	7
1.2 GRUNDLAGEN	8
1.3 ZIELSETZUNG	8
2 SITUATIONSANALYSE	9
2.1 ORGANISATION	9
2.2 ZUSTAND DER SCHLÜSSELINFRASTRUKTUR	9
2.3 WASSERQUALITÄT	10
2.4 VERTRÄGE	11
3 WASSERHAUSHALT	12
3.1 EINZELNE WASSERVERSORGUNGEN	12
3.1.1 Buch	12
3.1.2 Ramsen	12
3.1.3 Hemishofen	12
3.1.4 Stein am Rhein	13
3.1.5 Wasserbilanzen	13
3.2 REGION OBERER KANTONSTEIL	14
3.3 BEWÄSSERUNGSPROJEKT BIBERTAL	17
3.4 FAZIT	17
4 REGIONAL UNVERZICHTBARE INFRASTRUKTUR	18
5 MASSNAHMEN	19
5.1 LOKALE TECHNISCHE MASSNAHMEN	19
5.1.1 Grundwasserpumpwerk Wilen	19
5.1.2 Stufenpumpwerk Hard	19
5.1.3 Quellen	19
5.1.4 Schutzzonen	19
5.2 REGIONALE TECHNISCHE MASSNAHMEN	19
5.2.1 Variante Anschluss an bestehendes Seewasserwerk	20
5.2.2 Variante Neubau eines Seewasserwerkes	20
5.2.3 Variante Neubau Anlage für Uferfiltrat Rhein	20
5.2.4 Vergleich Varianten Wasserbeschaffung	21
5.2.5 Grobkostenschätzung	21
5.2.6 Zuströmbereiche	22
5.3 ORGANISATORISCHE MASSNAHMEN	22

5.3.1	Verträge	22
5.3.2	Gründung eines Zweckverbandes	22
6	SCHLUSSFOLGERUNG UND EMPFEHLUNG	23
	LITERATURVERZEICHNIS	24

ANHANG

Anhang 1	Zustandsbeurteilung Schlüsselinfrastruktur
Anhang 2	Vorhandene Wasserressourcen
Anhang 3	Wasserhaushalt

PLANBEILAGEN

Übersichtsplan	Z2019.10.001
Hydraulisches Schema	Z2019.10.002

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

GWP	Generelles Wasserversorgungsprojekt
GWPW	Grundwasserpumpwerk
StPW	Stufenpumpwerk
QWPW	Quellwasserpumpwerk
TBDV	Verordnung des EDI über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen
GSchV	Gewässerschutzverordnung
WWP	Wasserwirtschaftsplan
PZ	Planungsziel

ZUSAMMENFASSUNG

Ziel der Wasserversorgung ist es, genügend Wasser in einwandfreier Qualität (hygienisch, chemisch und physikalisch) mit genügend Druck zur Verfügung zu stellen. Der Klimawandel und steigende Anforderungen an die Wasserqualität sowie Betrieb und Unterhalt von Wasserversorgungen sind wichtige Herausforderungen, die von den Wasserversorgungen in den kommenden Jahren gemeistert werden müssen. Zukünftig muss vermehrt mit Trockenperioden gerechnet werden. Während den Trockenperioden muss mit einem steigenden Bedarf gerechnet werden. Die Spitzen, welche abgedeckt werden müssen, werden zunehmen. Der steigende Siedlungsdruck wird zu einer Zunahme von Nutzungskonflikten führen, welche sich negativ auf die Wasserqualität auswirken können.

Diese Studie beurteilt die jetzige Situation (Zustand Infrastruktur, Wasserangebot, Wasserverbrauch, Wasserqualität, etc.) im oberen Kantonsteil von Schaffhausen (Gemeinden Buch, Ramsen, Hemishofen und Stein am Rhein) neu und schlägt Massnahmen vor, um die Wasserversorgung auch in Zukunft sicherstellen zu können. Die Versorgungssicherheit muss auch in Zukunft sichergestellt werden und eine resiliente Wasserinfrastruktur ist notwendig. Die Wasserbilanzen zeigen, dass ohne zusätzlichen Bezugsort zukünftig beim Spitzenbedarf an Hitzetagen sowie bei Störfällen im Sommer nicht genügend Wasser erschlossen ist. Ein zusätzlicher Wasserbezugsort wird benötigt, welcher ein anderes Risikoprofil aufweist als die bisher genutzten Wasservorkommen. Als mögliche neue Wasserbezugsorte schlagen wir ein Seewasserwerk oder die Nutzung von Uferfiltrat vom Rhein vor. Andere Ressourcen mit ausreichendem Dargebot und anderem Risikoprofil stehen in der Region nicht zur Verfügung.

Um den gestiegenen Anforderungen an den Betrieb von Wasserversorgungen und der vermehrten regionalen Zusammenarbeit gerecht zu werden, sollen die Gemeinden aus dem oberen Kantonsteil einen Zweckverband gründen. Mit der verstärkten regionalen Vernetzung und der Nutzung von unterschiedlichen Wasserressourcen mit verschiedenen Risikoprofilen (Quellen, Grundwasser und aufbereitetes Oberflächenwasser) sind die Wasserversorgungen für die kommenden Herausforderungen gerüstet. Auch zukünftig werden sich die Gegebenheiten und die Herausforderungen stetig wandeln und eine periodische Überprüfung der Situation ist notwendig, um die Wasserversorgung gezielt weiterentwickeln zu können.

1 EINLEITUNG

1.1 AUSGANGSLAGE

Gemäss Legislaturziel und dem Auftrag aus der Klimastrategie des Kantons Schaffhausens soll der bestehende Wasserwirtschaftsplan aus dem Jahr 2009 überarbeitet werden. In diesem Rahmen soll das Thema Trinkwasserversorgung und Versorgungssicherheit einen wesentlichen Stellenwert einnehmen. Es werden daher für die verschiedenen Kantonsteile regionale Trinkwasservisionen erarbeitet, welche dann in den Wasserwirtschaftsplan einfließen.

Seit dem Jahr 2009, als der letzte Wasserwirtschaftsplan erstellt wurde, hat sich die Situation geändert. Neue Erkenntnisse im Bereich Klimawandel zeigen zum Beispiel, dass das Ausmass der Sommertrockenheit noch ausgeprägter ausfallen wird, als dies basierend auf früheren Studien erwartet wurde [1]. Ein solch trockener Sommer wurde auch im oberen Kantonsteil im Jahr 2018 beobachtet und hatte sowohl einen Einfluss auf das Wasserdargebot (tiefere Quellerträge) wie auch auf den Wasserverbrauch (höherer Verbrauch). Eine Umfrage des Interkantonalen Labors zeigte, dass im Sommer 2018 zwei der vier Gemeinden im oberen Kantonsteil Wassersparmassnahmen umsetzen mussten.

Pflanzenschutzmittel und deren Abbauprodukte sind in den letzten Jahren stark in den Fokus der Trinkwasserqualität gelangt. So wurden auch in den Trinkwasserfassungen im oberen Kantonsteil Konzentrationen von Chlorothalonil-Metaboliten von mehr als 0.1 µg/L gemessen. Der Einfluss der landwirtschaftlichen Nutzung auf die Qualität des Trinkwassers wird eine der wichtigsten zu lösenden Herausforderungen für die Trinkwassernutzung der Zukunft darstellen.

Die Wasserversorgungen in der Schweiz haben sich in den letzten Jahrzehnten verstärkt regional vernetzt, um die Versorgungssicherheit zu erhöhen. Neben einer noch weitergehenden regionalen Vernetzung und Verstärkung durch zusätzliche Bezugsorte sind auch Massnahmen im Bereich GW Management notwendig, um die kommenden Herausforderungen zu meistern.

1.2 GRUNDLAGEN

- Honorarofferte vom 30.11.2021, HOLINGER AG
- Generelles Wasserversorgungsprojekt Gemeinde Buch, Planimpuls AG 2015
- Generelles Wasserversorgungsprojekt Gemeinde Ramsen, Wüst Bauingenieure AG, 2014
- Generelle Wasserversorgungsplanung Wasserversorgung Hemishofen, QSW Ingenieure, 2014
- Generelles Wasserversorgungsprojekt Gemeinde Stein am Rhein, Schnewlin + Küttel AG 2013
- Schlussbericht "Die Wasserversorgungen im Gebiet Durach-Biber", QSW Ingenieure, 2006
- Wasserwirtschaftsplan Allgemeiner Teil, Kanton Schaffhausen, 2009
- Begehung der Anlagen vom 14.01.2022
- Verordnungen und Richtlinien des Schweizerischen Vereins des Gas- und Wasserfaches (SVGW)
- Verordnung des EDI über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen (TBDV)
- Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (GSchV)
- Verordnung über die Sicherstellung der Trinkwasserversorgung in schweren Mangellagen (VTM), Stand 1. Oktober 2020
- Erfahrung von Referenzprojekten
- Literatur gemäss Literaturverzeichnis

1.3 ZIELSETZUNG

Im Rahmen dieser Studie wird aufgezeigt, wie die Trinkwasserversorgung im oberen Kantonsteil Schaffhausen derzeit und in Zukunft aussehen soll. Dabei werden die folgenden Unter-Ziele mit einbezogen: Verfügbare Infrastruktur nutzen, personelle und infrastrukturelle Synergien nutzen, die Wasserressourcen langfristig sichern, langfristig eine genügende Wasserqualität sicherstellen und die notwendigen Ausbauten benennen, um die regionale Wasserversorgung sicherzustellen.

2 SITUATIONSANALYSE

2.1 ORGANISATION

Die Wasserversorgung im oberen Kantonsteil wird durch vier eigenständige Wasserversorgungen (Stein am Rhein, Hemishofen, Ramsen und Buch) sichergestellt. Vor allem zwischen den Wasserversorgungen mit gemeinsam genutzten Anlagen (Stein am Rhein und Hemishofen) findet ein Austausch zwischen den Betreibern statt. Jede der Wasserversorgungen hat jedoch eigene Wasserwarte/Brunnenmeister und auch der Pikettdienst ist separat geregelt. Alle vier Wasserversorgungen setzen ein Zülig (Hach) Prozessleitsystem ein. Dadurch werden mögliche zukünftige Zusammenarbeiten vereinfacht.

2.2 ZUSTAND DER SCHLÜSSELINFRASTRUKTUR

Der Zustand der Schlüsselinfrastruktur wurde anhand einer Begehung vom 14. Januar 2022 beurteilt. Seit dem Wasserwirtschaftsplan 2009 wurde ein Grossteil der Infrastruktur saniert oder neu erstellt und die Infrastruktur befindet sich grundsätzlich in einem guten Zustand (Tabelle 1). Zur Qualitätssicherung gemäss SVGW W12 ist es Stand der Technik, dass Quellzuläufe mit einer Trübungsmessung und einer UV-Desinfektion mit automatischem Verwurf ausgerüstet sind. Dies ist bei den wenigsten Quellen im oberen Kantonsteil der Fall (Anhang 1).

Im Brunnen des GWPW Wilen in Ramsen treten grosse Sandablagerungen auf. Diese werden teilweise bis ins Versorgungsnetz gespült. Der Brunnen ist entsprechend sanierungsbedürftig (siehe auch Kap. 3.1.2). Eine genauere Dokumentation der Zustandsbeurteilung ist in Anhang 1 zu finden.

Tabelle 1: Sanierungsbedarf für die Schlüsselinfrastruktur im oberen Kantonsteil.

Gemeinde	Anlage	Sanierungsbedarf	
		Kurzfristig	Langfristig
Buch	StPW Oberriet	nein	ja
	QWPW Moos	nein	nein
	Reservoir Rauhenberg 2	nein	nein
Ramsen	GWPW Wilen	ja	
	Reservoir Ruhergetenbuck	nein	nein
Hemishofen	GWPW Seewadel	nein	nein
	Reservoir Signaal	nein	nein
Stein am Rhein	GWPW Etwilen	nein	nein
	Reservoir Stein Süd	nein	nein
	Reservoir Erle	nein	nein
	StPW Schützenhaus	nein	nein

2.3 WASSERQUALITÄT

In landwirtschaftlich intensiv genutzten Gebieten kann die Grundwasserqualität durch den Eintrag von organischen Mikroverunreinigungen beeinträchtigt sein. Pflanzenschutzmittel oder deren Abbauprodukte (Metaboliten) werden vielerorts in erhöhten Konzentrationen im Grundwasser gemessen. Für Grundwasser, welches als Trinkwasser genutzt wird, gilt für Wirkstoffe ein Höchstwert gemäss Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/L. Zusätzlich enthält das Lebensmittelrecht einen Höchstwert von 0.1 µg/L für Pestizid-Metaboliten, die als relevant eingestuft werden.

Intensive landwirtschaftliche Bewirtschaftung, z.B. durch Acker- oder Gemüsebau, ist hauptverantwortlich für die Belastung von Grundwasser mit Nitrat [2]. Gemäss Gewässerschutzverordnung liegt die Anforderung für Grundwasser, welches als Trinkwasser genutzt wird, bei maximal 25 mg/L Nitrat. In der TBDV wird der Höchstwert für das Trinkwasser, welches den Kunden abgegeben wird, bei 40 mg/L festgelegt. Tabelle 2 zeigt, dass keines der drei Grundwasserpumpwerke die Anforderungen gemäss Gewässerschutzverordnung erfüllt. Studien zeigen, dass Trockenperioden zu einem zusätzlichen Anstieg der Nitrat-Konzentrationen führen werden [2]. Ohne griffige Massnahmen muss daher eher mit einer Verschlechterung der Nitratwerte gerechnet werden. Weiter wurden in fünf von neun Wasserressourcen im oberen Kantonsteil Chlorothalonil-Metaboliten (R 471811) über 0.1 µg/L nachgewiesen.

Die Auswertung (Tabelle 2) zeigt, dass im stark landwirtschaftlich geprägten oberen Kantonsteil, die Wasserqualität der Wasserressourcen teilweise kritisch ist und diese auch für die Planung der zukünftigen Trinkwasserversorgung beachtet werden muss.

Tabelle 2: Beurteilung der Wasserqualität. Grün markiert sind die Wasserquellen, welche die Werte erfüllen, orange jene, welche die Werte im Mittel der letzten 20 Jahre, respektive mit den Maximalwerten überschreiten.

Wasserquellen		Wasserqualität				
		Nitrat > 25 mg/L		Nitrat > 40 mg/L		Probleme mit Chlorothalonil-Metaboliten
		Mittel	Max	Mittel	Max	
Buch	Quelle Moos	Grün		Orange		Grün
	Quelle Rauhenberg	Grün		Orange		
Ramsen	GWPW Wilen	Orange		Orange		Grün
	Quelle Bartellen	Grün		Orange		
Hemishofen	GWPW Seewadel	Orange		Orange		Grün
	Quelle Kressenberg	Grün		Orange		
Stein am Rhein	GWPW Etwilen	Orange		Orange		Grün
	Quelle Erle	Grün		Orange		
	Quelle Omisbüel	Grün		Orange		
Umliegende Wasserversorgungen	Gottmadingen	Grün		Orange		Grün
	Wagenhausen	Grün		Orange		
	Seerücken	Grün		Orange		

2.4 VERTRÄGE

Die Wasserversorgungen im oberen Kantonsteil haben verschiedene Verträge mit Nachbarversorgungen für Wasserlieferungen (Zusammenstellung im Anhang 2). Diese Verbindungen und Verträge sind wichtig, damit auch im Störfall genügend Wasser zur Verfügung steht und die Wasserversorgungen sich gegenseitig aushelfen können. Die momentane Situation ist, dass Buch von Gottmadingen mehr Wasser bezieht, als vertraglich zugesichert ist. Stein am Rhein hat Verträge mit Wagenhausen und der Wasserversorgung Seerücken West. Die Erfahrungen haben gezeigt, dass in beiden Fällen effektiv nicht die vertraglich vereinbarte Menge geliefert werden kann, da die Nachbarversorgungen selbst nicht genügend Wasser zur Verfügung haben. Diese Verträge, welche nicht realistische Wasserlieferungen enthalten, vermitteln eine falsche Sicherheit für die Wasserversorgung in der Region.

3 WASSERHAUSHALT

3.1 EINZELNE WASSERVERSORGUNGEN

Nachfolgend wird kurz auf die unterschiedlichen Wasserversorgungen und ihre Eigenheiten eingegangen. Detailliertere Angaben sind in den jeweiligen GWPs zu finden. Eine Übersicht über die vorhandenen Wasserressourcen im oberen Kantonsteil ist im Anhang 2 zu finden.

3.1.1 Buch

Die Wasserversorgung Buch ist die kleinste der vier Wasserversorgungen. Der durchschnittliche Wasserverbrauch beträgt 99 m³/d (390 L/EW/d). Buch bezieht das Wasser von den zwei Quellen Moos (im Mittel 58 m³/d) und Rauhenberg (im Mittel 32 m³/d) und hat als zweites Standbein eine Verbindung zum angrenzenden Gottmadingen (DE). In trockenen Jahren bezog Buch mehr Wasser bei Gottmadingen als vertraglich vereinbart wurde.

3.1.2 Ramsen

Ramsen hat einen durchschnittlichen Wasserverbrauch von 740 m³/d. Der spezifische Wasserverbrauch in Ramsen ist mit 494 L/EW/d aussergewöhnlich hoch. Dies liegt zum einen an der Abgabe von Wasser aus dem Trinkwassernetz an die Landwirtschaft und zum anderen an einem Einzelbezüger, welcher bis zu 26% des gesamten Wasserbedarfes ausmacht. Der Einzelbezüger ist bestrebt, diese Wasserbezüge zukünftig senken zu können.

Das Wasser in Ramsen stammt aus den Quellen Bartellen (im Mittel 118 m³/d) und aus dem Grundwasserpumpwerk Wilen (Konzession für 1000 l/min). Zukünftig müssen in Trockenperioden 10 l/min des Quellertrages der Quelle Bartellen bei Bedarf an das Ramser Moos abgegeben werden, damit dieses nicht austrocknet. Beim Grundwasserpumpwerk Wilen wurde in den letzten Jahren mehrmals die Konzessionsmenge überschritten, Die Konzessionsmenge wurde überschritten, wenn aufgrund des hohen Bedarfs (das GWPW Wilen ist die einzige grössere Bezugsquelle für Ramsen) die installierten Pumpen ganztags betrieben wurden. Der Förderbrunnen des GWPW Wilen wurde in den letzten Jahren sehr stark beansprucht und Betriebsunterbrüche zum Unterhalt des Brunnens waren aufgrund eines fehlenden 2. Standbeins nicht möglich. Als Folge daraus befindet sich Sand im Brunnen und Verteilnetz und der Grundwasserbrunnen ist sanierungsbedürftig. Die Konzession für die Grundwasserentnahme läuft noch bis 2029. Der Kanton Schaffhausen hat die Praxis bei den Konzessionsverträgen geändert. Bei einer Erneuerung der Konzession muss damit gerechnet werden, dass auch beim GWPW Wilen maximale Tages- und Jahresfrachten festgelegt werden.

3.1.3 Hemishofen

Hemishofen hat einen durchschnittlichen Wasserverbrauch von 147 m³/d (315 L/EW/d). Das Wasser bezieht Hemishofen zum grössten Teil aus den Quellen Kressenberg (im Mittel 146 m³/d), welche in Deutschland liegen. Im Störfall kann Hemishofen Wasser bei Stein am Rhein beziehen, die Menge ist jedoch vertraglich nicht festgelegt. Die Löschwasserreserve von 150 m³ ist in Hemishofen eher knapp bemessen. Die fehlenden 50 m³ werden jedoch schon heute von Stein am Rhein ergänzt. Die Konzession vom GWPW Seewadel (540 m³/d) wurde in den Jahren 2015-2021 nicht ausgeschöpft. Im Maximum wurden 226 m³/d von den konzessionierten 540 m³/d gefördert. In der Konzession ist festgehalten, dass 150 m³/d von den 540 m³/d im Störfall für Stein am Rhein vorgesehen sind.

3.1.4 Stein am Rhein

Der mittlere Wasserverbrauch von Stein am Rhein liegt bei 790 m³/d (229 L/EW/d). Stein am Rhein erwartet, dass die Einwohnerzahl von heute 3600 auf 4800 Einwohner im Jahr 2050 ansteigen wird, es muss daher von einem zunehmenden Wasserverbrauch ausgegangen werden. Stein am Rhein hat verschiedene Quellen (mittlerer Quellertrag 287 m³/d), bezieht jedoch den grössten Anteil des Wassers vom GWPW Etwilen (Konzession 3000 l/min), welches im Kanton Thurgau liegt. Nachdem im Jahr 2019 hohe Werte an Chlorothalonil-Metaboliten im Grundwasser gemessen wurden, wurde Wasser von Wagenhausen zum Mischen bezogen. Beim GWPW Etwilen wurde die konzessionierte Tages- wie auch Jahresfracht in den vergangenen Jahren nicht ausgeschöpft. Obwohl die Konzession nicht ausgeschöpft wurde, erholte sich der Grundwasserspiegel nach dem trockenen Sommer 2018 nur langsam.

3.1.5 Wasserbilanzen

Die Wasserbilanzen für die vier Gemeinden im oberen Kantonsteil wurden zuerst separat betrachtet. Es wurden für jede Wasserversorgung drei Betriebszustände betrachtet, wie sie in der GWP Richtlinie der KVV-Ost beschrieben sind [3]. Die genaue Beschreibung der Betriebszustände ist in Anhang 3 zu finden. Abbildung 1 zeigt die Bilanzen (Dargebot abzüglich Verbrauch) für die verschiedenen Gemeinden für die nachfolgenden drei Betriebszustände:

- Normalbetrieb mit mittlerem Verbrauch und mittlerem Dargebot
- Störfall mit mittlerem Verbrauch und Ausfall der ergiebigsten Wasserressource
- Spitzenbetrieb bei maximalem Verbrauch und minimaler Quellschüttung

Die Bilanzen wurden jeweils für Stand heute (PZ 0), für das PZ 1 (2030) und das PZ 2 (2050) berechnet. Hierfür wurde angenommen, dass der spezifische Wasserbedarf pro Einwohner konstant bleibt. Eine Zunahme der Bevölkerung führt demnach zu einer Zunahme des Wasserverbrauches (mittlerer und maximaler Verbrauch).

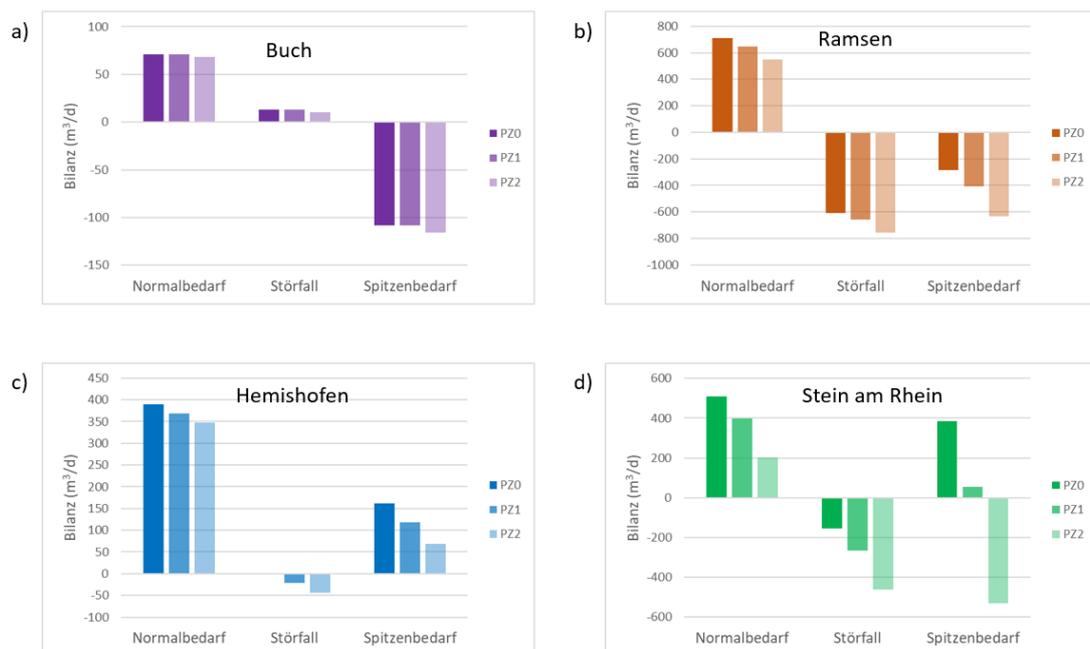
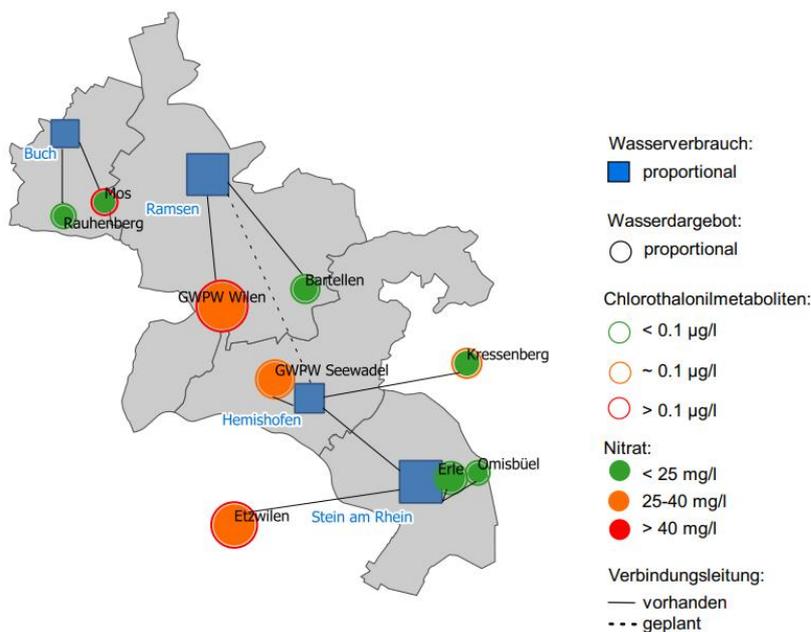


Abbildung 1: Wasserbilanzen für die vier Gemeinden im oberen Kantonsteil: a) Buch, b) Ramsen, c) Hemishofen, d) Stein am Rhein. Positive Werte zeigen einen Wasserüberschuss und negative Werte eine Fehlmenge an. Wichtig ist zu beachten, dass für die verschiedenen Gemeinden unterschiedliche Skalen verwendet wurden.

Die Auswertung der Wasserbilanzen für die einzelnen Gemeinden zeigt auf, dass jede der vier Gemeinden zukünftig im Störfall oder Spitzenbetrieb eine Fehlmenge aufweist und somit auf eine regionale Vernetzung und die Erschließung von zusätzlichen Wasserressourcen angewiesen ist. Die Situation für die Gemeinde Ramsen wird sich vor allem im Störfall deutlich entspannen, wenn die Verbindungsleitung zu Hemishofen fertiggestellt ist.

3.2 REGION OBERER KANTONSTEIL

Die Region oberer Kantonsteil hat als Wasserbezugsorte drei Grundwasserpumpwerke und verschiedene Quellen (Abbildung 2). Die Wasserqualität der wichtigsten Wasserressourcen in der Region ist durch die starke landwirtschaftliche Bewirtschaftung geprägt und weist hohe Konzentrationen an Nitrat und Rückstände von Pflanzenschutzmitteln auf. Zukünftig wird es daher entscheidend sein, dass bei den bestehenden Fassungen das Risiko durch landwirtschaftliche Einträge verringert wird. Das Ausscheiden von Zuströmbereichen ermöglicht die Grundwasserressourcen langfristig zu schützen und ist ein wichtiges Instrument, um das Wasser auch langfristig nutzen zu können. Die Karte zeigt ebenfalls auf, dass sich die Gemeinden im oberen Kantonsteil sehr stark auf die Wasserressource Grundwasser abstützen. Für eine zukunftsgerichtete, breit abgestützte Wasserversorgung ist es wichtig, dass die Region auf Wasserressourcen mit unterschiedlichen Risikoprofilen zurückgreifen kann. Auch für die Versorgung in schweren Mangellagen ist es entscheidend, dass die unterschiedlichen Wasserressourcen verschiedene Risikoprofile aufweisen.



Stand: Juni 2022
 Quelle: Interkantonales Labor
 Geodaten: Kanton Schaffhausen

Abbildung 2: Vorhandene Wasserressourcen und Wasserverbrauch in der Region oberer Kantonsteil Schaffhausen. Für die Konzentrationen sind die Mittelwerte über die letzten Jahre berücksichtigt. Wichtig ist zu beachten, dass in den beiden GWPW Etzwilen und Wilen einzelne Nitrat-Messwerte auch über 40 mg/L lagen.

Bereits im WWP 2009 wurde festgelegt, dass eine regionale Vernetzung der Wasserversorgungen notwendig ist, um den zukünftigen Herausforderungen gewachsen zu sein. Es wurden daher regionale Wasserbilanzen erstellt mit der Annahme, dass alle Gemeinden untereinander vernetzt sind (Abbildung 3). Die Annahme beinhaltet, dass alle Wasserressourcen im Kanton für die Versorgung im ganzen oberen Kantonsteil genutzt werden können.

Die Wasserbilanzen in Abbildung 3 zeigen daher die Wasserbilanzen unter der Annahme, dass alle vier Gemeinden untereinander vernetzt sind und sich gegenseitig mit Wasserlieferungen aushelfen können.

Für die regionale Wasserbilanz wurde ein typischer Sommertag betrachtet. Für den typischen Sommertag wurde angenommen, dass der Verbrauch das Mittel zwischen dem maximalen und dem mittleren Tagesverbrauch ist und die Quellschüttung das 20% Quantil der gemessenen Monatsmittelwerte. Es muss davon ausgegangen werden, dass dieser Fall über mehrere Monate eintreten kann. Daher wurde zusätzlich betrachtet, ob das Wasser ausreicht, wenn an einem typischen Sommertag die ergiebigste Wasserressource der Region (GWPW Etzwilen) ausfällt. Zusätzlich wird in Abbildung 3 die Wasserbilanz für den Spitzenbedarf während einer Hitzeperiode gezeigt, sprich dem maximalen Tagesverbrauch und der minimalen Quellschüttung, die in den letzten Jahren gemessen wurden.

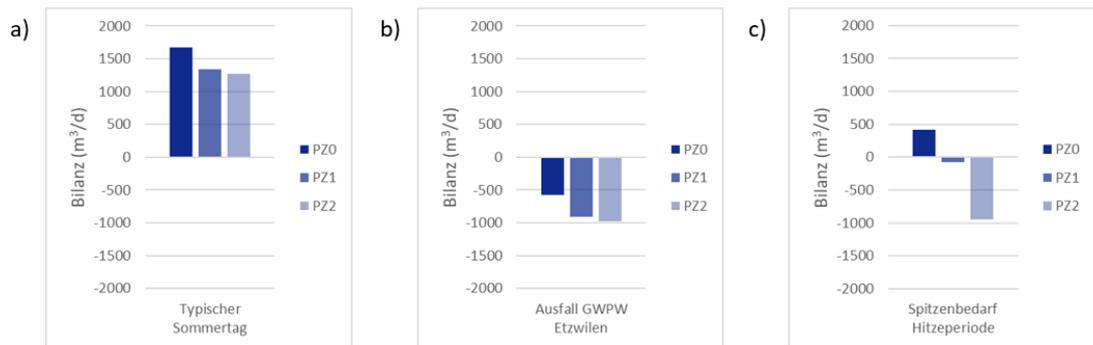


Abbildung 3: Wasserbilanzen für die Region oberer Kantonsteil. a) für einen Sommertag mit allen Anlagen in Betrieb, b) für den Fall, dass an einem Sommertag das GWPW Etwilen ausfallen würde, c) für den Spitzenbedarf während einer Hitzeperiode.

Die Region oberer Kantonsteil hat an einem Sommertag auch zukünftig genügend Wasserressourcen. Sobald jedoch die wichtigste Wasserressource ausfällt, reicht die regionale Vernetzung nicht aus und es steht nicht mehr genügend Wasser zur Verfügung. Ebenfalls ist zu sehen, dass der Spitzenbedarf in der Region schon im PZ1 nicht mehr gedeckt werden kann.

Falls sich die Wasserqualität weiter verschlechtern sollte oder strengere Höchstwerte in Kraft treten sollten, kann es im oberen Kantonsteil mit den heutigen Wasserressourcen zu einer Wasserknappheit kommen. Abbildung 4 zeigt eindrücklich, dass für den Fall, dass nur noch Wasserressourcen mit Nitrat-Konzentrationen ständig unter 40 mg/L genutzt werden können, auch im Normalbetrieb eine Fehlmenge von fast 1000 m³/d besteht. Eine zusätzliche Wasserressource mit einem anderen Risikoprofil ist daher dringend notwendig.

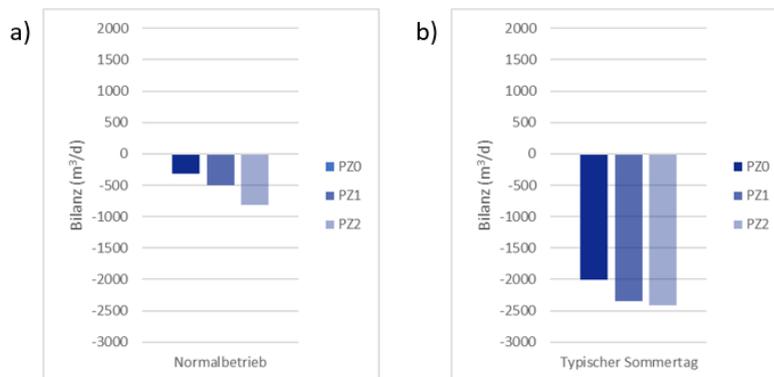


Abbildung 4: Regionale Wasserbilanz für den Fall, dass nur Wasserbezugsorte mit Nitratwerten unter 40 mg/L genutzt werden. a) für den Normalbetrieb und b) für einen typischen Sommertag.

Weitere Wasserbilanzen für verschiedene Betrachtungszustände und Szenarien sind im Anhang 3 aufgeführt. Die zusätzlichen Bilanzen zeigen, dass auch durch Massnahmen wie z.B. Wassersparen die Fehlmenge nicht behoben werden kann.

3.3 BEWÄSSERUNGSPROJEKT BIBERTAL

Die Bewässerungsgenossenschaft Bibertal (BGB) mit interessierten Landwirten aus dem oberen Kantonsteil, plant den Bau einer Bewässerungsleitung für die landwirtschaftliche Bewässerung (siehe Planbeilage Übersichtsplan). Das Ziel ist, dass 19 bestehende Entnahmestellen an der Biber und am Rhein durch eine einzige Entnahmestelle am Rhein ersetzt werden und das Wasser von da ins ganze Gebiet verteilt wird [4]. Vereinzelt wird heute Wasser von den Wasserversorgungen zum Bewässern abgegeben, dies soll nach dem Bau der Bewässerungsleitung nicht mehr möglich sein. Es wird jedoch nicht davon ausgegangen, dass durch die Bewässerungsleitung der Wasserbedarf in den Gemeinden signifikant sinken wird, da kein Wasser für Bewässerung mehr abgegeben wird. Unklar ist ebenfalls, wie sich eine verstärkte Bewässerung auf die Grundwasserqualität und -quantität im Bibertal auswirken wird.

3.4 FAZIT

Aus den Wasserbilanzen können die folgenden Schlussfolgerungen gezogen werden:

- Jede der Gemeinden weist heute und zukünftig im Störfall oder Spitzenbetrieb eine Fehlmenge auf.
- Mit den bestehenden Wasserressourcen kann der zukünftige Wasserbedarf in extremen Trockenperioden oder beim Ausfall des GWPW Etwilen an einem Sommertag nicht mehr gedeckt werden.
- Bis zum Planungsziel 2 muss für den oberen Kantonsteil mit einer Fehlmenge zwischen 1'000 und 3'000 m³/d gerechnet werden. Mit den Fehlmengen ist nicht erst in weiterer Zukunft zu rechnen, sondern auch schon heute und beim Planungsziel 1. Der neue Wasserbezugsort soll eine Ausbaupazität von mindestens 3'000 m³/d haben.
- Die Wasserqualität ist nicht zufriedenstellend. Zukünftig soll das Risiko einer negativen Beeinträchtigung durch die Landwirtschaft mittels Zuströmbereichen reduziert werden, damit die bestehenden Fassungen weiterhin genutzt werden können. Zusätzlich soll eine weitere Ressource mit anderem Risikoprofil erschlossen werden.
- Buch ist aufgrund des sehr tiefen Wasserbedarfes für die Gesamtbetrachtung der Region nicht entscheidend. Allenfalls besteht für Buch auch die Möglichkeit, auf eine Verbindungsleitung zu Ramsen zu verzichten und die Fehlmengen durch eine Anpassung des Wasserlieferungsvertrages mit Gottmadingen abzusichern.

4 REGIONAL UNVERZICHTBARE INFRASTRUKTUR

Im Rahmen dieser Studie wurde festgelegt, welche Bauten als regional unverzichtbare Infrastruktur gelten unter Voraussetzung, dass auch die Verbindungsleitung Ramsen-Hemishofen erstellt wird. Unverzichtbare Anlagen sind all jene Anlagen, deren Ausfall schwerwiegende Auswirkungen auf die Versorgung haben [5].

Zum Bestimmen der unverzichtbaren Infrastruktur wurden die folgenden Kriterien verwendet:

- Reservoir:
 - o Grösse der Brauchreserve
 - o Lage und Höhe des Reservoirs: kann die Gemeinde auch mit einem anderen Reservoir versorgt werden?
- Wasserbezugsorte:
 - o Minimaler und mittlerer Ertrag
 - o Wasserqualität
- Verbindungen zwischen den Wasserversorgungen
- Jede Wasserversorgung braucht zwei unabhängige Standbeine, welche unterschiedliche Risikoprofile aufweisen.

Da die verschiedenen Reservoirs auf unterschiedlichen Höhen liegen und die Volumina nicht ausreichend sind für mehrere Gemeinden, sind die folgenden Reservoirs als regional unverzichtbare Infrastruktur zu bezeichnen:

- Reservoir Rauhenberg 2, Buch
- Reservoir Ruhergetenbuck, Ramsen
- Reservoir Signaal, Hemishofen
- Reservoir Stein Süd, Stein am Rhein
- Reservoir Erle, Stein am Rhein

Von den Wasserbezugsorten liefern die drei Grundwasserpumpwerke Wassermengen, welche für die Region relevant sind:

- GWPW Etwilen, Stein am Rhein
- GWPW Seewadel, Hemishofen
- GWPW Wilen, Ramsen

Damit sich die verschiedenen Wasserversorgungen in Mangellagen mit Wasserlieferungen aushelfen können, sind auch die Stufenpumpwerke zwischen den Gemeinden als unverzichtbare Infrastruktur zu bezeichnen:

- StPW Schützenhaus
- StPW Wilen (wird im Jahr 2022 zwischen Ramsen und Hemishofen erstellt)

Die verschiedenen Quellen sind für die einzelnen Versorgungen wichtig und müssen zwingend weiter unterhalten und erhalten werden, auch wenn sie anhand der Menge für die ganze Region keine entscheidende Bedeutung haben. Die Quellen sind für die einzelnen Gemeinden von grosser Bedeutung in Notlagen, z.B. bei einem Stromausfall.

5 MASSNAHMEN

5.1 LOKALE TECHNISCHE MASSNAHMEN

5.1.1 Grundwasserpumpwerk Wilen

Es wird empfohlen, den Zustand des Grundwasserbrunnens anhand einer Kamerabefahrung genauer zu beurteilen und Sanierungsmassnahmen festzulegen. Allfällige Massnahmen sollen in Zeiten mit geringem Wasserverbrauch gelegt werden, damit genügend Wasser über die neue Verbindungsleitung von Hemishofen bezogen werden kann, um die Versorgung weiterhin gewährleisten zu können.

5.1.2 Stufenpumpwerk Hard

Das Stufenpumpwerk Hard muss mittelfristig saniert werden (Gebäude, Verrohrung etc.).

5.1.3 Quellen

Stand der Technik ist, dass Quellzuläufe mit einer UV-Anlage, Trübungsmessung und einem automatischen Verwurf ausgestattet sind. Wir empfehlen, diverse Quellen im oberen Kantonsteil auf diesen Stand nachzurüsten:

Quelle mit Trübungsmessung, UV-Anlage und automatischem Verwurf ausrüsten:

- Quelle Bartellen, Ramsen

Quelle mit UV-Anlage ausrüsten:

- Quelle Kressenberg, Hemishofen
- Quelle Omisbüel, Stein am Rhein
- Quelle BS Erle, Stein am Rhein

5.1.4 Schutzzonen

Die Schutzzonen für die verschiedenen Quellen und Grundwasserpumpwerke sollen gemäss Anhang 2 auf den aktuellen Stand gemäss GSchV gebracht haben. Massnahmen sind bei folgenden Quellen notwendig:

- Quelle Bartellen, Ramsen
- Quellen BS Erle, Stein am Rhein
- Quelle Omisbüel, Stein am Rhein

5.2 REGIONALE TECHNISCHE MASSNAHMEN

Die Berechnungen zum Wasserhaushalt haben gezeigt, dass zukünftig eine neue Wasserressource mit einem anderen Risikoprofil erschlossen werden muss. Nachfolgend werden verschiedene Möglichkeiten für einen zusätzlichen Wasserbezugsort beschrieben. Ein grösstmöglicher Nutzen für die Region kann nur erreicht werden, wenn eine Wasserressource mit anderem Risikoprofil erschlossen wird. Durch die verschiedenen Risikoprofile ist die Wasserversorgung breit aufgestellt und bei Problemen fallen nicht alle Wasserbezugsorte gleichzeitig aus. Daher wird in diesem Bericht auf zusätzliche Varianten, welche bereits

während der Bearbeitungsphase dieser Studie ausgeschlossen wurden, nicht weiter eingegangen (Bezug Gottmadingen erhöhen, Bezug Rielasingen, neue Quellfassungen, Grundwasserkonzessionen erhöhen).

5.2.1 Variante Anschluss an bestehendes Seewasserwerk

Das nächstgelegene bestehende Seewasserwerk liegt in Steckborn (TG). Erste Vorabklärungen mit dem Kanton Thurgau haben ergeben, dass beim Seewasserwerk Steckborn momentan keine Kapazität für neue Bezüger besteht, aber gegebenenfalls mit einem Ausbau des Seewasserwerkes die notwendige Kapazität geschaffen werden könnte. Im Kanton Thurgau werden momentan auch regionale Wasserversorgungsplanungen gemacht. Es zeichnen sich ebenfalls Versorgungsengpässe ab und langfristig ist ein Ausbau des Seewasserwerkes wahrscheinlich. Wann und in welchem Umfang ein allfälliger Ausbau des Seewasserwerkes Steckborn durchgeführt würde, ist jedoch noch nicht bekannt. Neben dem Ausbau des Seewasserwerkes müsste auch eine Transportleitung von Steckborn bis Mammern (ca. 4 km) erbaut werden und eventuell weitere Leitungen ausgebaut werden, um die nötige Kapazität erreichen zu können. Es müsste mit den umliegenden Gemeinden abgeklärt werden, ob allfällige Synergien, z.B. beim Bau von Transportleitungen genutzt werden können. Beim Anschluss an ein bestehendes Seewasserwerk wird der zeitliche Rahmen von den Standortgemeinden und vom Standortkanton vorgegeben und kann nur wenig beeinflusst werden.

5.2.2 Variante Neubau eines Seewasserwerkes

Nicht nur die Gemeinden im oberen Kantonsteil werden zukünftig unter der Wasserknappheit leiden, sondern auch einige der umliegenden Gemeinden in Deutschland (z.B. Öhningen) und im Kanton Thurgau (z.B. Wagenhausen). Gemeinsam mit weiteren Gemeinden aus der Region könnte auch ein neues Seewasserwerk am Bodensee erbaut werden. Die Nutzung von Seewasser bedingt eine vergleichsweise aufwändige Aufbereitung des Rohwassers (z.B. Ultrafiltration – Ozonung – Aktivkohlefilter – UV-Desinfektion). Der Bau eines Seewasserwerkes ist daher nur wirtschaftlich, wenn sich weitere Wasserversorgungen daran beteiligen, damit eine genügend grosse Kapazität gebaut werden kann. Eine Zusammenarbeit über die Region oberer Kantonsteil hinaus wäre hierfür notwendig.

5.2.3 Variante Neubau Anlage für Uferfiltrat Rhein

Ein Neubau einer Anlage zur Förderung von Uferfiltrat vom Rhein ist eine weitere Option für eine zusätzliche Wasserressource, welche schon für die Behebung der Fehlmenge vom oberen Kantonsteil sinnvoll betrieben werden kann. Flusswasser vom Rhein wird durch das Gestein im Uferbereich filtriert und dann mit einem Brunnen gefördert. Das Wasser muss danach mindestens mit einer UV-Desinfektion aufbereitet werden. Allenfalls ist eine weitere Aufbereitung z.B. mit Ultrafiltration und zudosierter Pulveraktivkohle notwendig. Mittels Ultrafiltration und Pulveraktivkohle können unerwünschte Stoffe und Mikroorganismen wie z.B. Pathogene und Pestizidrückstände entfernt werden.

Eine solche Wassergewinnungsanlage könnte zum Beispiel im Uferbereich zwischen Hemishofen und Ramsen erstellt werden. Zur Anlage würde auch ein Pumpwerk und eine Transportleitung ans bestehende Wasserversorgungsnetz gehören, um das Wasser z.B. ins Reservoir Signal zu fördern, von wo es dann an die verschiedenen Gemeinden verteilt werden kann.

5.2.4 Vergleich Varianten Wasserbeschaffung

Ein qualitativer Vergleich der verschiedenen Varianten für eine neue Wasserbeschaffung ist in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: Qualitativer Vergleich für die verschiedenen Varianten für eine zusätzliche Wasserressource.

	Seewasserwerk		Uferfiltrat
	Anschluss	Neubau	
Zuverlässigkeit	++	++	+
Wasserqualität	++	++	++
Wasserquantität	++	++	+
Unterschiedliches Risikoprofil	++	++	+
Zeit- und Koordinationsbedarf bis Realisierung	--	--	+
Komplexität Betrieb (Aufbereitung)	-	-	+
Abhängigkeit von Nachbarversorgungen	--	--	++

Die Variante Uferfiltrat bietet den Vorteil, dass die Wasserbeschaffung regional gelöst werden kann und damit weniger Abhängigkeiten von anderen Versorgungen bestehen. Durch den kleineren Koordinationsaufwand und die weniger komplexe Aufbereitung kann eine Anlage für Uferfiltrat-Gewinnung schneller realisiert werden als die Optionen für ein Seewasserwerk. Da schon im Planungsziel 1 eine relevante Fehlmenge besteht, darf dieses Kriterium nicht vernachlässigt werden. Ein Seewasserwerk bietet im Gegenzug den Vorteil, dass die Ausbaukapazität bezüglich Menge grösser ist und durch die zusätzliche Verbindung mit anderen Wasserversorgungen der Umgebung wird die Versorgungssicherheit weiter gestärkt.

Die Entscheidung, welche Variante weiterverfolgt werden soll, hängt stark von der Gewichtung der verschiedenen Kriterien ab. Als nächster Schritt soll für die Bestvariante eine Machbarkeitsstudie erarbeitet werden.

5.2.5 Grobkostenschätzung

Sämtliche Grobkostenschätzungen beruhen auf Überschlagsberechnungen und Vergleichen mit ähnlichen, schon ausgeführten Objekten und sind daher approximativ. Die Kosten können wegen Standortfragen, Landkäufen, sonstigen Grundlagen und Rahmenbedingungen stark abweichen. Sie geben lediglich ein Bild über die Grössenordnung der zu erwartenden Aufwendungen. Die Mehrwertsteuer ist jeweils nicht enthalten. Als Preisbasis gilt Juni 2022.

Die Kosten für den Bezug von einem Seewasserwerk zu schätzen, übersteigt den Rahmen dieser Studie. Je nachdem, wie viele weitere Wasserversorgungen sich an einem Anschluss oder einem Neubau beteiligen würden, schwanken die Kosten für die einzelnen Wasserversorgungen stark. Je mehr Gemeinden sich an einem Seewasserwerk beteiligen, desto tiefer fallen die Kosten pro m³ Wasser aus.

Für den Bau einer Wassergewinnungsanlage für Uferfiltrat mit einer einfachen Aufbereitung (Ultrafiltration mit zudosierter Pulveraktivkohle) ergibt eine Grobkostenschätzung Kosten von

ungefähr 1.5 Mio. Franken.

Bei allen Varianten müssen auch noch Transportleitungen neu erbaut werden. Grob kann bei Transportleitungen mit einem Preis von 1'000 Franken pro Laufmeter gerechnet werden.

5.2.6 Zuströmbereiche

Für die regional unverzichtbaren Grundwasserpumpwerke sollen durch den Kanton Zuströmbereiche ausgeschieden werden. Um Verunreinigungen zu verhindern müssen Massnahmen im Zuströmbereich umgesetzt werden und finanzielle Entschädigungen für Mindererträge durch eine angepasste landwirtschaftliche Bewirtschaftung definiert werden. Dies betrifft die folgenden Grundwasserpumpwerke:

- GWPW Etwilen, Stein am Rhein
- GWPW Seewadel, Hemishofen
- GWPW Wilen, Ramsen

5.3 ORGANISATORISCHE MASSNAHMEN

5.3.1 Verträge

Es bestehen verschiedene Verträge mit Nachbarversorgungen, welche unrealistische Liefermengen enthalten. Die Verträge mit den angrenzenden Wasserversorgungen sollen überprüft werden und soweit angepasst werden, dass die Verträge der heutigen Situation entsprechen und damit realistische Wasserlieferungen vereinbart werden, mit denen bei Bedarf tatsächlich gerechnet werden kann. Weiter sollen die Verträge langfristig abgeschlossen werden und realistische Kündigungsfristen enthalten.

5.3.2 Gründung eines Zweckverbandes

In den letzten Jahren sind die Anforderungen an den Betrieb und Unterhalt von Wasserversorgungen stetig gestiegen (z.B. Qualitätssicherung). Der Aufwand und die Verantwortung, um eine Wasserversorgung zu betreiben, dürfen nicht unterschätzt werden (Pikettdienst etc.). Mit der Gründung eines Zweckverbandes kann der technische und administrative Personaleinsatz optimiert werden. Durch den gezielten Einsatz der personellen Ressourcen kann ein professioneller Betrieb und Unterhalt gemäss dem Stand der Technik langfristig sichergestellt werden. Das weitere Vorgehen bezüglich der Wasserversorgung im oberen Kantonsteil kann koordiniert angegangen werden. Auch im Zusammenhang mit dem Klimawandel ist eine engere Zusammenarbeit von besonderer Bedeutung. Bei Engpässen kann mit einem Zweckverband für die gesamte Bevölkerung einer Region eine gerechte und bestmögliche Versorgung gewährleistet werden.

Die Wasserinfrastruktur (Bauwerke zur Wassergewinnung, Speicherung und regional genutzte Transportleitungen) ist im Besitz vom Zweckverband und dieser soll die Wasserversorgung ebenfalls unterhalten und betreiben. Es werden verschiedene Verbandsorgane definiert (z.B. Verbandsbehörde, Betriebskommission, Rechnungsprüfungskommission) welche sich jeweils aus Vertreter und Vertreterinnen der verschiedenen Gemeinden zusammensetzen. Im Kanton Schaffhausen wurden bereits gute Erfahrungen mit solchen Zweckverbänden gemacht.

6 SCHLUSSFOLGERUNG UND EMPFEHLUNG

Die Studie zum oberen Kantonsteil hat gezeigt, dass die Wasserqualität auch in Zukunft eine Herausforderung für die Wasserversorgungen darstellen wird. In Zukunft muss auch mit regionaler Vernetzung, sowohl im Störfall wie auch im Spitzenbedarf, mit Fehlmengen gerechnet werden. Die Erschliessung eines neuen Wasserbezugsortes mit einem anderen Risikoprofil ist daher notwendig, um auch in Zukunft die Wasserversorgung zuverlässig sicherstellen zu können.

Als Möglichkeiten für eine zusätzliche Wasserressource bietet sich ein Seewasserwerk oder eine Wassergewinnung mit Uferfiltrat (Rhein) an, da diese ein anderes Risikoprofil aufweisen und auch in Trockenperioden genügend Wasser liefern können. Die Entscheidung für eine der verschiedenen Varianten hängt von der Gewichtung der Entscheidungskriterien ab. Im Rahmen des Vernehmlassungsprozesses werden die Gemeinden aufgefordert, die verschiedenen Varianten zu priorisieren. Anschliessend soll eine Machbarkeitsstudie für die regional bevorzugte Variante erstellt werden. Obwohl eine neue Wasserressource erschlossen werden soll, ist es wichtig, dass auch die bestehende Infrastruktur (Quellen, Grundwasserpumpwerke) weiterhin unterhalten und genutzt wird.

Die Zusammenarbeit unter den Gemeinden soll weiter verstärkt werden und die Wasserversorgung soll zukünftig durch einen Zweckverband organisiert werden. Wichtig ist auch hier, dass die Verbindungen zu Nachbarversorgungen nicht aufgegeben werden und auch in Zukunft periodisch überprüft wird, ob zusätzliche Verbindungen sinnvoll wären.

Falls die hier vorgeschlagenen Massnahmen in den nächsten Jahren umgesetzt werden, ist die Region oberer Kantonsteil gut gerüstet, um die zukünftigen Herausforderungen in der Wasserversorgung zu meistern.

Zürich, 26.10.2022.2022

HOLINGER AG



Simon Streit
Geschäftsbereichsleiter Wasserversorgung, Zürich
simon.streit@holinger.com
+41 44 288 81 14



Angelika Hess
Projektingenieurin
angelika.hess@holinger.com
+41 44 288 81 47

LITERATURVERZEICHNIS

- [1] BAFU (Hrsg.) 2021: Auswirkungen des Klimawandels auf die Schweizer Gewässer. Hydrologie, Gewässerökologie und Wasserwirtschaft. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 2101: 134 S.
- [2] BAFU (Hrsg.) 2019: Zustand und Entwicklung Grundwasser Schweiz. Ergebnisse der Nationalen Grundwasserbeobachtung NAQUA, Stand 2016. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt Zustand Nr. 1901: 138 S.
- [3] KVU-Ost – Konferenz der Vorsteher der Umweltämter der Ostschweiz und des Fürstentums Liechtensteins 2018: Leitfaden GWP 2017 Mit Pflichtenheft für Ingenieurarbeiten, Zürich
- [4] Bericht Bewässerungsprojekt Bibertal, Bewässerungsgenossenschaft Bibertal (BGB), Juli 2016
- [5] Bundesamt für wirtschaftliche Landesversorgung BWL und Bundesamt für Umwelt BAFU, Sicherstellung der Trinkwasserversorgung in schweren Mangellagen, August 2021

ANHANG 1

ZUSTANDSBEURTEILUNG SCHLÜSSELINFRASTRUKTUR

WASSERVERSORGUNG BUCH

Stufenspumpwerk Hard

Q: 3'300 L/min

Förderhöhe: 95 m

Höhe: ca. 425 m ü. M.

Baujahr: 1985 (seit 1996 als Stufenspumpwerk)

Renovation: 2011

Kommentare/Baulicher Zustand: Das Pumpwerk wurde ursprünglich als Grundwasserpumpwerk gebaut und wird seit 1996 als Stufenspumpwerk für den Bezug von Gottmadingen genutzt.

Die Pumpen sind in einem guten Zustand, das Gebäude und die Leitungen müssen mittelfristig saniert werden.

Fotos:



Reservoir Rauhenberg 2

Max. Wasserspiegel: 520.50 m ü. M.

Brauchreserve: 120 m³

Löschreserve: 200 m³

Baujahr: 2011

Renovation: -

Kommentare/Baulicher Zustand: Guter baulicher Zustand

Fotos:



Quellwasserpumpwerk Moos

Q:	124 L/min
Förderhöhe:	103 m
Baujahr:	1985
Renovation:	2011
Kommentare/Baulicher Zustand:	80 m ³ Stapelvolumen Guter baulicher Zustand

Quellwasser von Moos und Rauhenberg fließen hier zusammen. Falls zu viel Quellwasser zufließt, wird das Wasser der Quelle Moos in den Verwurf geleitet (Quelle Moos hat schlechtere Wasserqualität).

Fotos:



WASSERVERSORGUNG RAMSEN

Grundwasserpumpwerk Wilen

Q:	1'000 L/min
Förderhöhe:	110 m
Grundwasserspiegel:	ca. 405.28 m ü. M.
Baujahr:	1945
Renovation:	2000

Kommentare/Baulicher Zustand: Der Grundwasserbrunnen wird sehr stark genutzt und beansprucht. Sand in der Fassung und sogar bis ins Verteilnetz deuten auf eine starke Nutzung und fehlenden Unterhalt des Grundwasserbrunnens hin. Momentan wird einmal pro Jahr Sand aus dem Brunnen gepumpt.

Da die Wasserversorgung auf das Wasser des Grundwasserpumpwerkes angewiesen ist, ist eine Sanierung des Grundwasserpumpwerkes schwierig.

Bis anhin war eine umfassende Zustandsbeurteilung des Brunnens nicht möglich. Nach Inbetriebnahme der Verbindung mit Hemishofen kann der Zustand des Brunnens anhand einer Kamerabefahrung genauer beurteilt und basierend darauf ein Sanierungskonzept erarbeitet werden.

Fotos:



Reservoir Ruhergetenbuck

Max. Wasserspiegel: 520.50 m ü. M.

Brauchreserve: 700 m³

Löschreserve: 300 m³

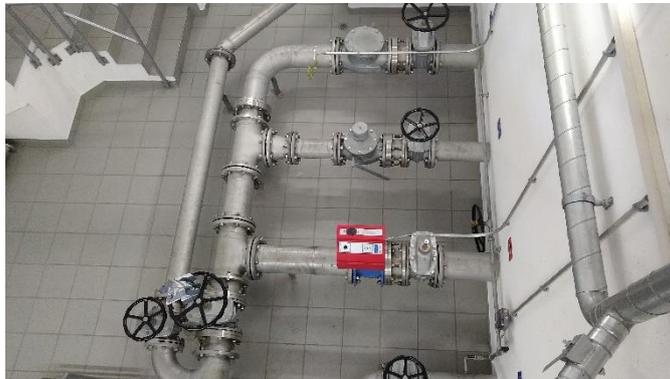
Baujahr: 1948

Renovation: 2001

Kommentare/Baulicher Zustand: Guter baulicher Zustand

Zustand: Der Unterhalt des Reservoirs ist auf Grund des hohen Wasserverbrauches schwierig, das restliche Reservoirvolumen ist nicht ausreichend, um die Schwankungen abzufangen.

Fotos:



WASSERVERSORGUNG HEMISHOFEN

Grundwasserpumpwerk Seewadel

Q:	400 L/min (im Parallelbetrieb ungefähr 500 l/min)
Förderhöhe:	
Grundwasserspiegel:	ca. 405.8 m ü. M.
Baujahr:	1951/1975
Renovation:	2015
Kommentare/Baulicher Zustand:	Guter baulicher Zustand
Zustand:	Die Schutzzonen wurden 2017 neu ausgedient

Fotos:



Reservoir Signal

Max. Wasserspiegel: 493.20 m ü. M.

Brauchreserve: 150 m³

Löschreserve: 150 m³

Baujahr: 2013

Renovation: -

Kommentare/Baulicher Zustand: Guter baulicher Zustand

Zustand: Die Quellen Kressenberg wurden 2016 saniert.

Fotos:



Stufenpumpwerk Schützenhaus

Q: 1200 L/min

Förderhöhe: 47 m

Baujahr: 2015

Renovation: -

Kommentare/Baulicher Zustand: Die Pumpen fördern Wasser von Stein am Rhein nach Hemishofen. Von Hemishofen fliesst das Wasser ohne Druckreduzierung nach Stein am Rhein.

Die Pumpen sind im Schützenhaus in einem separaten Raum untergebracht.

Fotos:



WASSERVERSORGUNG STEIN AM RHEIN

Grundwasserpumpwerk Etwilen

Q: 3'000 L/min

Förderhöhe: 47 m

Grundwasserspiegel: ca. 434 m ü. M.

Baujahr: 2012

Renovation: -

Kommentare/Baulicher Zustand: Guter baulicher Zustand.

Zustand: Das Grundwasserpumpwerk liegt auf dem Gebiet der Gemeinde Wagenhausen (TG).

Das Wasser aus dem GWPW Etwilen wird grösstenteils im Reservoir Süd gemischt.

Fotos:



Reservoir Stein Süd

Max. Wasserspiegel: 470.50 m ü. M.

Brauchreserve: 1000 m³

Löschreserve: 350 m³

Baujahr: 1995

Renovation: -

Kommentare/Baulicher Zustand: Guter baulicher Zustand

Fotos:



Reservoir Erle

Max. Wasserspiegel: 470.50 m ü. M.
Brauchreserve: 1120 m³
Löschreserve: -
Baujahr: 2016
Renovation: -
Kommentare/Baulicher Zustand: Guter baulicher Zustand

Fotos:



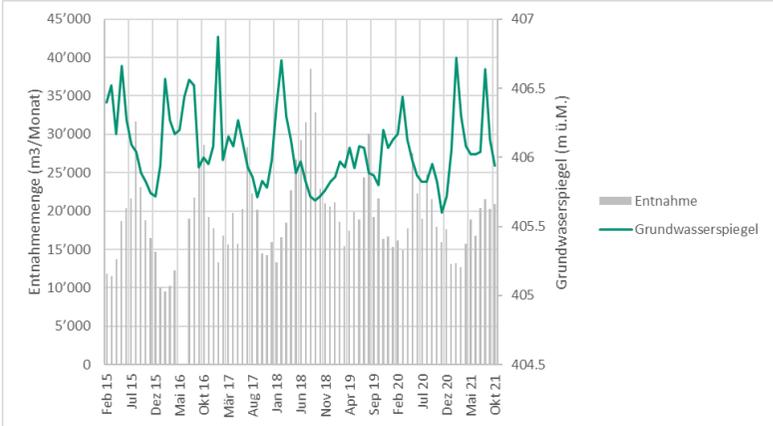
ANHANG 2

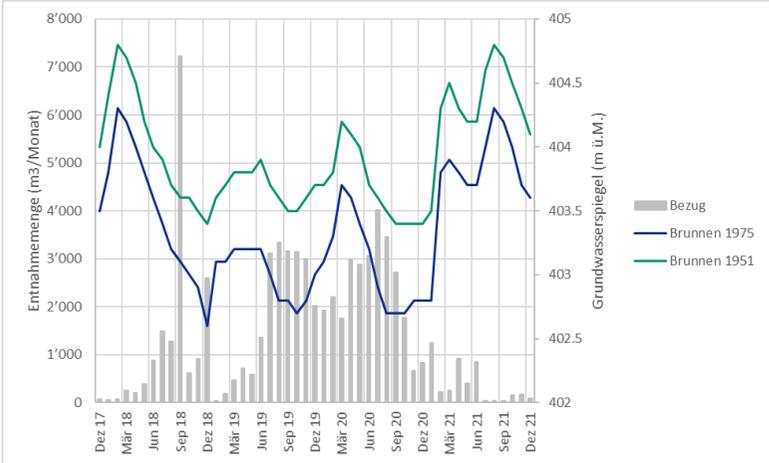
VORHANDENE WASSERRESSOURCEN

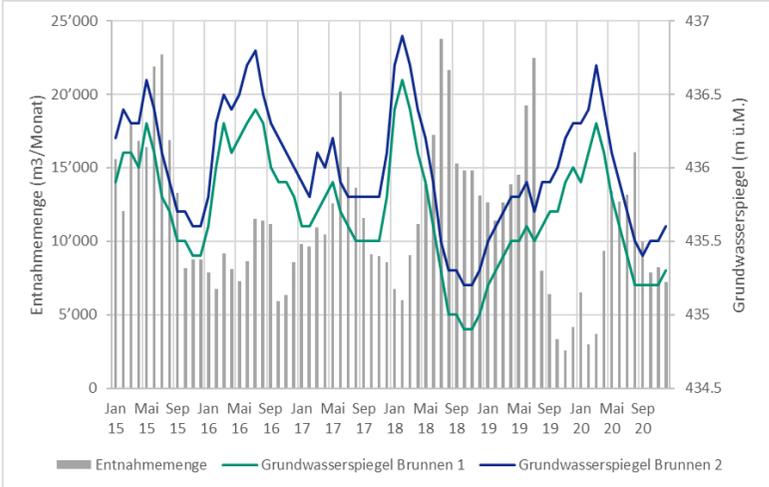
Quellen

Ort	Name	Schutzzone	Bemerkungen
Buch	Moos	ok	Tiefe Schüttung in trockenen Jahren
	Rauhenberg	ok	Tiefe Schüttung in trockenen Jahren
Ramsen	Bartellen	Veraltet, Anpassung ist für nach der Sanierung der Quellen geplant	Tiefe Schüttung in trockenen Jahren Keine Trübungsmessung und UV-Anlage Zukünftig müssen höchstwahrscheinlich 10 L/min der Quellschüttung an ein Moor abgegeben werden.
Hemishofen	Kressenberg	Privatrechtliche Vereinbarung statt Schutz-zonen, da die Quellen in Deutschland liegen	Tiefe Schüttung in trockenen Jahren Keine UV-Anlage
Stein am Rhein	BS Erle	In Bearbeitung (ausgeschieden, müssen noch umgesetzt werden)	Keine UV-Anlage
	Omisbüel	In Bearbeitung (ausgeschieden, müssen noch umgesetzt werden)	Keine UV-Anlage

Grundwasser

Ort	Name	Konzession			Schutzzone	Bemerkungen
		L/min	m ³ /d	m ³ /Jahr		
Ramsen	Wilten	1'000			ok	<p>Konzession läuft bis 2029</p> <p>Momentan wird der Zuströmbereich ausgeschieden</p> <p>Grundwasserspiegel erholte sich erst 2021 wieder von den trockenen Jahren 2018 und 2019</p>  <p>Die Konzession wurde an einzelnen Tagen überschritten und auch im Juli 2018 zu 86% ausgeschöpft.</p>

Hemishofen	Seewadel	450	540	150'000	ok	<p>Konzession läuft bis 2049</p> <p>Von den 540 m³/d sind 150 m³/d für Stein am Rhein reserviert.</p> <p>Grundwasserspiegel erholte sich erst 2021 wieder von den trockenen Jahren 2018 und 2019</p>  <p>Die jährliche Konzessionsmenge wurde nicht ausgeschöpft.</p> <p>Im Maximum wurden 226 m³/d von den konzessionierten 540 m³/d gefördert</p>
------------	----------	-----	-----	---------	----	--

Stein am Rhein	Etwilen	3'000		370'000	ok	<p>Nach dem trockenen Sommer 2018 erholte sich der Grundwasserspiegel nur langsam. Im Jahr 2019 wurde weniger Wasser vom GWPW Etwilen bezogen, da vermehrt Wasser von Wagenhausen zum Mischen bezogen wurde.</p>  <p>Die konzessionierte Jahresmenge wurde in den letzten Jahren nicht genutzt. Im Maximum wurden 670 m³/d von den konzessionierten 4320 m³/d gefördert.</p>
----------------	---------	-------	--	---------	----	---

Verträge mit Nachbarversorgungen

Bezeichnung	Jahr	Vertragspartner		Menge			Vertragsende und Kündigungsbedingungen	Sonstiges
				L/min	m³/d	m³/Jahr		
Vertrag zwischen der Wasserkorporation Wagenhausen, nachfolgend auch WKW genannt und der Wasserversorgung Stein am Rhein, vertreten durch den Stadtrat Stein am Rhein, nachfolgend auch WVS genannt über die Abgabe von Überschusswasser	1974	WV Stein am Rhein	Wasserkorporation Wagenhausen		800	250'000	2024, wird er nicht 5 Jahre zuvor gekündigt, verlängert sich der Vertrag um 10 Jahre, 5 Jahre Kündigungsfrist	Vorbehalten bleibt die Deckung des Eigenbedarfs der WKW Falls die GW-Gewinnungsstätte Rheinklingen ausfällt, ist die WKW berechtigt, ihren Wasserbedarf als gleichberechtigten Partner aus dem GW-Gebiet Etwilen zu decken Die Erfahrung hat jedoch gezeigt, dass Wagenhausen selbst auch zu wenig Wasser hat und realistischerweise bei Trockenheit mit maximal 200 m³/d gerechnet werden kann.
Wasserlieferungsvertrag über die Lieferung von Trinkwasser in Notlagen	2013	Stadt Stein am Rhein	Wasserversorgung Seerücken West und Gemeinde Eschenz		500		1 Jahr Kündigungsfrist	Bereitstellung und Lieferung von Trinkwasser in Notlagen von Reservoir Hörnli über die WV Eschenz nach Stein am Rhein Realistischerweise kann nur mit 0 m³/d bei Trockenheit gerechnet werden.
Wasserlieferungsvertrag	2020	Gemeinde Buch	Gemeinde Gottmadingen		80	12'000	12 Monate Kündigungsfrist auf Jahresende	Mindestabnahme 365 m³/Jahr In den letzten Jahren wurde die Maximalmenge von 80 m³/d mehrmals überschritten.

ANHANG 3

WASSERHAUSHALT

Betriebszustände Bilanzen pro Wasserversorgung

Normalbetrieb:

- Bedarf: Durchschnittlicher Bedarf pro Einwohner mit Jahresdurchschnittswerten aus den Jahren 2015-2021. Für PZ 1 und PZ 2 wurde der durchschnittliche Pro-Kopf-Verbrauch mit den prognostizierten Einwohnerzahlen multipliziert.
- Quellertrag: Jahresdurchschnittswerte der Jahre 2015-2021
- Grundwasser:
 - Maximale Tagesfracht, falls in der Konzession vorgegeben (GWPW Seewadel)
 - Jahresfracht/365, falls in der Konzession eine Jahresfracht gegeben (GWPW Etwilen)
 - Konzessionierte Fördermenge (l/min) bei einer Förderdauer von 22 h/d (GWPW Wilen)
- Verträge mit Nachbarsversorgungen: Vertraglich vereinbarte Menge (Buch) oder erwartete Menge basierend auf Erfahrungswerten (Stein am Rhein). Keine Wassermenge, falls nur Vertrag für Notsituationen.

Spitzenbetrieb:

- Bedarf: Maximaler Tagesbedarf pro Einwohner aus den Messwerten der Jahre 2015-2021. Für PZ 1 und PZ 2 wurde der maximale Pro-Kopf-Verbrauch mit den prognostizierten Einwohnerzahlen multipliziert.
- Quellen: Tiefster Monatsmittelwert für die Quellschüttung der Jahre 2015-2021
- Grundwasser:
 - Maximale Tagesfracht, falls in der Konzession vorgegeben (GWPW Seewadel)
 - Konzessionierte Fördermenge (l/min) bei einer Förderdauer von 22 h/d (GWPW Wilen und Etwilen)
- Verträge mit Nachbarsversorgungen: Vertraglich vereinbarte Menge (Buch) oder erwartete Menge basierend auf Erfahrungswerten (Stein am Rhein)

Störfall:

- Bedarf: Durchschnittlicher Bedarf pro Einwohner mit Jahresdurchschnittswerten aus den Jahren 2015-2021. Für PZ 1 und PZ 2 wurde der durchschnittliche Pro-Kopf-Verbrauch mit den prognostizierten Einwohnerzahlen multipliziert.
- Quellertrag: Jahresdurchschnittswerte der Jahre 2015-2021

- Verträge mit Nachbarsversorgungen: Vertraglich vereinbarte Menge (Buch) oder erwartete Menge basierend auf Erfahrungswerten (Stein am Rhein)

Resultate Wasserbilanzen pro Wasserversorgung

Tabelle 4: Wasserbilanz für die Gemeinde Buch

WV Buch						
Index	Planungswert	Einheit	Planungshorizont			
			Z0 2021	Z1 (ca. 2030)	Z2 (ca. 2050)	
(1)	Einwohner	E	320	320	330	
Spez. Wasserverbrauch						
(2)	Mittl. spez. Tagesbedarf	q _m	l/E/d	309	309	309
(3)	Max. spez. Tagesbedarf	q _{max}	l/E/d	756	756	756
(4)=(2)/(1)	Spitzenwertfaktor (q _{max} /q _m)	f _{d,max}	-	2.4	2.4	2.4
Wasserbedarf						
(5)=(1)*(2)	Mittlerer. Tagesbedarf	Q _m	m ³ /d	99	99	102
(6)=(1)*(3)	Max. Tagesbedarf	Q _{max}	m ³ /d	242	242	250
Wasserdargebot						
(7)	Quellwasser Rauhenberg	Q _{min}	m ³ /d	17	17	17
(8)		Q _{mittel}	m ³ /d	32	32	32
(9)		Q _{Stör}	m ³ /d	32	32	32
(10)	Quellwasser Moos	Q _{min}	m ³ /d	37	37	37
(11)		Q _{mittel}	m ³ /d	58	58	58
(12)		Q _{Stör}	m ³ /d	0	0	0
(13)	Gottmadingen	Q _{opt}	m ³ /d	80	80	80
Bilanz*						
(14)=(8)+(11)+ (14)-(5)	Normalbetrieb		m ³ /d	71	71	68
(15)=(7)+(10)+ (14)-(6)	Spitzenbetrieb		m ³ /d	-108	-108	-116
(16)=(9)+(14)- (5)	Störfall		m ³ /d	13	13	10

* Positiver Wert entspricht Reserve, negativer Wert Fehlmenge

Tabelle 5: Wasserbilanz für die Gemeinde Ramsen

WV Ramsen						
Index	Planungswert		Einheit	Planungshorizont		
				Z0 2021	Z1 (ca. 2030)	Z2 (ca. 2050)
(1)	Einwohner		E	1'528	1'600	1'800
Spez. Wasserverbrauch						
(2)	Mittl. spez. Tagesbedarf	q _m	l/E/d	494	494	494
(3)	Max. spez. Tagesbedarf	q _{max}	l/E/d	1'133	1'133	1'133
(4)=(2)/(1)	Spitzenwertfaktor (q _{max} /q _m)		f _{d,max}	-	2.3	2.3
Wasserbedarf						
(5)=(1)*(2)	Mittlerer. Tagesbedarf	Q _m	m ³ /d	740	790	888
(6)=(1)*(3)	Max. Tagesbedarf	Q _{max}	m ³ /d	1'699	1'812	2'039
Wasserdargebot						
(7)	Quellwasser Bartellen	Q _{min}	m ³ /d	94	84	84
(8)		Q _{mittel}	m ³ /d	132	118	118
(9)		Q _{Stör}	m ³ /d	132	132	132
(10)	GWPW Wilen	Q _{Normal}	m ³ /d	1'320	1'320	1'320
(11)		Q _{Spitzen}	m ³ /d	1'320	1'320	1'320
(12)		Q _{Stör}	m ³ /d	0	0	0
Bilanz*						
(13)=(8)+(10)-(5)	Normalbetrieb		m ³ /d	712	648	549
(14)=(7)+(11)-(6)	Spitzenbetrieb		m ³ /d	-285	-408	-635
(15)=(9)-(5)	Störfall **		m ³ /d	-608	-658	-756

* Positiver Wert entspricht Reserve, negativer Wert Fehlmenge

** Ohne Verbindungsleitung mit Hemishofen

Tabelle 6: Wasserbilanz für die Gemeinde Hemishofen

Wasserversorgung Hemishofen						
Index	Planungswert		Einheit	Planungshorizont		
				Z0 2021	Z1 (ca. 2030)	Z2 (ca. 2050)
(1)	Einwohner		E	468	530	600
Spez. Wasserverbrauch						
(2)	Mittl. spez. Tagesbedarf	q_m	l/E/d	315	315	315
(3)	Max. spez. Tagesbedarf	q_{max}	l/E/d	701	701	701
(4)=(2)/(1)	Spitzenwertfaktor (q_{max}/q_m)		$f_{d,max}$	-	2.2	2.2
Wasserbedarf						
(5)=(1)*(2)	Mittlerer. Tagesbedarf	Q_m	m ³ /d	147	167	189
(6)=(1)*(3)	Max. Tagesbedarf	Q_{max}	m ³ /d	328	371	421
Wasserdargebot						
(7)	Quellwasser Kressenberg	Q_{min}	m ³ /d	99	99	99
(8)		Q_{mittel}	m ³ /d	146	146	146
(9)		$Q_{Stör}$	m ³ /d	146	146	146
(10)	GWPW Seewadel	Q_{Normal}	m ³ /d	390	390	390
(11)		$Q_{Spitzen}$	m ³ /d	390	390	390
(12)		$Q_{Stör}$	m ³ /d	0	0	0
Bilanz*						
(13)=(8)+(10)-(5)	Normalbetrieb		m ³ /d	389	369	347
(14)=(7)+(11)-(6)	Spitzenbetrieb		m ³ /d	161	118	68
(15)=(9)-(5)	Störfall		m ³ /d	-1	-21	-43

* Positiver Wert entspricht Reserve, negativer Wert Fehlmenge

Tabelle 7: Wasserbilanz für die Gemeinde Stein am Rhein

WV Stein am Rhein						
Index	Planungswert	Einheit	Planungshorizont			
			Z0 2021	Z1 (ca. 2030)	Z2 (ca. 2050)	
(1)	Einwohner	E	3'600	3'937	4'804	
Spez. Wasserverbrauch						
(2)	Mittl. spez. Tagesbedarf	q_m	l/E/d	229	229	229
(3)	Max. spez. Tagesbedarf	q_{max}	l/E/d	676	676	676
(4)=(2)/(1)	Spitzenwertfaktor (q_{max}/q_m)	$f_{d,max}$	-	2.9	2.9	2.9
Wasserbedarf						
(5)=(1)*(2)	Mittlerer. Tagesbedarf	Q_m	m ³ /d	790	902	1'100
(6)=(1)*(3)	Max. Tagesbedarf	Q_{max}	m ³ /d	2'330	2'660	3'246
Wasserdargebot						
(7)	Quellwasser BS Erle	Q_{min}	m ³ /d	246	246	246
(8)		Q_{mittel}	m ³ /d	263	263	263
(9)		$Q_{Stör}$	m ³ /d	263	263	263
(10)	Quellwasser Ornisbüel	Q_{min}	m ³ /d	20	20	20
(11)		Q_{mittel}	m ³ /d	24	24	24
(12)		$Q_{Stör}$	m ³ /d	24	24	24
(13)	GWPW Etwilen	Q_{Normal}	m ³ /d	1'014	1'014	1'014
(14)		$Q_{Spitzen}$	m ³ /d	3'960	3'960	3'960
(15)		$Q_{Stör}$	m ³ /d	0	0	0
(16)	Wagenhausen	Q_{opt}	m ³ /d	200	200	200
(17)	Hemishofen	Q_{opt}	m ³ /d	150	150	150
(18)	Seerücken West und Eschenz	Q_{opt}	m ³ /d	0	0	0
Bilanz*						
(19)=(8)+(11)+ (13)-(5)	Normalbetrieb		m ³ /d	511	399	201
(20)=(7)+(10)+ (14)+(16)+ (18)-(6)	Spitzenbetrieb		m ³ /d	386	56	-530
(21)=(9)+(12)+ (16)+(17)+ (18)-(5)	Störfall		m ³ /d	-153	-265	-463

* Positiver Wert entspricht Reserve, negativer Wert Fehlmenge

Betriebszustände und Szenarien regionale Wasserbilanzen

Für die regionale Wasserbilanz wurden 6 Betrachtungszustände mit 7 Szenarien kombiniert. Nachfolgend werden die Annahmen für die Betrachtungszustände und die Szenarien definiert.

Betrachtungszustände

Normalbetrieb:

- Gleiche Annahmen wie für die Wasserbilanzen für die einzelnen Wasserversorgungen

Ausfall GWPW Etwilen:

- Bedarf: Durchschnittlicher Bedarf pro Einwohner mit Jahresdurchschnittswerten aus den Jahren 2015-2021. Für PZ 1 und PZ 2 wurde der durchschnittliche Pro-Kopf-Verbrauch mit den prognostizierten Einwohnerzahlen multipliziert.
- Quellertrag: Jahresdurchschnittswerte der Jahre 2015-2021
- Grundwasser:
 - Maximale Tagesfracht, falls in der Konzession vorgegeben (GWPW Seewadel)
 - Konzessionierte Fördermenge (l/min) bei einer Förderdauer von 22 h/d (GWPW Wilen)
 - 0 m³/d für das GWPW Etwilen
- Verträge mit Nachbarsversorgungen: Vertraglich vereinbarte Menge (Buch) oder erwartete Menge basierend auf Erfahrungswerten (Stein am Rhein)

Wegfall Biber-Grundwasser

- Bedarf: Durchschnittlicher Bedarf pro Einwohner mit Jahresdurchschnittswerten aus den Jahren 2015-2021. Für PZ 1 und PZ 2 wurde der durchschnittliche Pro-Kopf-Verbrauch mit den prognostizierten Einwohnerzahlen multipliziert.
- Quellertrag: Jahresdurchschnittswerte der Jahre 2015-2021
- Grundwasser:
 - Maximale Tagesfracht, falls in der Konzession vorgegeben (GWPW Seewadel)
 - Konzessionierte Fördermenge (l/min) bei einer Förderdauer von 22 h/d (GWPW Etwilen)
 - 0 m³/d für das GWPW Seewadel und Wilen
- Verträge mit Nachbarsversorgungen: Vertraglich vereinbarte Menge (Buch) oder erwartete Menge basierend auf Erfahrungswerten (Stein am Rhein)

Nur Wasser mit Nitrat < 25 mg/L

- Bedarf: Durchschnittlicher Bedarf pro Einwohner mit Jahresdurchschnittswerten aus den Jahren 2015-2021. Für PZ 1 und PZ 2 wurde der durchschnittliche Pro-Kopf-

Verbrauch mit den prognostizierten Einwohnerzahlen multipliziert.

- Quellertrag: Jahresdurchschnittswerte der Jahre 2015-2021
- Grundwasser:
 - Da alle Grundwasserfassungen zu hohe Nitratwerte aufweisen für alle GWPWs 0 m³/d
- Verträge mit Nachbarsversorgungen: Vertraglich vereinbarte Menge (Buch), keine Lieferung von Wagenhausen oder Seerücken West

Nur Wasser mit Nitrat < 40 mg/L

- Bedarf: Durchschnittlicher Bedarf pro Einwohner mit Jahresdurchschnittswerten aus den Jahren 2015-2021. Für PZ 1 und PZ 2 wurde der durchschnittliche Pro-Kopf-Verbrauch mit den prognostizierten Einwohnerzahlen multipliziert.
- Quellertrag: Jahresdurchschnittswerte der Jahre 2015-2021
- Grundwasser:
 - 0 m³/d für GWPW Etwilen und Wilen
 - Maximale Tagesfracht für GWPW Seewadel
- Verträge mit Nachbarsversorgungen: Vertraglich vereinbarte Menge (Buch), keine Lieferung von Wagenhausen oder Seerücken West

Nur Wasser ohne Pestizidbelastung:

- Bedarf: Durchschnittlicher Bedarf pro Einwohner mit Jahresdurchschnittswerten aus den Jahren 2015-2021. Für PZ 1 und PZ 2 wurde der durchschnittliche Pro-Kopf-Verbrauch mit den prognostizierten Einwohnerzahlen multipliziert.
- Quellertrag: Jahresdurchschnittswerte der Jahre 2015-2021
 - 0 m³/d für die Quellen Moos und Kressenberg, da Chlorothalonilmetaboliten in Konzentrationen > 0.1 µg/L gemessen wurden
- Grundwasser:
 - 0 m³/d für alle GWPW, da Chlorothalonilmetaboliten in Konzentrationen > 0.1 µg/L gemessen wurden
- Verträge mit Nachbarsversorgungen: Vertraglich vereinbarte Menge (Buch), keine Lieferung von Wagenhausen oder Seerücken West

Szenarien

Gleichbleibender Verbrauch:

- Der pro-Kopf-Verbrauch bleibt konstant. Eine Zunahme des Wasserverbrauches wird durch eine Bevölkerungszunahme bedingt.

Verbrauch + 10%:

- Der pro-Kopf-Verbrauch nimmt um 10% zu.

Verbrauch -10%:

- Der pro-Kopf-Verbrauch nimmt um 10% ab.

Sommertag KVV-OST:

- Verbrauch: Mittelwert zwischen mittlerem und maximalem Verbrauch
- Quellen: 20% Quantil der Monatsmittel

Quellen -10%:

- Der Quellertrag nimmt um 10% ab

Quellen und Grundwasser -10%:

- Der Quellertrag nimmt um 10% ab
- Die Grundwassermenge nimmt 10% ab

Quellen und Grundwasser -10%, Verbrauch +10%:

- Der pro-Kopf-Verbrauch nimmt um 10% zu
- Der Quellertrag nimmt um 10% ab
- Die Grundwassermenge nimmt 10% ab

Resultate regionale Wasserbilanzen

Nachfolgend werden die Abbildungen für die verschiedenen Betrachtungszustände gezeigt.

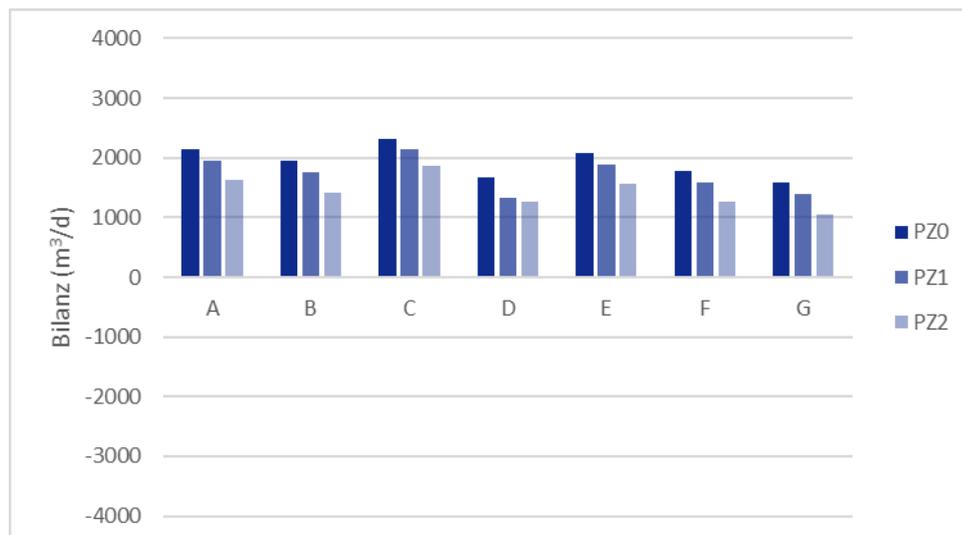


Abbildung 5: Wasserbilanz für den Normalbetrieb für die verschiedenen Szenarien A: gleichbleibender Verbrauch, B: Verbrauch +10%, C: Verbrauch -10%, D: Sommertag, E: Quellertrag -10%, F: Quell- und Grundwasserertrag -10%, G: Quell- und Grundwasserertrag -10% & Verbrauch +10%

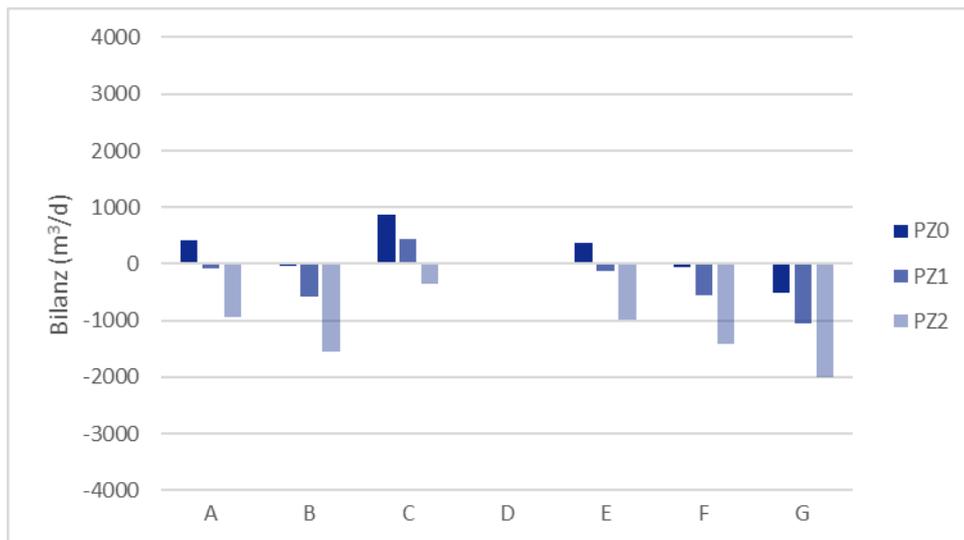


Abbildung 6: Wasserbilanz für den Spitzenbedarf für die verschiedenen Szenarien A: gleichbleibender Verbrauch, B: Verbrauch +10%, C: Verbrauch -10%, D: Sommertag, E: Quellertrag -10%, F: Quell- und Grundwasserertrag -10%, G: Quell- und Grundwasserertrag -10% & Verbrauch +10%

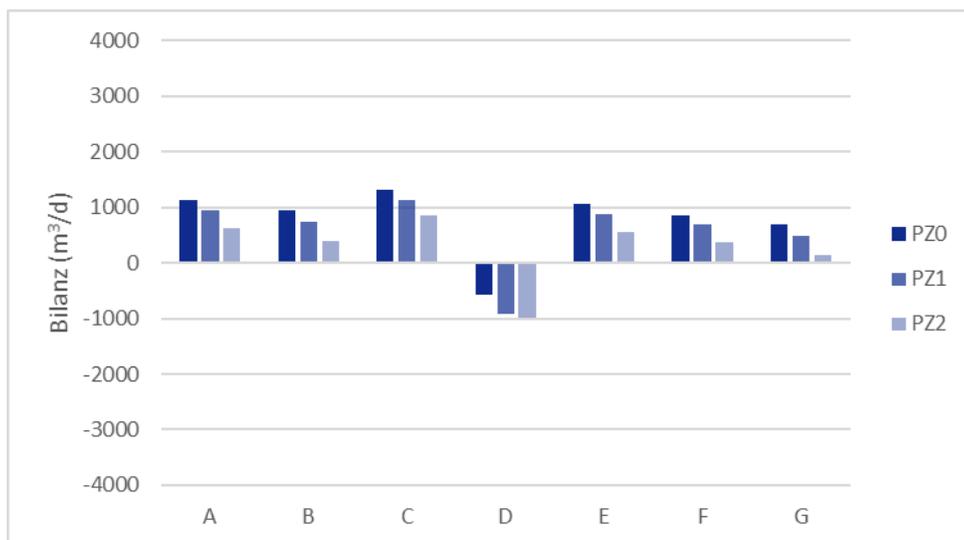


Abbildung 7: Ausfall des GWPW Etwilen für die verschiedenen Szenarien A: gleichbleibender Verbrauch, B: Verbrauch +10%, C: Verbrauch -10%, D: Sommertag, E: Quellertrag -10%, F: Quell- und Grundwasserertrag -10%, G: Quell- und Grundwasserertrag -10% & Verbrauch +10%

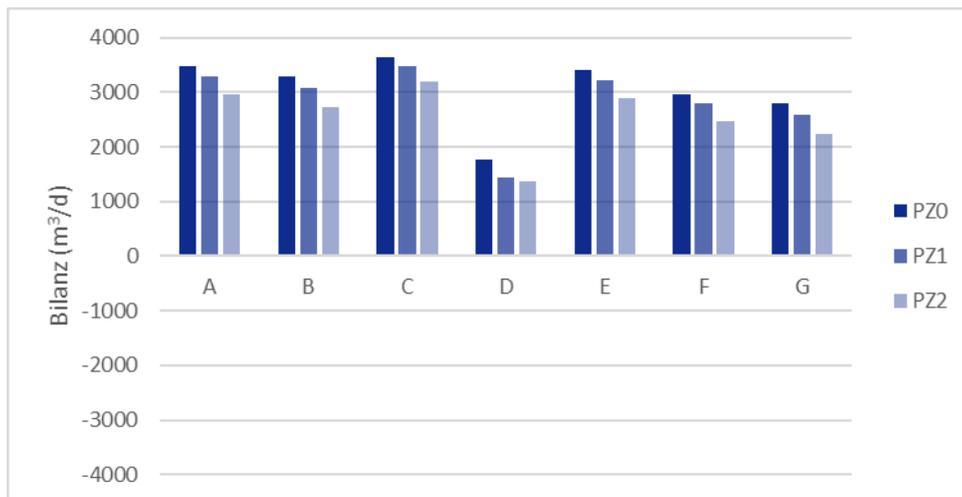


Abbildung 8: Wegfall des Biber-Grundwassers für die verschiedenen Szenarien A: gleichbleibender Verbrauch, B: Verbrauch +10%, C: Verbrauch -10%, D: Sommertag, E: Quellertrag -10%, F: Quell- und Grundwasserertrag -10%, G: Quell- und Grundwasserertrag -10% & Verbrauch +10%

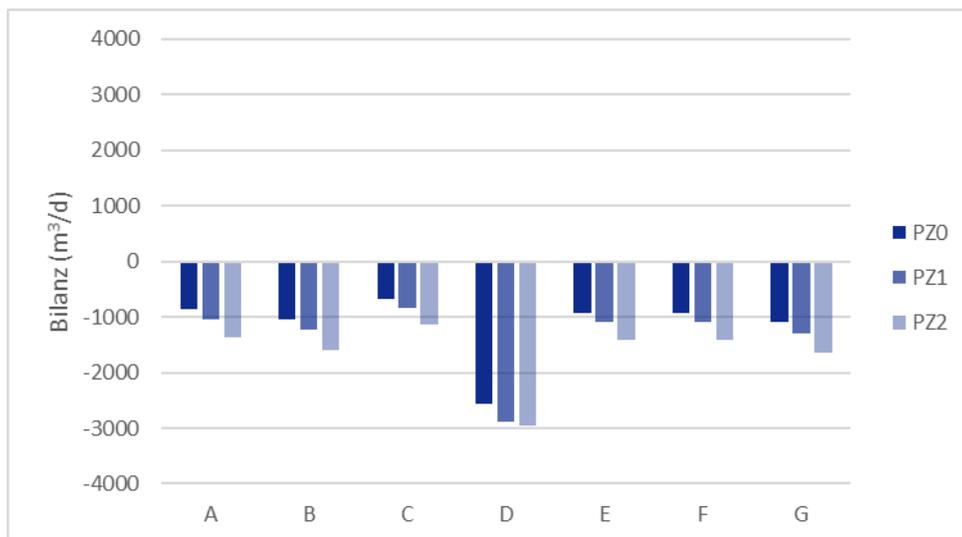


Abbildung 9: Nur Wasser mit Nitrat < 25 mg/L für die verschiedenen Szenarien A: gleichbleibender Verbrauch, B: Verbrauch +10%, C: Verbrauch -10%, D: Sommertag, E: Quellertrag -10%, F: Quell- und Grundwasserertrag -10%, G: Quell- und Grundwasserertrag -10% & Verbrauch +10%

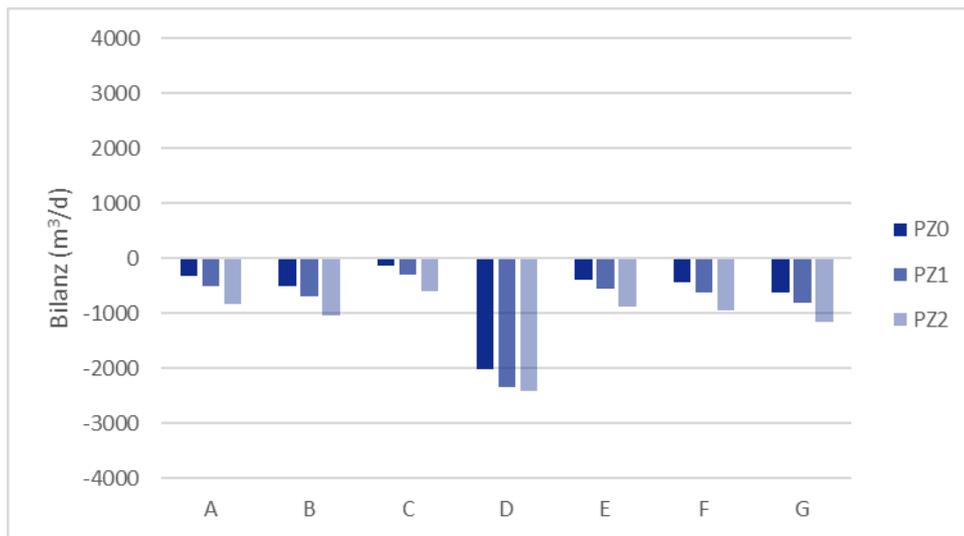


Abbildung 10: Nur Wasser mit Nitrat < 40 mg/L für die verschiedenen Szenarien A: gleichbleibender Verbrauch, B: Verbrauch +10%, C: Verbrauch -10%, D: Sommertag, E: Quellertrag -10%, F: Quell- und Grundwasserertrag -10%, G: Quell- und Grundwasserertrag -10% & Verbrauch +10%

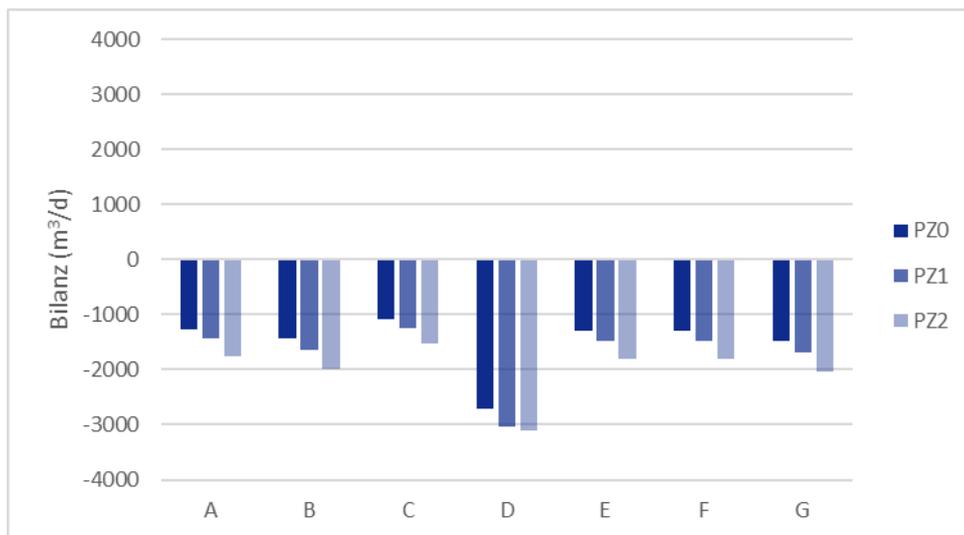


Abbildung 11: Nur Wasser ohne Pestizidrückstände für die verschiedenen Szenarien A: gleichbleibender Verbrauch, B: Verbrauch +10%, C: Verbrauch -10%, D: Sommertag, E: Quellertrag -10%, F: Quell- und Grundwasserertrag -10%, G: Quell- und Grundwasserertrag -10% & Verbrauch +10%