

Umweltverband WWF Österreich
Ottakringer Straße 114-116, 1160 Wien

Wirkfaktorenabschätzung

zur Trink- und Nutzwasserversorgung im Ötztal
unter klimatisch bedingter Dargebots- und Bedarfsänderungen
und der geplanten Wasserentnahme für das
Ausbauprojekt KW Kaunertal

Datum: 15.05.2023

Proj.Nr.: 021-4012-03_23



Projekt Wasser – Umwelt und Infrastruktur GmbH
Ingenieurbüro für Kulturtechnik und Wasserwirtschaft
Döblinger Hauptstraße 95/5, A-1190 Wien
office@projektwasser.at - FN 533358a – ATU75561401

Inhaltsverzeichnis

1. Allgemeines	3
1.1. Projektbezeichnung	3
1.2. Auftraggeberin	3
1.3. Begriffsdefinitionen	3
1.4. Gegenstand und Zielsetzung	3
2. Methodik	5
2.1. Datengrundlage	5
2.2. Aktuelle Untersuchungen	6
2.3. Rechtliche Vorgaben	6
2.3.1. <i>Vorgaben des Rahmenplan Tiroler Oberland</i>	6
2.3.2. <i>Wasserrechtsgesetz</i>	7
2.4. Projektierte Maßnahmen des Ausbauprojekt KW Kaunertal	7
2.5. Betrachtungszeitraum	7
3. Regionale Klimaentwicklung	9
3.1. Prognose der saisonalen Temperaturänderung für den Alpenraum	9
3.2. Prognose der saisonalen Temperaturänderung für den Alpenraum	9
3.3. Regionale Jahresmitteltemperaturen	10
3.4. Regionale Jahressonnenscheindauer	12
3.5. Regionaler Jahresniederschlag	13
3.6. Regionale Entwicklungsprognose	13
4. Wasserbedarf	14
4.1. Bevölkerungs- und Tourismusentwicklung	14
4.2. Wasserrechte	15
4.2.1. <i>Quellentnahmen</i>	17
4.2.2. <i>Bachentnahmen (exkl. Wasserkraft, exkl. Wärme/Kühlung)</i>	17
4.2.3. <i>Entnahmen aus dem Porengrundwasserkörper</i>	18
5. Wasserdargebot	19
5.1. Niederschlag	19
5.2. Neuschnee	21
5.3. Quellschüttung und Quelltemperatur	22
5.4. Durchfluss	24
5.5. Gletscher	27
5.6. Interpretation Abflussregime	29
6. Erfahrungsbericht lokaler Wasserversorger	32

7. Maßnahmen Ausbauprojekt KW Kaunertal	33
7.1. Wasserfassung – Unterbrechung des Porengrundwasserkörpers	33
7.2. Stollenbau - Tunnelwasser	33
7.3. Geplante Wasserentnahmen	34
7.3.1. <i>Abflussreduktion</i>	34
7.3.2. <i>Kolmatierung der Gewässersohle</i>	35
7.3.3. <i>Eingriffssensibilität der hydrologischen und geohydrologischen Verhältnisse</i>	36
8. Zusammenfassung	37
8.1. Klimatisch bedingter Rückgang des Dargebotes	37
8.2. Statistisch belegte und klimatisch bedingte Zunahme des Wasserbedarfs.....	38
8.3. Alternative Entnahmemöglichkeiten.....	38
8.4. Wirkfaktoren bzw. Risikofaktoren des Ausbauprojekt KW Kaunertal	39
8.5. Trinkwasservorbehalt – Rahmenplan Tiroler Oberland	39
8.6. Mindestumfang der Wirkfaktorenanalyse	39
8.7. Schlussfolgerungen und Empfehlungen.....	40
9. Quellen	41

1. Allgemeines

1.1. Projektbezeichnung

Wasserversorgung im Ötztal im Klimawandel
und bei Entnahmen für das Ausbauprojekt KW Kaunertal
Wirkfaktorenabschätzung

1.2. Auftraggeberin

Umweltverband WWF Österreich
Ottakringer Straße 114-116
1160 Wien

1.3. Begriffsdefinitionen

- Abflussregime (nach Pardé): charakterisiert den jahreszeitlichen Verlauf des Gewässerabflusses
 - glaziales: Die Gletscherschmelze trägt im Sommer zur Erhöhung der Abflüsse bei und weist einen deutlichen Tagesgang auf, je höher der Gletscheranteil im Einzugsgebiet, desto deutlicher.
 - nivales: Fester Niederschlag im Winter trägt erst in der Übergangszeit bei einsetzender Schneeschmelze zur Abflussbildung bei.
 - pluviales: Regenereignisse bestimmen maßgebend die Abflussverhältnisse
- Grundwasserkörper:
 - Kluftgrundwasserkörper: Grundwasserkörper in den Klüften und Störungszonen des Kristallin
 - Porengrundwasserkörper: Grundwasserkörper in den Poren des Lockergesteins
 - Karstgrundwasserkörper: Grundwasserkörper im Karst also in Verwitterungsformen von Kalkgestein
- Exfiltration: Austritt von Grundwasser in das Gewässerbett eines Oberflächengewässers
- Infiltration: Versickerung von Bachwasser aus einem Oberflächengewässer über die benetzte Gewässersohle in das Grundwasser (Uferbegleitstrom)
- Uferbegleitstrom: über die Gewässersohle infiltriertes Bachwasser, der als zusammenhängender Wasserkörper dem Bachverlauf folgt
- Abflussamplitude: Spitze bzw. Scheitel der Abflusswelle

1.4. Gegenstand und Zielsetzung

Der **Klimawandel** scheint die Situation der **Trink- und Nutzwasserversorgung im Ötztal** in mehrfacher Hinsicht zu betreffen:

- Intensivierung der Regenereignisse (Starkregen) und der Trockenphasen:
Abgesehen von der wachsenden pluvialen und fluvialen Hochwassergefahr, die hier nicht thematisiert wird, können solche Trockenphasen das Wasserdargebot schmälern.
- Temperaturerwärmung, Intensivierung der Hitzephasen:
Höhere Temperaturen im Sommer erhöhen den Bedarf sowohl der Trinkwasser- als auch Nutzwasserentnahmen.
- Gletscherrückgang – Änderung des Abflussregimes:
Die Temperaturerwärmung bewirkt seit Jahren einen Rückzug der Gletscher. Die sommerliche Gletscherschmelze stellt eine Verlagerung der festen Winterniederschlagsmengen in die warmen Sommermonate dar, die den sommerlichen Abfluss der Oberflächengewässer prägen. Dieser Effekt wird nach anfänglicher Verstärkung durch erhöhtes Abschmelzen reduzieren, bis er vollständig zum Erliegen kommt nach Aufzehrung des Gletschereises.

Glazial dominierte Abflussregime werden zu nival/pluvialen Regimen mit entsprechenden Änderungen des zeitlichen Dargebots.

- Gletscherrückgang – Änderung des Kleinklimas:
Weiters wirken Fallwinde aus dem Gletscherfeld kühlend entlang der Tallinie; dieser kühlende Effekt wird mit dem Gletscherrückgang ebenfalls schwinden und somit die o.g. Temperaturerwärmung noch verstärken.

Die **Entwicklung von Bedarf und Dargebot** sind auf lange Sicht **gegenläufig**. Folglich werden **alternative Entnahmen als Ergänzung** schwindender Bestandsentnahmen und Ausgleich erhöhten Bedarfs zukünftig erforderlich sein. Solche alternativen Entnahmen können sein:

- Weitere Quelfassungen am Kluftgrundwasserkörper
- Zusätzliche Brunnen im Porengrundwasserkörper der Talböden
- Bachwasserentnahmen und direkte Aufbereitung bzw. Versickerung und gezielte Dotation der o.g. Porengrundwasserkörper

Die geplante **Entnahme für das Ausbauprojekt KW Kaunertal** rückt diese geänderten Rahmenbedingungen für die Wasserversorgung im Ötztal in den Fokus. Zusätzlich zu den gezeigten Effekten des Klimawandels kommen die geplanten Auswirkungen auf den Gebietswasserhaushalt durch das Ausbauprojekt KW Kaunertal:

- Mögliche Drainagierung des Grundwasserkörpers entlang des Bergdurchstichs und Degradierung der lokalen Kluftgrundwasserkörper und lokaler Wasserentnahmen
- Trennung des Kluft- und Porengrundwasserkörpers vom Außeneinzugsgebiet der Wasserfassungen und somit Reduktion der Grundwassererneuerung
- Reduktion des Bachabflusses infolge der Wasserentnahme und somit verringerte Dotation des Uferbegleitstromes, Degradierung der Porengrundwasserkörper in den Talböden
- Reduktion der Bachwasserinfiltration in den Porengrundwasserkörper infolge geringerer Abflüsse und erhöhter Ablagerungen und Verstopfung/Kolmatierung der Bachsohle
- Reduktion künftiger Wasserentnahmen aus dem Porengrundwasserkörper infolge der Abtrennung des Außeneinzugsgebietes, reduzierter Abflüsse in den Hauptgewässern und Ablagerungen in der Gewässersohle
- Reduktion künftiger Flusswasserentnahmen infolge der geplanten Wasserentnahmen
- Reduktion des Bachabflusses und somit weitere Reduktion der kühlenden Wirkung entlang der Tallinie und Verstärkung der Temperaturerwärmung

Das Ausbauprojekt KW Kaunertal scheint also geeignet zu sein, negative Effekte des Klimawandels zu verstärken (Reduktion des Dargebots und Erhöhung des Bedarfs) und alternative Wasserentnahmemöglichkeiten zu schmälern und somit die Sicherung zukünftigen Wasserbedarfs einzuschränken.

2. Methodik

2.1. Datengrundlage

Zur Abschätzung der oben genannten Wirkfaktoren wurden bestehende öffentliche Daten des Hydrographischen Dienstes, des Umweltbundesamt, des Amtes der Tiroler Landesregierung und der Statistik Austria als auch die konkreten Messdaten eines Wasserversorgers im Ötztal untersucht.

Tabelle 1: Datengrundlage

Daten	Herkunft	Details
Messstelle Niederschlag [mm] & Neuschnee [cm]	Hydrographischer Dienst	Sölden HZB-Nummer: 201276 Zeitraum: 1971-2018
Messtellen Durchfluss [m³/s]	Hydrographischer Dienst	Pegel: Vent, Obergurgl, Huben HZB-Nummer: 201350, 201376, 201392 Zeitraum: 1967-2018, 1966-2018, 1976-2018
Messstelle Quellschüttung & Quelltemperatur	Hydrographischer Dienst	HZB-Nummer: Hochebenkarquelle 396283 Zeitraum 2009 - 2019
CORINE-Landbedeckung 1990 und 2018	Umweltbundesamt GmbH	Erhebungszeitraum 1985-1986 und 2017-2018 Nomenklatur: Level 3 (28/41 Klassen in oe.), 25 ha kleinste beruecksichtigte Flaecheneinheit (MMU), Lambert-Projektion, Format: ESRI Shape File, Maßstab: 1:100.000, Credits: Umweltbundesamt & EEA
Gesamtgewässernetz Fließgewässer (Routen)	- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft (BML)	Geographische Ausdehnung WGS84: POLYGON (17.16639 49.01875 9.53357 46.40749) Zeitliche Ausdehnung (Anfang) 31. Januar 2020, 01:00 (UTC+01:00)
Gesamtgewässernetz Basiseinzugsgebiete	- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft (BML)	Basiseinzugsgebiete aus dem Datenbestand des Gesamtgewässernetz Österreich (GGN); Grundlage für Aggregation zu HZB-Einzugsgebieten und HZB-Flussgebieten
Wasserinformationen Wasserrechte	Tirol: Amt der Tiroler Landesregierung - Tiris	verliehenen Wasserrechte: Quellen, Entnahmen, Wehre
Tourismus Statistik	Amt der Tiroler Landesregierung	Tourismus in Tirol, Zeitreihen für Gemeinden, Bezirke und Tourismusverbände: Zeitreihe Ankünfte und Nächtigungen - Sommersaison & Wintersaison 2000 - 2022
Bevölkerung	Statistik Austria	Statistik des Bevölkerungsstandes. Erstellt am 14.02.2023. Bevölkerung zu Jahresbeginn nach Gemeinden seit 2002 (Gebietsstand 1.1.2022)

2.2. Aktuelle Untersuchungen

Weiters wurden aktuelle Untersuchungen zu den Auswirkungen des Klimawandels für die gegenständliche Wirkfaktorenabschätzung herangezogen.

- HISTALP Jahresbericht 2022, ZAMG:
Die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) erfasst in der Datenbank HISTALP (Historical Instrumental Climatological Surface Time Series Of The Greater Alpine Region) Klimadaten und wertet diese aus.
- Agriculture and the Threat of Water Scarce in Alpine Regions, ALP-WATER-SCARCE 2012, AWI – Bundesanstalt für Agrarwirtschaft:
Im Rahmen des IPCC 2007 wurden die Folgen des Klimawandels auf die Agrarwirtschaft untersucht und Gegenstrategien entwickelt.
- Grundwasserneubildung in alpinen Gebieten, Modellbasierte Ermittlung und Einschätzung der Vulnerabilität auf klimabedingte Veränderungen, Christian Reszler, Till Harum, Peter Reichl, 2016:
Die Studie untersucht Grundwasserneubildung und Grundwasserabfluss in alpinen Gebieten Südösterreichs und versucht die Auswirkungen des Klimawandels auf die Grundwasserreserven zu quantifizieren.

2.3. Rechtliche Vorgaben

2.3.1. *Vorgaben des Rahmenplan Tiroler Oberland*

In § 9 des Rahmenplan Tiroler Oberland werden die Auswirkungen der Wasserkraft auf „Grundwasser, Quellen und Wasserversorgung“ thematisiert.

- Unter anderem ist für das Ötztal eine Mindestvorbehaltsmenge „...für den kommunalen Trink- und Brauchwasserbedarf – ausgenommen Beschneigungswasser...“ von 100 l/s festgelegt.
- Zu erwartende Bergwasserzutritte sind zu ermitteln und gegebenenfalls die erforderlichen Abdichtungsmaßnahmen vorzusehen.
- Vor Baubeginn der Wasserkraftanlagen ist „...im jeweils betroffenen Gebiet ein umfassendes Beweissicherungsprogramm zur Dokumentation des qualitativen und quantitativen Zustandes der von Baumaßnahmen betroffenen Berg- und Grundwasserkörper, vor allem aber der Quellen und sonstiger Wasseraustritte zu erstellen.“
- Sollte im Betrieb der Anlage festgestellt werden, dass es – trotz der oben genannten Vorkehrungen des Rahmenplan Tiroler Oberland – doch zu einer „...unvorhergesehenen quantitativen oder qualitativen Beeinträchtigung bestehender Grund- und Quellwassernutzungen kommt, sind Notversorgungsmaßnahmen für die in den von geplanten Vorhaben betroffenen Gebieten bestehenden Wasserversorgungsanlagen vorzusehen. Solche Notversorgungsmaßnahmen sind in den Einreichunterlagen „darzustellen“.
- Weiters sieht der Rahmenplan vor, dass „falls erforderlich...nach Abstimmung mit den Planungsdienststellen des Landes ...konkrete Vorbehaltsmengen...unter Berücksichtigung von Bevölkerungswachstum zu ermitteln“ sind. Dies hat im Zuge der „Einreich- oder Ausführungsplanung sowie im Rahmen allfälliger Bewilligungs- oder Genehmigungsverfahren...“ zu erfolgen.

Im Wirkfaktorenbericht Hydrologie sind diese Vorgaben nicht behandelt; der Rahmenplan Tiroler Oberland wird nur in 01.04.03.02 und 05.02.01.03 behandelt im Zusammenhang mit den Schwallverhältnissen im Inn.

In der Anlagenbeschreibung wird der Rahmenplan Tiroler Oberland ausschließlich einmal in der Zusammenfassung des „Technischen Gesamtkonzeptes“ 01.01.01 erwähnt, und zwar im Zusammenhang mit der Schwallreduzierung im Inn.

2.3.2. Wasserrechtsgesetz

In §13 WRG wird das zulässige Maß der Wasserbenutzung festgelegt.

- Gemäß Abs. 1 ist u.a. „...beim Grundwasser auch auf seine natürliche Erneuerung...Bedacht zu nehmen.“
- Gemäß Abs. 3 dürfen Maß und Art der Wasserbenutzung „keinesfalls“ das erforderliche Wasser“ für die Abwendung von Feuergefahren, für sonstige öffentliche Zwecke oder des Haus- und Wirtschaftsbedarf“ der Bewohner entzogen werden.
- Gemäß Abs. 4 ist die Benutzung derart zu beschränken, dass „ein Teil des jeweiligen Zuflusses zur Erhaltung des ökologischen Zustandes des Gewässers sowie für andere, höherwertige Zwecke, insbesondere solche der Wasserversorgung, erhalten bleibt.“

Eine Quantifizierung der Dotierwasserabgabe aus gewässerökologischer Sicht ist in den Projektsunterlagen vorhanden; Vorgaben zu einem „Trinkwasservorbehalt“ sind den Unterlagen jedoch nicht zu entnehmen.

2.4. Projektierte Maßnahmen des Ausbauprojekt KW Kaunertal

Der gegenständlichen Untersuchung wurden Annahmen zum Ausbauprojekt KW Kaunertal zugrunde gelegt, die auf übliche bauliche Standards zur Wasserfassung und Stollenbau und auf zulässige anteilige Wasserentnahmen gemäß Qualitätszielverordnung zugrunde gelegt.

Eckdaten des Ausbauprojekts wurden der Homepage der TIWAG entnommen (<https://www.tiwag.at/unternehmen/unsere-kraftwerke/ausbauvorhaben/ausbau-kaunertal/>).

2.5. Betrachtungszeitraum

Wasserkraftanlagen, wie jenes des Ausbauprojekts KW Kaunertal, sind gemeinhin auf bis zu 100 Jahre Lebensdauer ausgelegt; die wasserrechtliche Bewilligung wird voraussichtlich auf 90 Jahre ausgestellt. Die Planungsannahmen und -voraussetzungen einer solchen Anlage werden sich innerhalb dieser langen Lebensdauer mit aller Wahrscheinlichkeit ändern; sowohl zur effizienten Anlagenauslegung als auch zur umfassenden Wirkfaktorenuntersuchung sind solche Änderungen der Planungsparameter zu berücksichtigen.

Da der Klimawandel zumindest in der Wissenschaft als Faktum betrachtet wird und umfangreiche Studien zur Temperaturerhöhung, Änderung der Niederschlagsverhältnisse und den besagten Gletscherrückgang vorliegen, sind diese Änderungen der Rahmenbedingungen für solche Wasserkraftanlagen absehbar und folglich auch zu berücksichtigen.

Unter anderem unterliegen folgende Parameter bzw. Wirkfaktoren einem laufenden Änderungsprozess:

- Auftauen von Permafrost – Erhöhte Geschiebefracht
- Bedarfszuwachs insbesondere Tourismus
- Gletscherrückgang: Amplitudenverschiebung in den Frühsommer, geringere Amplitude (Abflussrückgang), Änderung des Abflussregimes
- Niederschlagsrückgang Frühling bis Herbst bzw. ganzjährig in Höhen < 2000 m ü.A.
- Temperaturerhöhung und vermehrte Sonnenstunden: Gletscherrückgang, erhöhter Wasserbedarf (Trink-, Nutzwasser, Bewässerungen, Beschneigung)

Da die gegenständliche Untersuchung auf die Wasserversorgung des Ötztals fokussiert und solche Anlagen teilweise unbefristet (zB die Tiefbrunnenanlage Kirchberg der WVA Sölden und WVA Moos-Platten) bewilligt sind, ist auch die Versorgungssicherheit dieser Wasserversorgungsanlagen nicht anhand statischer sondern absehbar veränderlicher Rahmenbedingungen zu bewerten.

Die vorhandenen Prognosen der Gletscherentwicklung sind bis ins Jahr **2050** geführt. Aus diesem Grund wird der Betrachtungszeitraum in gegenständlicher Untersuchung ebenso bis in dieses Jahr erstreckt.

Nichtsdestotrotz sollte eine Anlagenplanung zumindest der Lebensdauer bzw. dem Bewilligungszeitraum entsprechen, was im Falle des Ausbauprojekts Kaunertal voraussichtlich zumindest 2100 sein wird.

3. Regionale Klimaentwicklung

3.1. Prognose der saisonalen Temperaturänderung für den Alpenraum

Der Bericht des ALP-WATER-SCARCE zeigt in seinen Temperaturprognosen für den Alpenraum generell eine deutliche Zunahme der mittleren Temperaturen mit wesentlichen saisonalen Unterschieden. Für die Öztalener Alpen ist in den Wintermonaten Dezember bis Februar eine Erwärmung von rd. + 2 bis + 2,5 °C abzulesen, in den Sommermonaten Juni bis August bis zu + 3,5 °C.

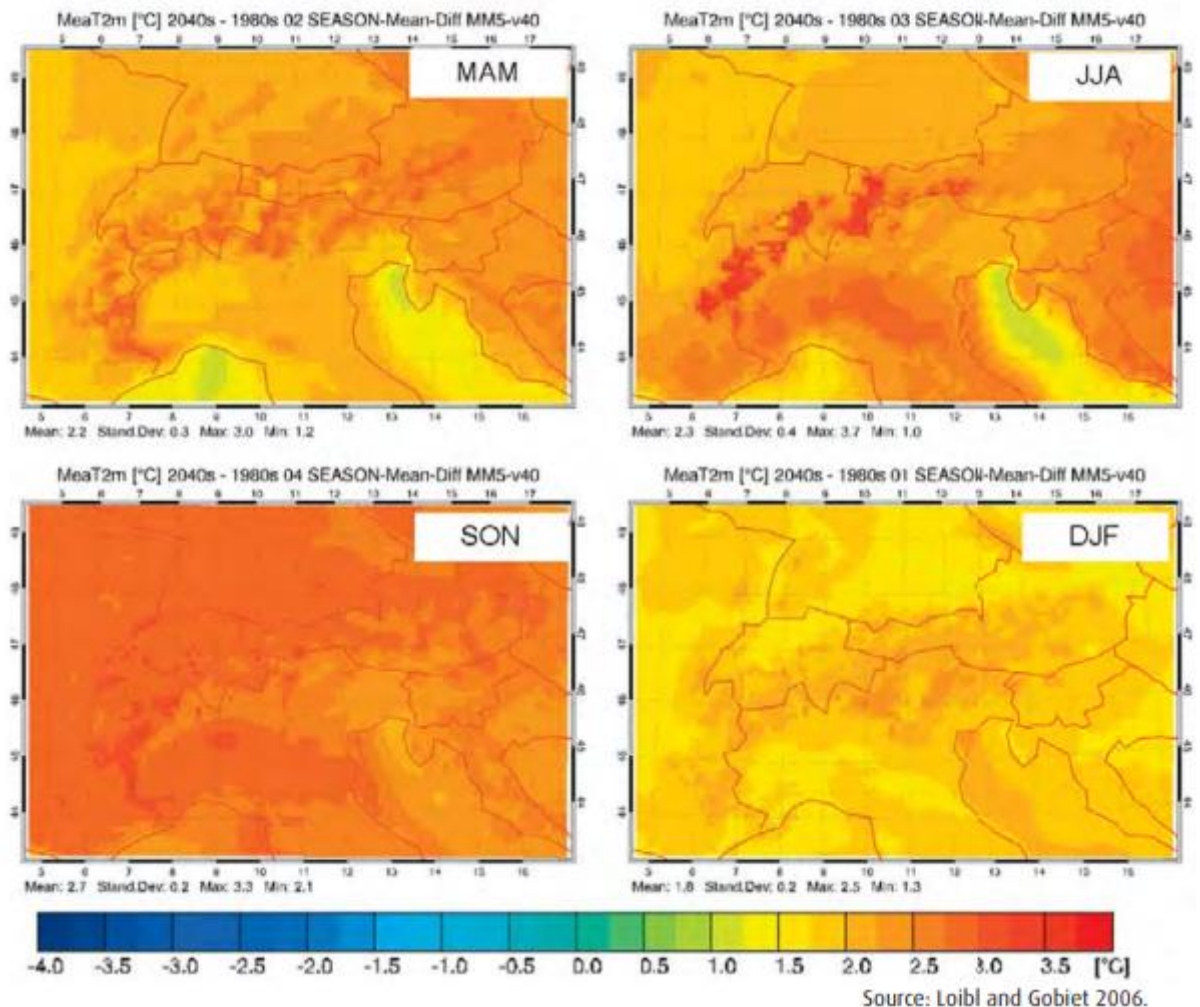


Abbildung 1: Saisonale Änderungen der mittleren Temperaturen von 1980 bis 2040 (© ALP-WATER-SCARCE 2012)

3.2. Prognose der saisonalen Temperaturänderung für den Alpenraum

Der Bericht des ALP-WATER-SCARCE prognostiziert weiters für den Alpenraum saisonal bedingte Änderung des mittleren Niederschlags. Für die Öztalener Alpen ist in den Wintermonaten Dezember bis Februar eine leichte Zunahme von max. rd. + 10 % abzulesen, im restlichen Jahrgang eine Abnahme um bis zu - 10 bis -20 %.

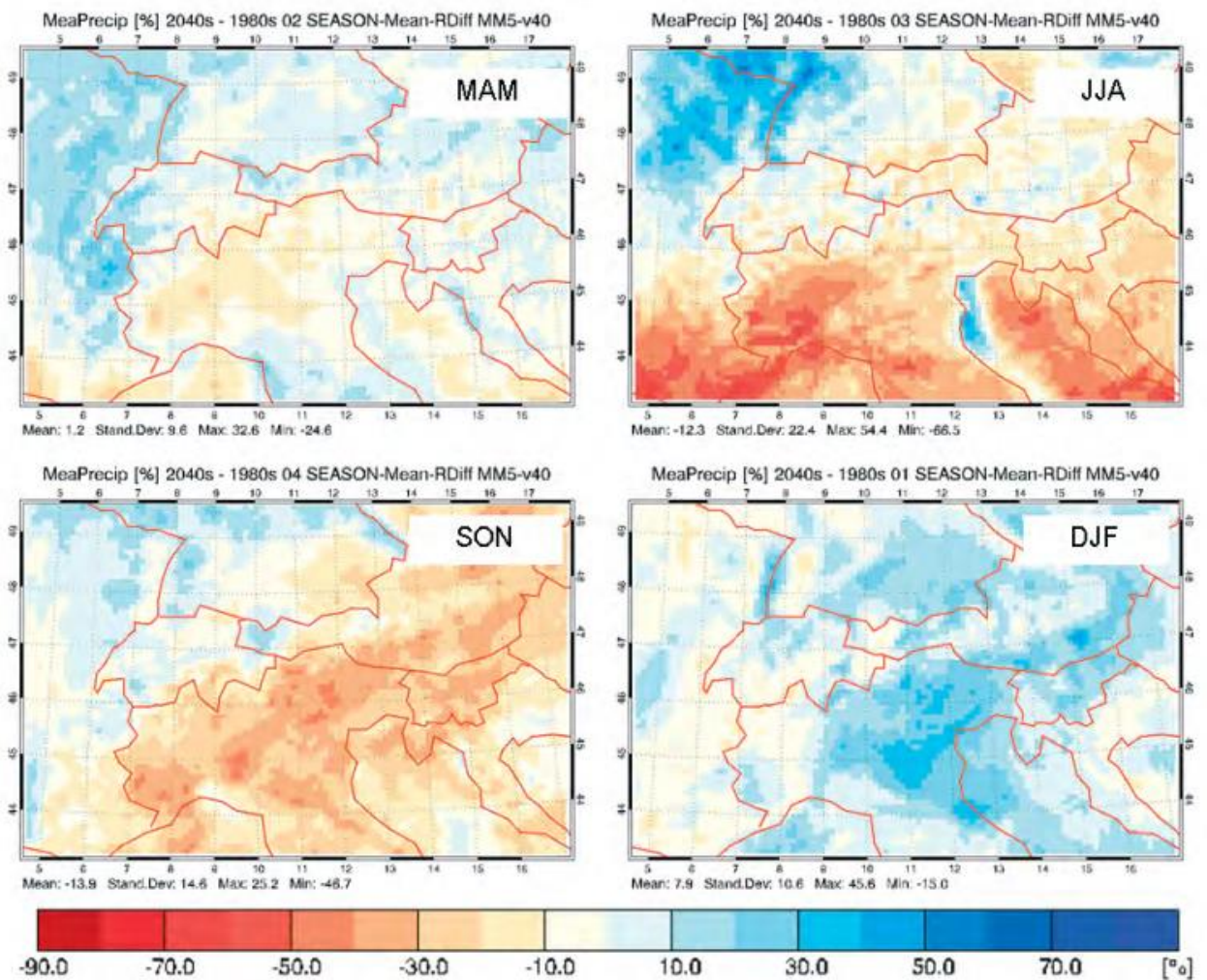


Abbildung 2: Saisonale Änderungen der mittleren Niederschlag von 1980 bis 2040 (© ALP-WATER-SCARCE 2012)

3.3. Regionale Jahresmitteltemperaturen

Im HISTALP Jahresbericht 2022 ist für die Region West, die Vorarlberg und Tirol umfasst, eine Abweichung vom Temperaturmittel 1961 bis 1990 von bis zu + 2,6°C dokumentiert mit deutlich steigendem Trend. „In den Tälern des Westens und auf den Bergen war 2022 das wärmste Jahr seit Messbeginn...“ [HISTALP Jahresbericht 2022].

Ein ähnliches Bild zeigt die Auswertung der Gipfelregionen, wo mit deutlich steigendem Trend eine maximale Abweichung von + 2,3 °C verzeichnet ist.

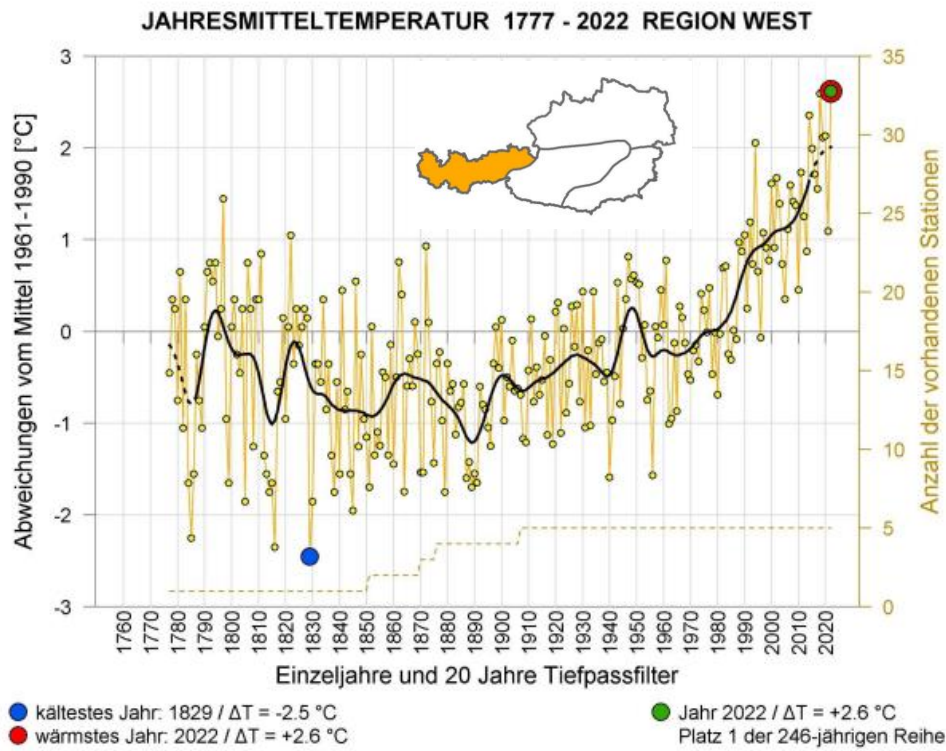


Abbildung 3: Jahresmitteltemperatur 1777 bis 2022 Region West (© HISTALP Klimareihen 1768 bis 2022)

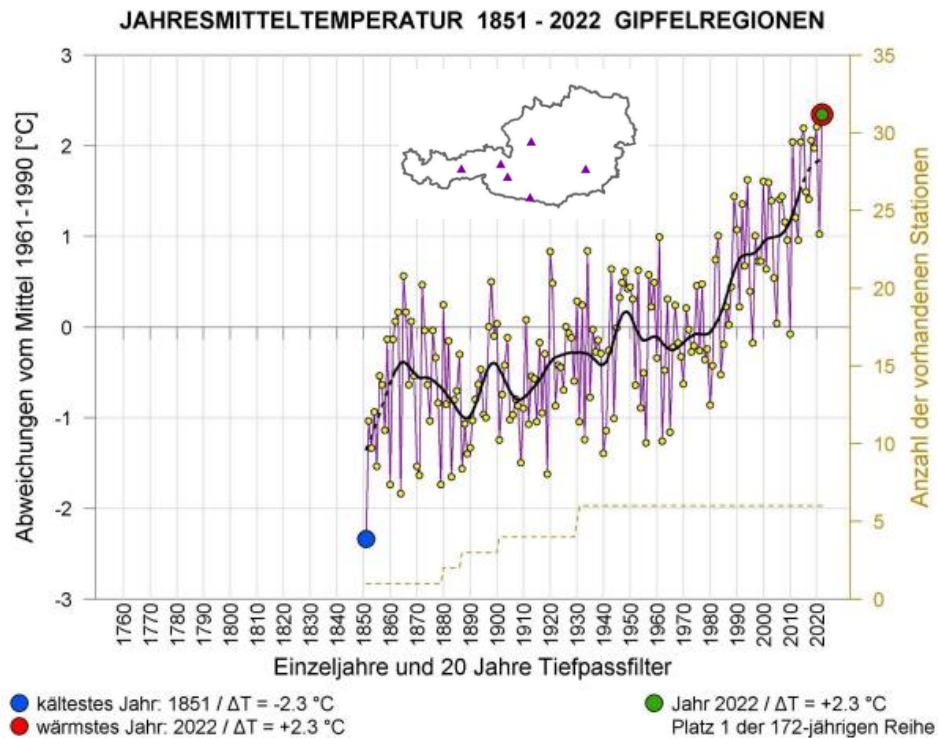


Abbildung 4: Jahresmitteltemperatur 1851 bis 2022 Gipfelregionen (© HISTALP Klimareihen 1768 bis 2022)

3.4. Regionale Jahressonnenscheindauer

Der HISTALP Jahresbericht 2022 dokumentiert außerdem eine zunehmende Sonnenscheindauer, sowohl für die Region West mit bis zu + 27 % als auch für die Gipfelregionen mit + 29 % Abweichung von der mittleren Sonnenscheindauer 1961 bis 1990.

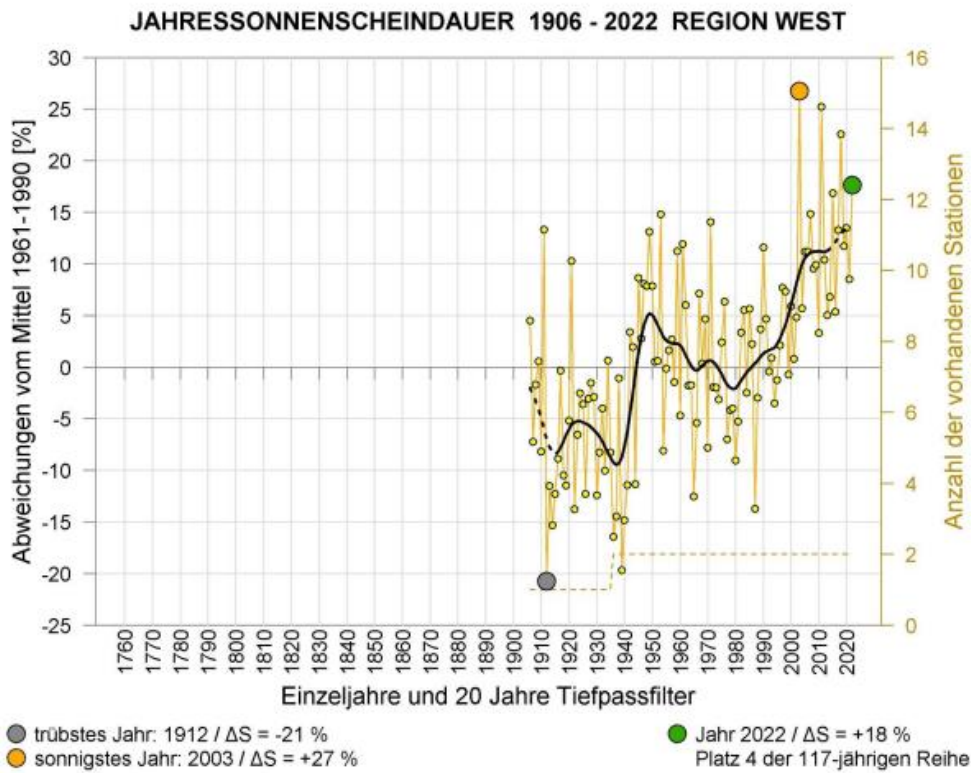


Abbildung 5: Jahressonnenscheindauer 1906 bis 2022 Region West (© HISTALP Klimareihen 1768 bis 2022)

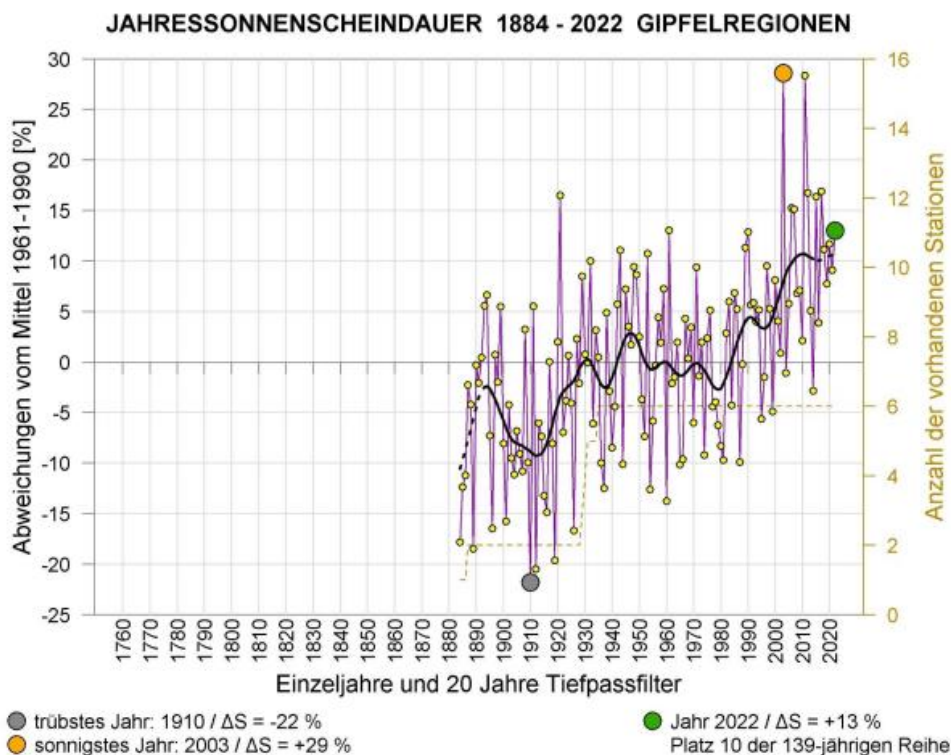


Abbildung 6: Jahressonnenscheindauer 1854 bis 2022 Gipfelregionen (© HISTALP Klimareihen 1768 bis 2022)

3.5. Regionaler Jahresniederschlag

Gemäß HISTALP Jahresbericht 2022 weist der Niederschlag in der Region West „...ab den späten 1940-er Jahren beständig nach oben, die Trendkurve zeigt dabei bis in die Gegenwart einen ausgeprägt oszillierenden Verlauf. Sie liegt seit Beginn der 1990-er Jahre auf überdurchschnittlichem Niveau im Vergleich zum 30-jährigen Jahresmittel und erreichte vor kurzem das zweithöchste Niveau seit Messbeginn. Aktuell deutet sich eine Trendumkehr an.“ [HISTALP Jahresbericht 2022].

Diese Wasserbilanz gibt jedoch noch keine Auskunft über Zeitpunkt und Intensität des Niederschlages.

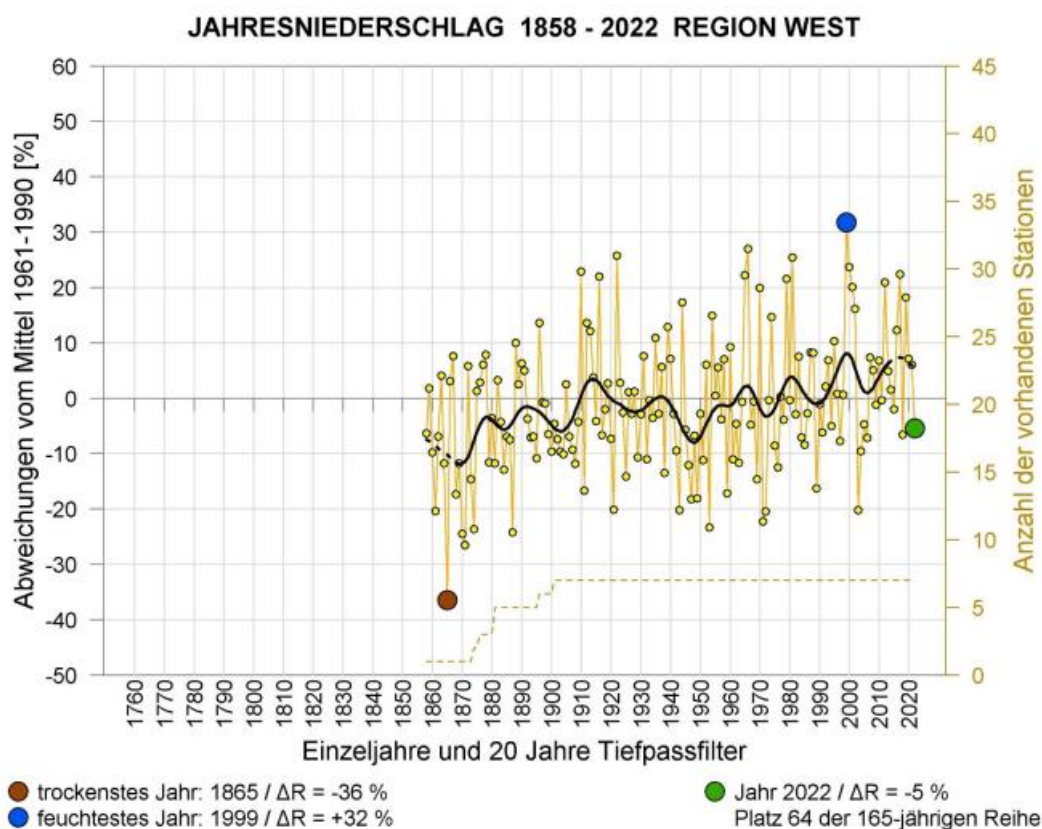


Abbildung 7: Jahresniederschlag 1858 bis 2022 Region West (© HISTALP Klimareihen 1768 bis 2022)

3.6. Regionale Entwicklungsprognose

Anhand der Klimaprognosen des ALP-WATER-SCARCE und den Statistiken des HISTALP Jahresbericht 2022 sind eindeutig **steigende Trends der Temperatur und der Sonnenscheindauer** festzustellen.

Die Prognose des Niederschlags zeigt einen etwas **erhöhten Niederschlag in den Wintermonaten** und deutlich **reduzierte Mengen im übrigen Jahresgang** hin (siehe Punkt 3.2).

4. Wasserbedarf

4.1. Bevölkerungs- und Tourismusentwicklung

Betrachtet wird der Wasserbedarf pro Person (Einwohner:innen und Touristen:innen) in der Gemeinde Sölden im Zeitraum 2002 - 2019. Dementsprechend ein Zeitraum bevor der Corona Pandemie, um repräsentative Tourismuszahlen zu berücksichtigen, die während der Corona-Pandemien deutlich eingebrochen sind.

Tabelle 2: Wasserbedarf (Datenquellen: Amt der Tiroler Landesregierung - Tourismus in Tirol, Statistik Austria - Statistik des Bevölkerungsstandes)

	Durchschnitt 2002 -2019	Prognose 2050
Nächtigungen <i>Wintersaison Tourismus</i>	1.878.625	2.765.431
Nächtigungen <i>Sommersaison Tourismus</i>	411.380	772.666
Bevölkerung zu Jahresbeginn	3.520	2.468
Nächtigungen <i>Wintersaison pro Tag</i>	10.437	15.364
Nächtigungen <i>Sommersaison pro Tag</i>	2.285	4.293
Nächtigungen <i>Wintersaison (T & EW pro Tag)</i>	13.957	17.831
Nächtigungen <i>Sommersaison (T & EW pro Tag)</i>	5.805	6.761
Wasserbedarf <i>Wintersaison [m³/d]</i>	1.814	2.318
Wasserbedarf <i>Sommersaison [m³/d]</i>	755	879

Der Sommertourismus im betrachteten Zeitraum entspricht 22 % des Wintertourismus. Im Winter wird also in etwa 5-mal so viel Wasser für den Tourismus benötigt wie in der Sommersaison. Unter Berücksichtigung der Bevölkerung erhöht sich der Anteil der Sommermonate auf rd. 42 %; im Winter wird also insgesamt rd. 2,4-mal so viel Wasser benötigt als im Sommer.

Der Wasserverbrauch pro Person und Tag wird mit 130 Liter angenommen. Hier sind Beschneiungsanlagen oder landwirtschaftliche Bewässerungen nicht berücksichtigt, die aber gleichfalls mit steigenden Tourismuszahlen und Temperaturerwärmung zunehmen werden.

Zwischen den Jahren 2002 und 2019 ist der Tourismus im Winter um 20 % angestiegen im Sommer sogar um 31 %.

Der gesamte Wasserbedarf der Touristen:innen und Einwohner:innen ist zwischen den Jahren 2002 und 2019 im Winter um 13 % und im Sommer um 7% angestiegen. Der Wasserbedarf steigt aufgrund der zunehmenden Anzahl an Personen die es vor Ort zu versorgen gilt, dies ist auf die steigende Anzahl an touristischen Nächtigungen zurückzuführen.

Die Gesamtanzahl an Nächtigungen, also für Tourismus und Einwohner:innen steigt jährlich um ca. 1 % im Vergleich zum Vorjahr unabhängig von der Saison, dies gilt auch für den Wasserbedarf. Der Wasserbedarf würde mit dem bestehenden Trend für das Jahr 2050 im Vergleich mit 2019 in der Wintersaison um 22 % ansteigen und um 14 % in der Sommersaison.

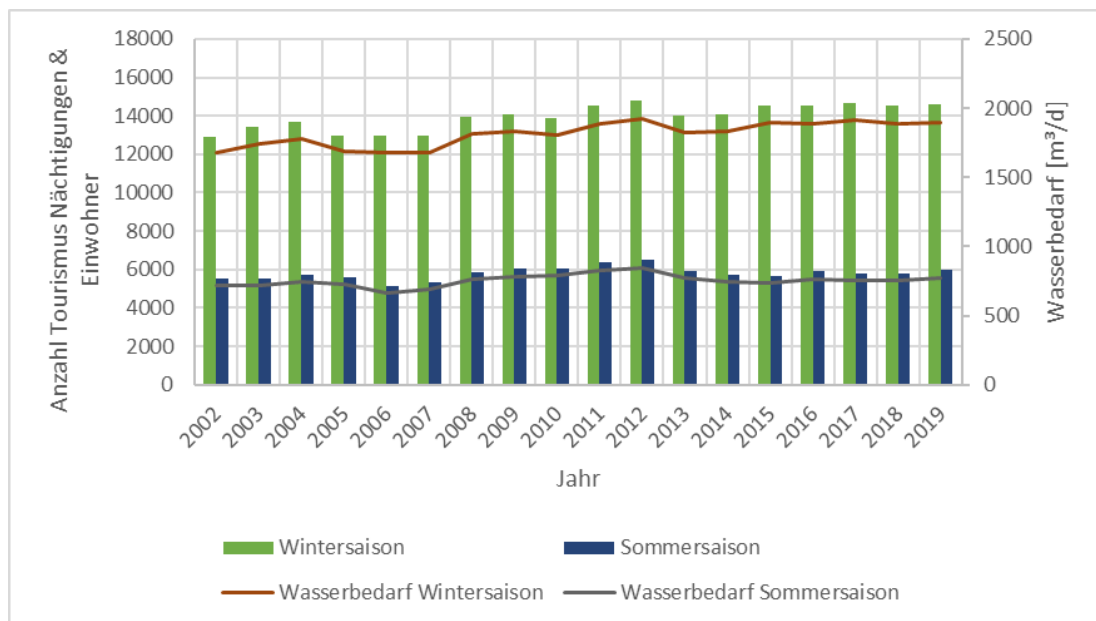


Abbildung 8: Anzahl Personen in Sölden pro Tag (T & EW) und Wasserbedarf [m³/s] (Datenquellen: Amt der Tiroler Landesregierung - Tourismus in Tirol, Statistik Austria - Statistik des Bevölkerungsstandes)

4.2. Wasserrechte

Bestehende Wasserrechte wurden für die Region Sölden dem elektronischen Tiris des Amtes der Tiroler Landesregierung entnommen; die graphische Verteilung der bestehenden Wasserrechte wird in Abbildung 9 dargestellt.

Im direkten Einzugsgebiet der Venter Ache und der Gurgler Ache, also im vermuteten Bereich der geplanten Wasserfassungen und des Überleitungstollens bestehen nur vereinzelt Wasserrechte; der Großteil befindet sich weiter nördlich, im engeren Gemeindegebiet von Sölden. Die Gemeinde-WVA Sölden und WVA Moos-Platten versorgt mit Ihrer Anlage laut Wasserrechtsbescheid 5.500 Personen (Jahressmittelwert 1110 m³/d, dies sind umgerechnet rd. 200 l/EW!), dies sind mehr Personen als Einwohner:innen in Sölden (Schnitt 2002 bis 2019: 3.520 EW), aber die Dimensionierung der Anlage reicht nicht aus für den touristischen Bedarf pro Person in der Wintersaison. Aufgrund der steigenden Tourismuszahlen ist mit einem weiter steigenden Bedarf für die Wasserversorgung zu rechnen.

Ein großer Teil des touristischen Bedarfs wird durch dezentrale Einzelanlagen, insbesondere Quellentnahmen abgedeckt.

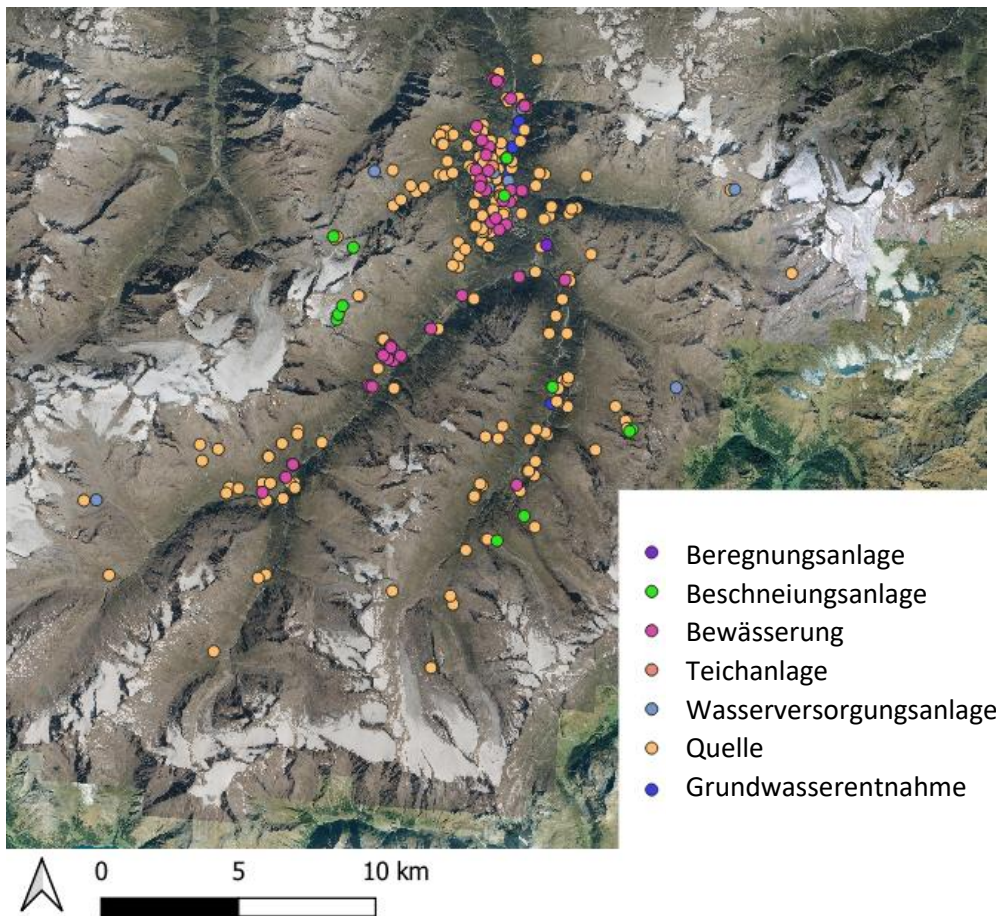


Abbildung 9: Karte bestehende Wasserrechte Gemeinde Sölden (Datenquellen: TIRIS)

In nachstehender Tabelle sind die bewilligten Wasserentnahmen gegliedert nach Nutzungsart und Entnahmekategorie dargestellt:

Tabelle 3: Entnahme Wasserrechte Region Sölden (Datenquellen: TIRIS Quellen & Grundwasserentnahmen & Wehranlagen)

Entnahmekategorie	Gesamt				Brunnenentnahme				Bachentnahme				Quellfassung			
	[Stk.]	Anteil	[l/s]	Anteil	[Stk.]	Anteil	[l/s]	Anteil	[Stk.]	Anteil	[l/s]	Anteil	[Stk.]	Anteil	[l/s]	Anteil
Beschneiungsanlage	17	5,3%	862,5	28,4%					17	18,1%	862,5	31,7%				
Bewässerungsanlage	56	17,4%	135,8	4,5%					56	59,6%	135,8	5,0%				
Wasserversorgungsanlage	224	69,6%	199,4	6,6%	5	33,3%	23,0	38,3%	8	8,5%	24,5	0,9%	211,0	99,1%	152,0	60,8%
Wasser-Wasser-Wärmepumpe	10	3,1%	37,1	1,2%	10	66,7%	37,1	61,7%								
Wasserkraftanlage	15	4,7%	1800,0	59,3%					13	13,8%	1702,0	62,5%	2	0,9%	98	39,2%
Summe	322		3034,8		15	4,7%	60,1	2,0%	94	29,2%	2724,7	89,8%	213,0	66,1%	250,0	8,2%
exkl. Wasserkraft, WWWP	297		1197,7		5	4,7%	23,0	1,9%	81	27,3%	1022,7	85,4%	211,0	71,0%	152,0	12,7%

Ohne Entnahmen für die Wasserkraft sind rd. 1.198 l/s Gesamtentnahme bewilligt für insgesamt 297 Anlagen. Für viele der bewilligten Quellen war jedoch kein Entnahmekonsens dem Wasserbuch zu entnehmen. Hiervon dienen 17 Anlagen mit rd. 863 l/s der Beschneiung, was 72 % der Gesamtentnahme exkl. Wasserkraft entspricht. Weitere 56 Anlagen dienen der Bewässerung mit rd. 136 l/s bzw. 11 % der Gesamtentnahme. Für die **Wasserversorgung** bestehen 224 Anlagen mit einer **Entnahme von 199 l/s** bzw. 17 % der Gesamtentnahme.

4.2.1. Quellentnahmen

Quellentnahmen stellen mit 71 % (211 Stk mit 152 l/s) aller bewilligten Anlagen die größte Gruppe dar (exkl. Wasserkraft und Wärmepumpen). 102 der gesamt 211 Quelfassungen sind ohne Schüttungsangabe im Wasserbuch verzeichnet. Auffällig ist auch die weite graphische Streuung der Entnahmen (siehe Karte der Wasserrechte), diese lässt sich erklären durch die dezentralisierte Wasserversorgung vieler Berghütten durch eigene Quelleentnahmen.

Da die Tourismuszahlen einen deutlich steigenden Trend aufweisen, wird der **Wasserbedarf zur Versorgung dieser Anlagen zunehmen**.

Da die Grundwasserneubildung von den Klimafaktoren Niederschlag und Temperatur (Evapotranspiration, Gletscherschmelze) abhängig ist, ist eine **wesentliche Beeinflussung der Quellentnahmen infolge der Klimaänderung** zu erwarten.

Die Alimentierung des Berggrundwassers durch Gletscherschmelze wird absehbar noch stärker zurückgehen, als bereits beobachtbar ist; die Niederschlagsmengen sinken ganzjährig in Höhenlagen unter 2.000 m bzw. in Sommerhalbjahr selbst in höheren Lagen. **Folglich wird die Grundwasserneubildung aller Voraussicht nach zurückgehen und somit die Quellschüttungen abnehmen**.

Steigende Temperaturen werden voraussichtlich die Dauer der jährlichen Quellvereisung reduzieren und somit die jährliche Nutzungsdauer verlängern; da die Wasserbilanz jedoch tendenziell geringer wird, kommt es einzig zu einer Verschiebung in den Winter zulasten des ohnedies reduzierten Dargebots im Sommer.

Das reduzierte Dargebot infolge verringerter Grundwasserneubildung einerseits und der wachsende Bedarf infolge steigender Tourismuszahlen, erhöhter Temperaturen und verstärkter Evapotranspiration andererseits wird den betroffenen Wasserversorgern Anpassungsmaßnahmen abverlangen, z.B. das Ausweichen auf alternative Wasserbezugsquellen (Entnahmen aus dem Porengrundwasser der Talböden oder direkt aus den Gewässern). Ein möglicher Ausbau der bestehenden Anlagen wird angesichts des rückläufigen Dargebotes nicht nachhaltig sein.

Inwieweit eine **alternative Wasserversorgung für die vom Rückgang der Quellschüttung Betroffenen** möglich sein wird, hängt freilich von der Erreichbarkeit der jeweiligen Anlagen ab. Je näher zum Talboden bzw. je dichter zueinander die betroffenen Anlagen liegen, desto technisch bzw. wirtschaftlich leichter kann eine alternative Wasserversorgung besorgt werden.

Voraussetzung für eine alternative Wasserversorgung ist jedenfalls ein entsprechendes **alternatives Dargebot**.

4.2.2. Bachentnahmen (exkl. Wasserkraft, exkl. Wärme/Kühlung)

Bachentnahmen stellen mit 27,3 % (81 Stk mit 1023 l/s) aller bewilligten Anlagen stückmäßig eine mittelgroße Gruppe dar, mit 85,4 % jedoch mengenmäßig die größte (exkl. Wasserkraft und Wärmepumpen). Vom Land aufgelistet werden Wehranlagen mit bestehenden Entnahmerechten aus Oberflächengewässern (gesamt 1023 l/s mit 83 Anlagen – exkl. Wasserkraft und Wärme). Die mengenmäßig größte Entnahme erfolgt zur Nutzung von Beschneiungsanlagen 75 % sämtlicher Entnahmen bzw. 6 % der Bachentnahmen (863 l/s mit 17 Anlagen).

Aus der Gurgler Ache erfolgt 1 Entnahme mit 100 l/s Konsens, aus der Öztaler Ache 5 Entnahmen mit insgesamt 247 l/s, großteils für Beschneiungsanlagen und nur zum Teil für Bewässerungen.

Aufgrund der unten beschriebenen Klimaerwärmung wird insbesondere in der vom Wintertourismus abhängigen Region Sölden der **Bedarf an Beschneigungsanlagen steigen** und somit auch die hierfür erforderlichen Wasserentnahmen.

Da jedoch auch die **Bachabflüsse** von den sich ändernden Klimafaktoren abhängen, werden diese mit abnehmendem Niederschlag, steigender Evapotranspiration und geringerer Alimentierung durch Gletscherschmelze voraussichtlich **fallen**.

Bachwasserentnahmen für Wärmepumpen verändern den mengenmäßigen Zustand des Baches nur lokal, da in unmittelbarer Nähe eine Rückleitung des entnommenen Wassers erfolgt.

Die bewilligten Wasserkraftanlagen entnehmen Bachwasser aus den Zubringerbächen der Öztaler Ache und verstromen dieses kurz vor der Mündung in die Ache. Der mengenmäßige Zustand der Ache wird somit nicht direkt verändert. Durch die Entnahme und konsequente Restwasserführung in den besagten Bächen kommt es folglich zu einer reduzierten Infiltration in das Grundwasser.

4.2.3. Entnahmen aus dem Porengrundwasserkörper

Die fünfzehn Grundwasserentnahmen aus dem Porengrundwasserkörper, in der Karte der Wasserrechte in dunkelblau dargestellt, befinden sich innerhalb eines 150 m Abstandes vom Fließgewässer.

Ein großer Teil dieser Anlagen (62 % bzw. 37 l/s) dienen der Wärmegewinnung (Wasser-Wasser-Wärmepumpen), der kleinere Anteil (38 % bzw. 23 l/s) dient der Trinkwasserversorgung.

Wie bereits oben gezeigt, lassen sämtliche Änderungen der Klimafaktoren (Niederschlag, Temperatur, Gletscherrückgang) auch einen **Rückgang der Grundwasserneubildung** erwarten. Da sich im Talboden sämtliche Wässer sammeln, wird hier dieser Rückgang am wenigsten zu bemerken sein.

Die Funktionsweise der Wasser-Wasser-Wärmepumpen (WWWP) besteht darin, da für die Energiegewinnung entnommene Wasser auf relativ kurzem Wege wieder in den Untergrund zu versickern. Die hierbei erfolgte Temperaturänderung ist für den mengenmäßigen Gesamtzustand des Grundwasserkörpers irrelevant. Aus diesem Grund wurden die bewilligten WWWP nicht weiter betrachtet.

5. Wasserdargebot

In nachstehender Abbildung 10 sind die Messtellen des Hydrographischen Dienstes in der Gemeinde Sölden dargestellt. Die zur Verfügung gestellten Daten zu Niederschlag (Sölden 1332 m ü.A.), Durchfluss (Vent 1891 m ü. A.; Obergurgl 1878 m ü. A.; Huben 1186 m ü. A.) und Quellschüttung (Hochebenkarquelle 2220 m ü. A.) werden im Folgenden analysiert.

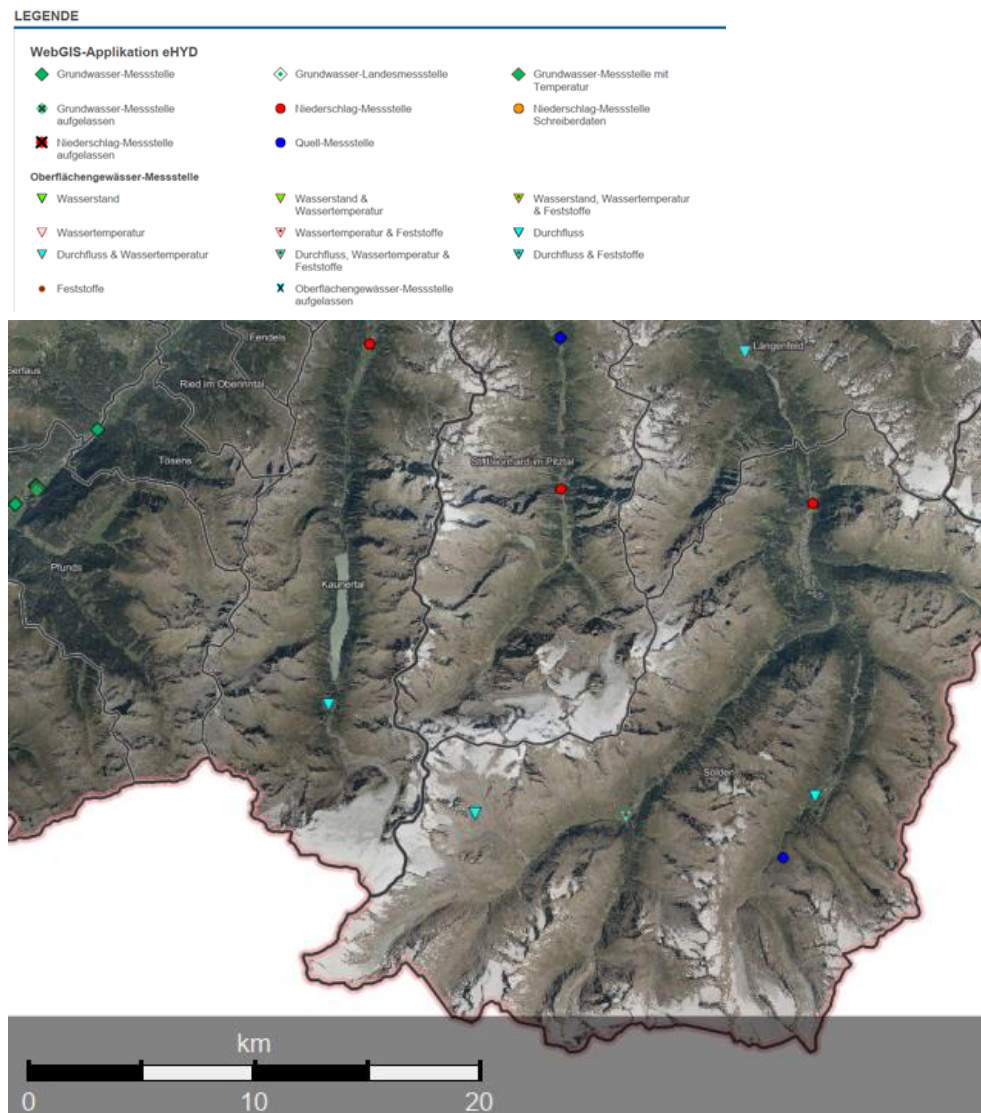


Abbildung 10: Übersichtskarte Messstellen Hydrographischer Dienst (Quelle: Hydrographischer Dienst)

5.1. Niederschlag

In Sölden fallen im Mittel 35 % der Niederschläge der Jahre 1971-2018 im Winter. In Abbildung 11 wird durch das gleitende Mittel der Jahresniederschlagssummen ein leichter Rückgang der Niederschläge dargestellt. Die mittlere Niederschlagssumme von 2009-2018 entspricht im Sommer 98 %, im Winter 95 % und insgesamt 97 % der mittleren Niederschlagssumme von 1971-1980.

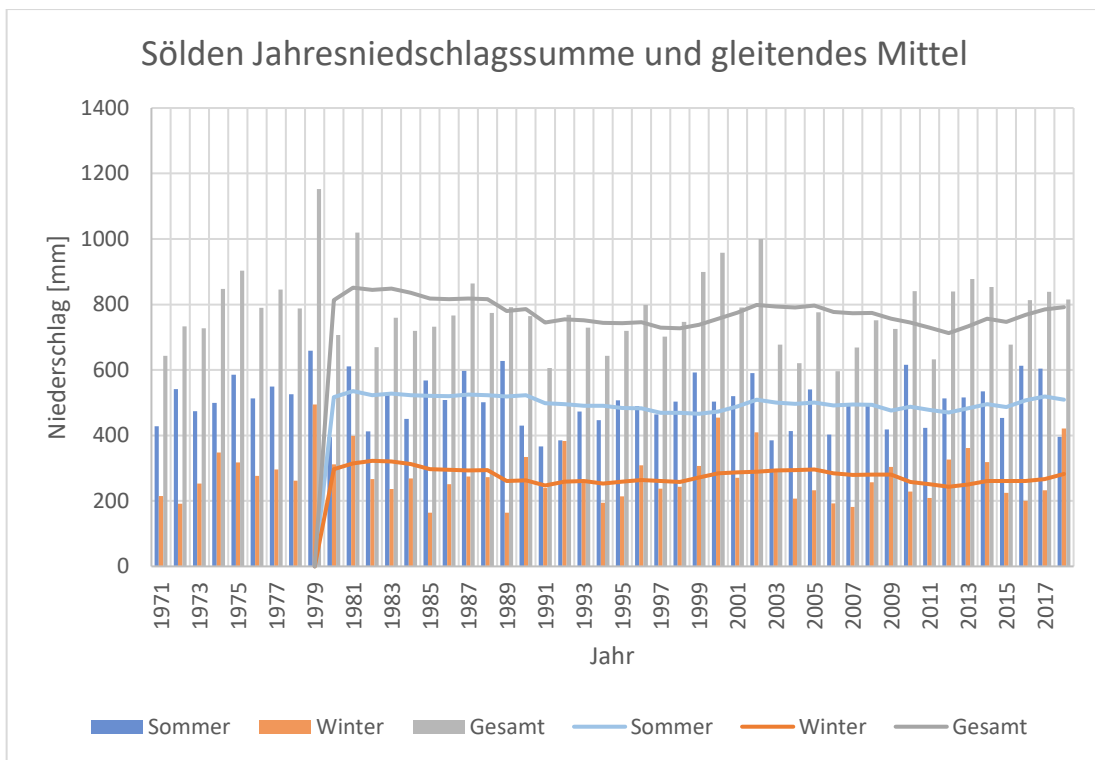


Abbildung 11: Sölden Jahresniederschlagssumme (Sommer & Winter) [mm] und gleitendes 10-jähriges Mittel (Datenquelle: Hydrographischer Dienst Niederschlagsmessung Sölden)

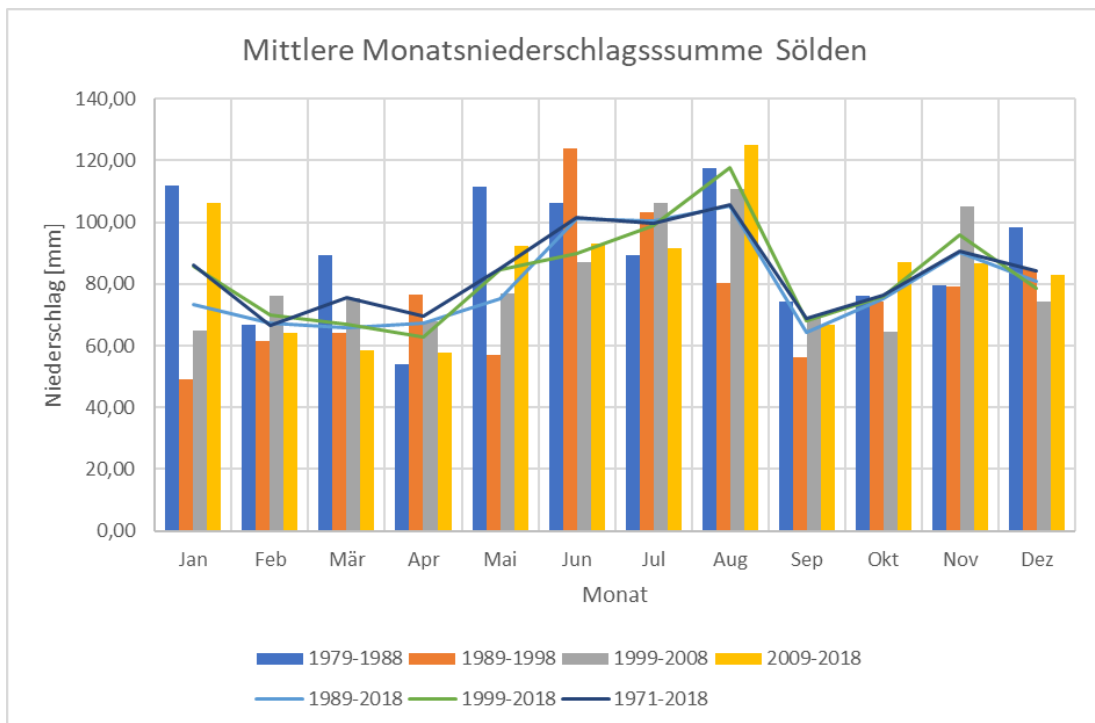


Abbildung 12: Mittlere Monatsniederschlagssumme Sölden [mm] (Datenquelle: Hydrographischer Dienst Niederschlagsmessung Sölden)

Der regionale Trend der Region West zeigt einen stark oszillierenden Niederschlagstrend mit überdurchschnittlichem Niveau im Vergleich zum 30-jährigen Jahresmittel (1961 bis 1990), mit einer sich andeutenden Trendumkehr (HISTALP Jahresbericht, 2022). Die saisonalen Daten deuten auf

erhöhten Niederschlag in den Wintermonaten und reduzierte Mengen im übrigen Jahresgang hin (ALP-WATER-SCARCE, 2012).

Das Mitteilungsblatt Nr. 88 aus dem Jahr 2009 des hydrographischen Dienstes in Österreich beschreibt die alpine Wasserbilanz im Ötztal wie folgt:

„Der Niederschlag wird im Ötztal bis zu einer Höhe von 2000 m von den nördlichen Kalkalpen abgeschirmt, dadurch ist das untere Ötztal recht trocken (mittlere Jahresniederschläge 1982 - 2003: Längenfeld: 854 mm; Vent: 797 mm; Obergurgl: 886 mm), erst darüber steigen die Jahresniederschlagsmengen wieder an und erreichen in 3000 m Höhe ca. 1500 mm“ (Kuhn et al., 2009).

Die analysierten Daten der Messtelle Sölden liegt unter 2000 Höhenmeter und zeigen einen abnehmenden Trend im 10-jährigen gleitenden Jahressummenmittel. Der Trend zeigt eine stärkere Abnahme im Sommerhalbjahr gegenüber dem Winterhalbjahr, dies entspricht den saisonalen Niederschlagsdaten im Alpenraum. Auch im Winter zeigen die Messdaten einen leichtfallenden Niederschlagstrend. Auch bei steigendem regionalem Niederschlagstrend bestätigt sich anhand der Messdaten ein trocknes Klima im unteren Ötztal.

5.2. Neuschnee

Die Jahressumme sowie das gleitende Mittel der Neuschneesummen werden in Abbildung 13 dargestellt. Die Neuschneesumme zeigt besonders im Sommerhalbjahr einen starken Rücklauf. Die mittlere Neuschneesumme von 2009-2018 entspricht im Sommer 37 %, im Winter 75 % und insgesamt 69 % der mittleren Neuschneesumme von 1971-1980. Die Neuschneemenge zeigt einen stark abnehmenden Trend.

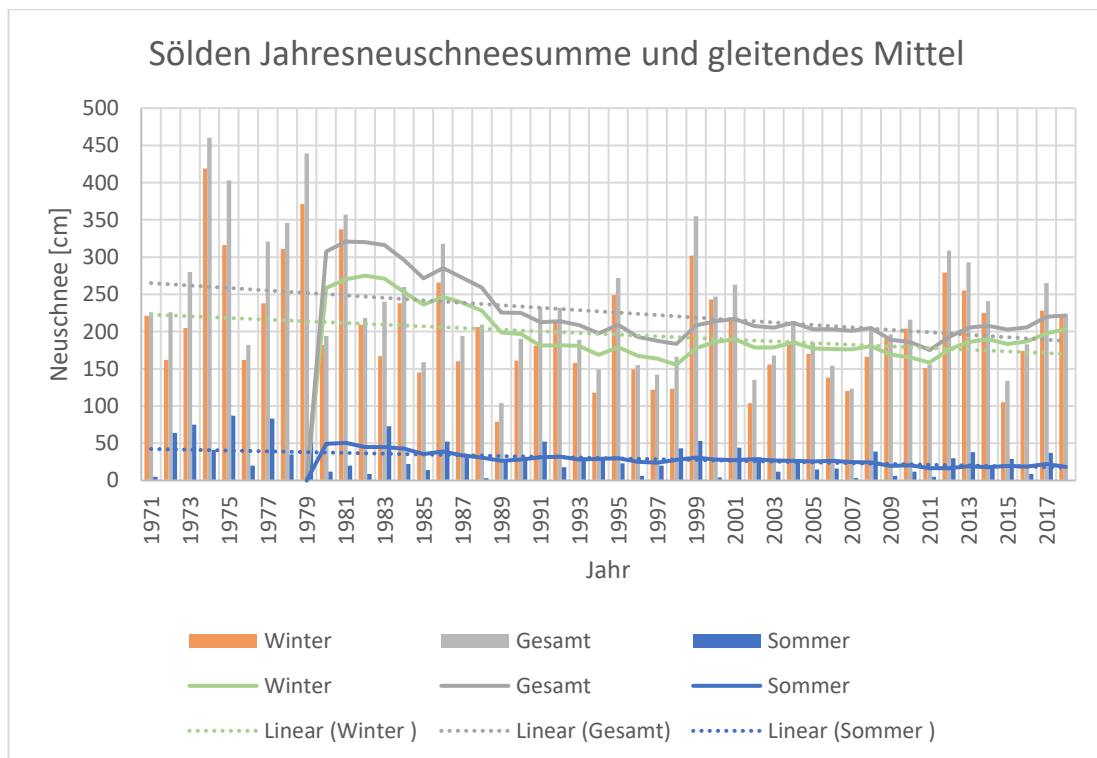


Abbildung 13: Sölden Jahresneuschneesumme (Sommer & Winter) [cm], gleitendes 10-jähriges Mittel und linearer Trend (Datenquelle: Hydrographischer Dienst Niederschlagsmessung Sölden)

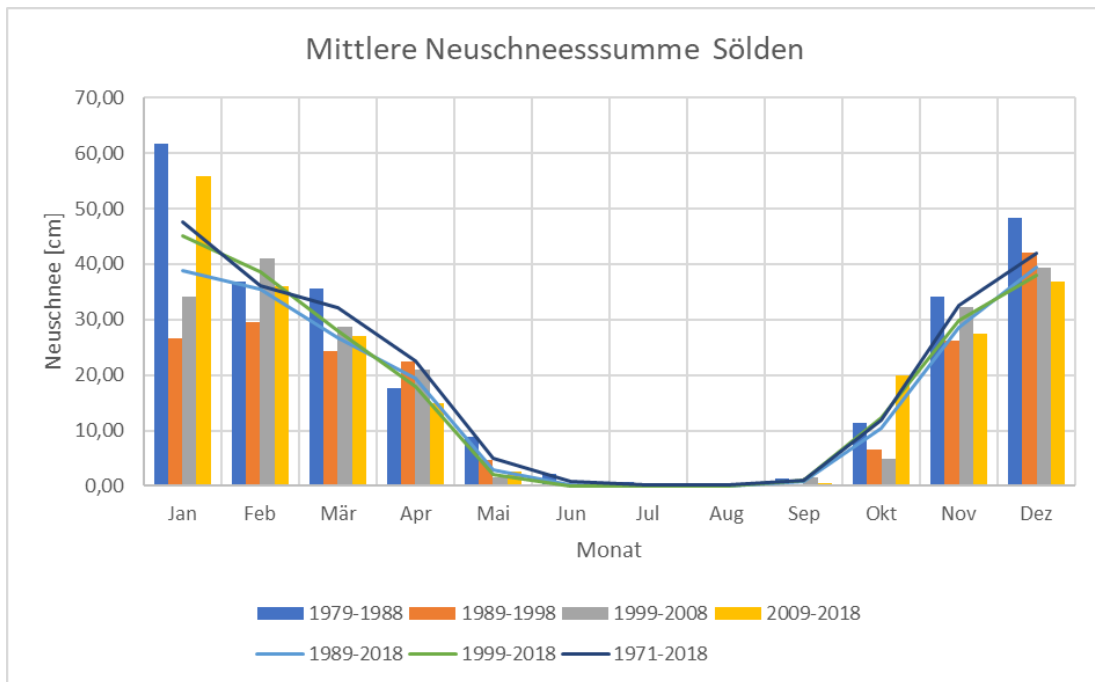


Abbildung 14: Mittlere Neuschneessumme Sölden [cm] (Datenquelle: Hydrographischer Dienst Niederschlagsmessung Sölden)

Die Reduktion der Neuschneemenge besonders in den Monaten April, Mai und Juni ermöglicht eine Eisschmelze früher im Jahr, da keine Überdeckung durch eine Neuschneedecke mehr gegeben ist.

5.3. Quellschüttung und Quelltemperatur

Die Hochebenkarquelle liegt im Einzugsgebiet der Gurgler Ache stromauf des Pegels Obergurgl. Für die Hochebenkarquelle liegen Daten zur Quellschüttung von 2009 bis 2019 vor. Über 10 % der Daten fehlen in den Jahren 2009, 2010, 2015 und 2019. Besonders gravierend die fehlenden Daten im Mai und Juni im Jahr 2015 und 2019 zur Zeit der maximalen Quellschüttung. Die statistische Ausreiser im Jahr 2015 und 2019 scheinen somit nicht repräsentativ und werden im gleitenden 3-jährigen Mittel nicht berücksichtigt (Abbildung 15).

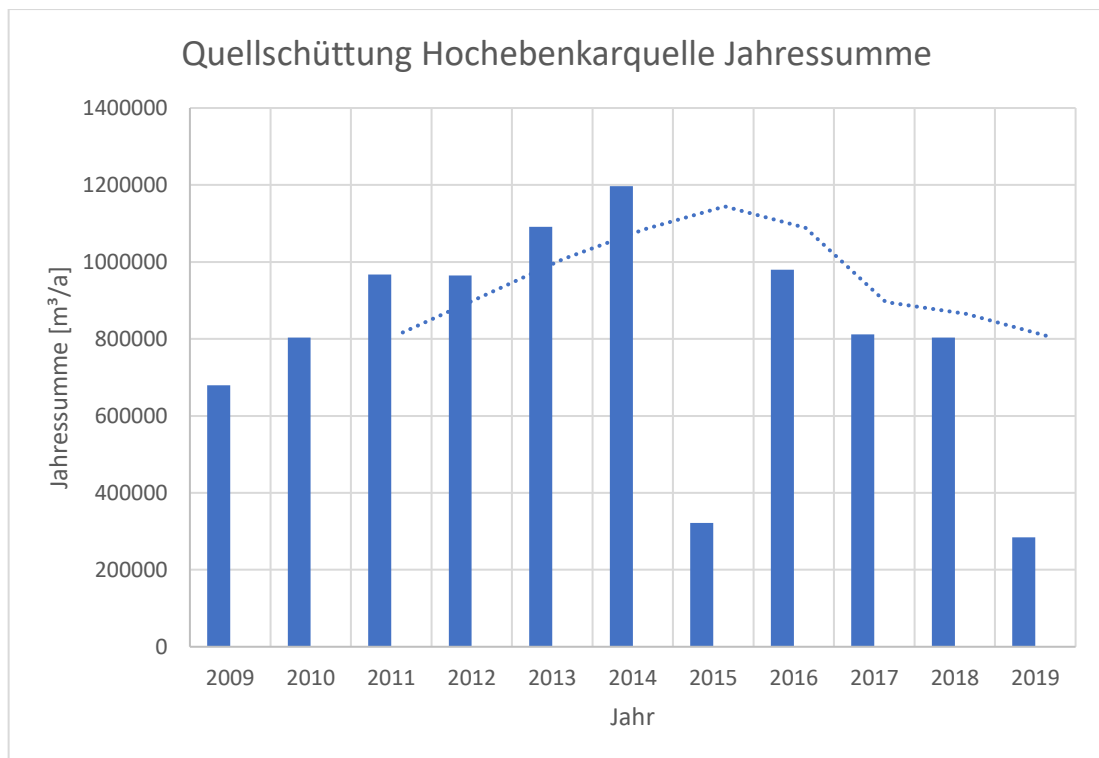


Abbildung 15: Quellschüttung Hochebenkarquelle Jahressumme [m³/a] (Datenquelle: Hydrographischer Dienst Quellschüttung Messungen Hochebenkarquelle – aktuellste verfügbare Datenreihe)

Die Monatssummen der Quellschüttung in Abbildung 16 zeigen tendenziell eine Aufweitung des Quellschüttungszeitraumes bei abnehmenden Maxima (abflachen). Die Jahressumme weist eine leicht sinkende Tendenz auf.

Das Wasserdargebot der Quellschüttung und der Durchflüsse an den untersuchten Pegeln weisen ähnliche Trends auf.

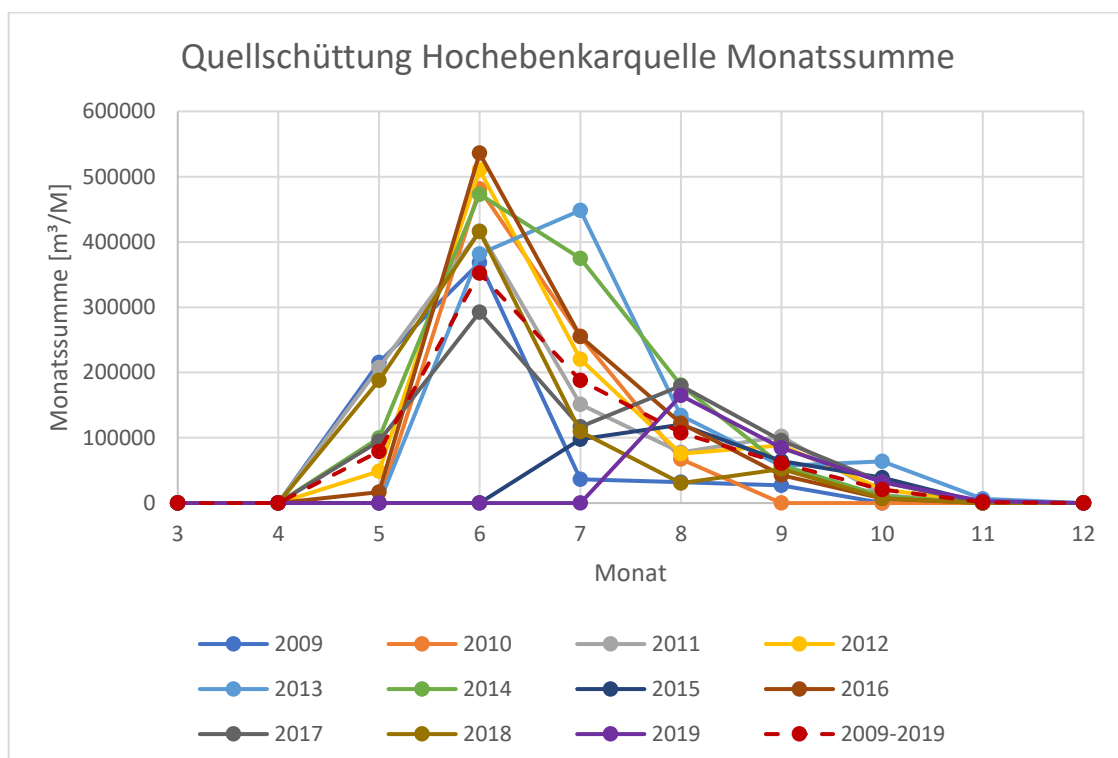


Abbildung 16: Quellschüttung Hochebenkarquelle Monatssumme [m³/M] (Datenquelle: Hydrographischer Dienst Quellschüttung Messungen Hochebenkarquelle)

In den Jahren 2011-2019 wurde zusätzlich die Quelltemperatur aufgezeichnet. Jedoch wurden im Durchschnitt nur an 40 % der Tage in einem Jahr Daten erhoben, dies ist wohl zum Teil dadurch bedingt, dass bei Frost keine Quellschüttung erfolgt und dementsprechend auch keine Temperaturen unter 0°C gemessen wurde. Die Temperatur zeigt im Jahresmittel eine fallende Tendenz, dies legt einen zunehmenden Anteil der Eisschmelze in der Quellschüttung nahe.

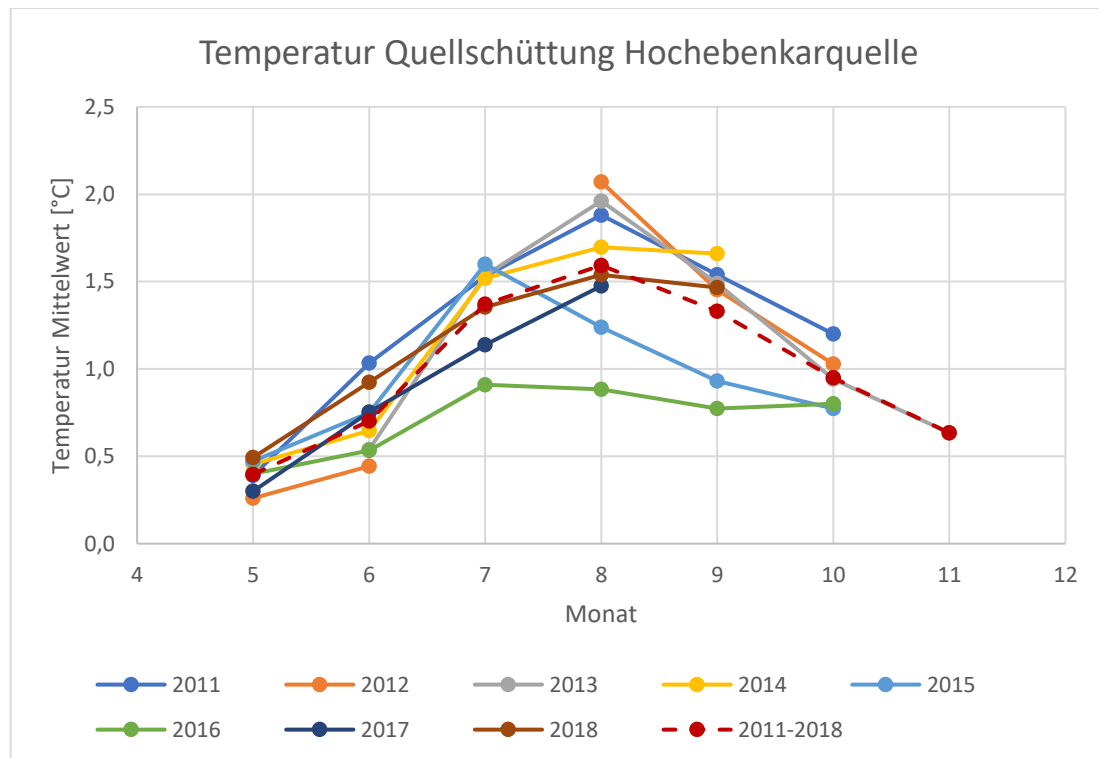


Abbildung 17: Temperatur Quellschüttung Hochebenkarquelle (Datenquelle: Hydrographischer Dienst Quelltemperatur Messungen Hochebenkarquelle)

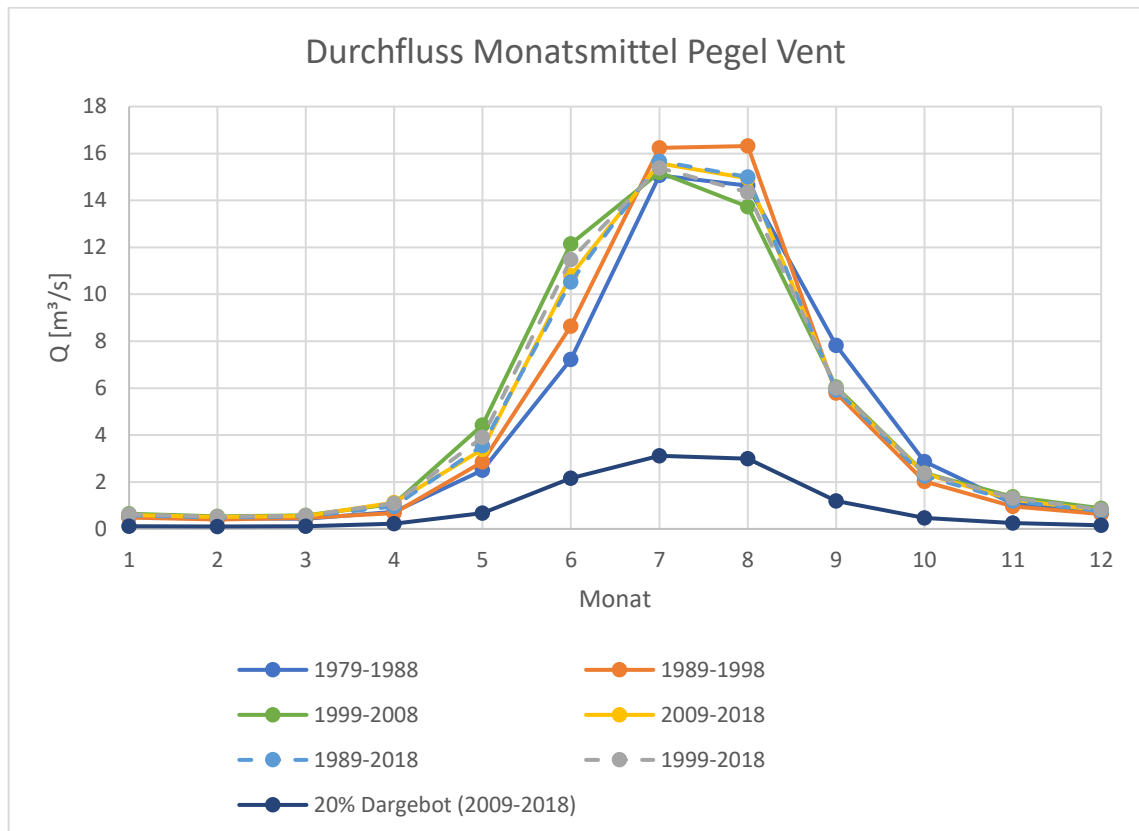
5.4. Durchfluss

Analysiert werden die Durchflüsse an den Pegeln Vent, Obergurgl und Huben in Abbildung 10 (hellblaue Dreiecke) verortet. Die Pegel Vent an der Rofenache und der Pegel Obergurgl an der Gurgler Ache liegen stromauf des Pegels Huben an der Ötztaler Ache. Die Basisdaten der Durchflussmessstellen sind in Tabelle 4 angeführt.

Tabelle 4: Messtellen Durchfluss (Datenquelle: Hydrographischer Dienst Q-Tagesmittel Pegel Vent, Obergurgl, Huben)

Pegel	Einzugsgebiet [km²]	Gewässer	MQ 1989-2018 [m³/s]	MQ-W 1989-2018 [m³/s]
Vent	98,1	Rofenache	4,82	0,52
Obergurgl	72,5	Gurgler Ache	3,75	0,28
Huben	517,2	Ötztaler Ache	20,31	3,24

Über die letzten 40 Jahre in Dekaden kann eine Umverteilung der Abflussspende an allen drei Pegeln beobachtet werden. Es kommt zu erhöhten Abflüssen im Mittel (Vergleiche Zeitreihen 1979-1988 mit 1989-1998 und 1999-2008) im Frühsommer (Mai, Juni), dieser Trend ist jedoch bereits rückläufig (Vergleiche Zeitreihen 1999-2008 und 2009-2018). Der Anstieg der Durchflüsse im Sommerhalbjahr beginnt früher und der maximale Durchfluss sinkt. Graphisch ist dies in Abbildung 18 durch ein Abflachen der Kurven (Durchfluss im Monatsmittel pro Dekade: 1979-1988, 1989-1998, 1999-2008 und 2009-2018) ersichtlich.



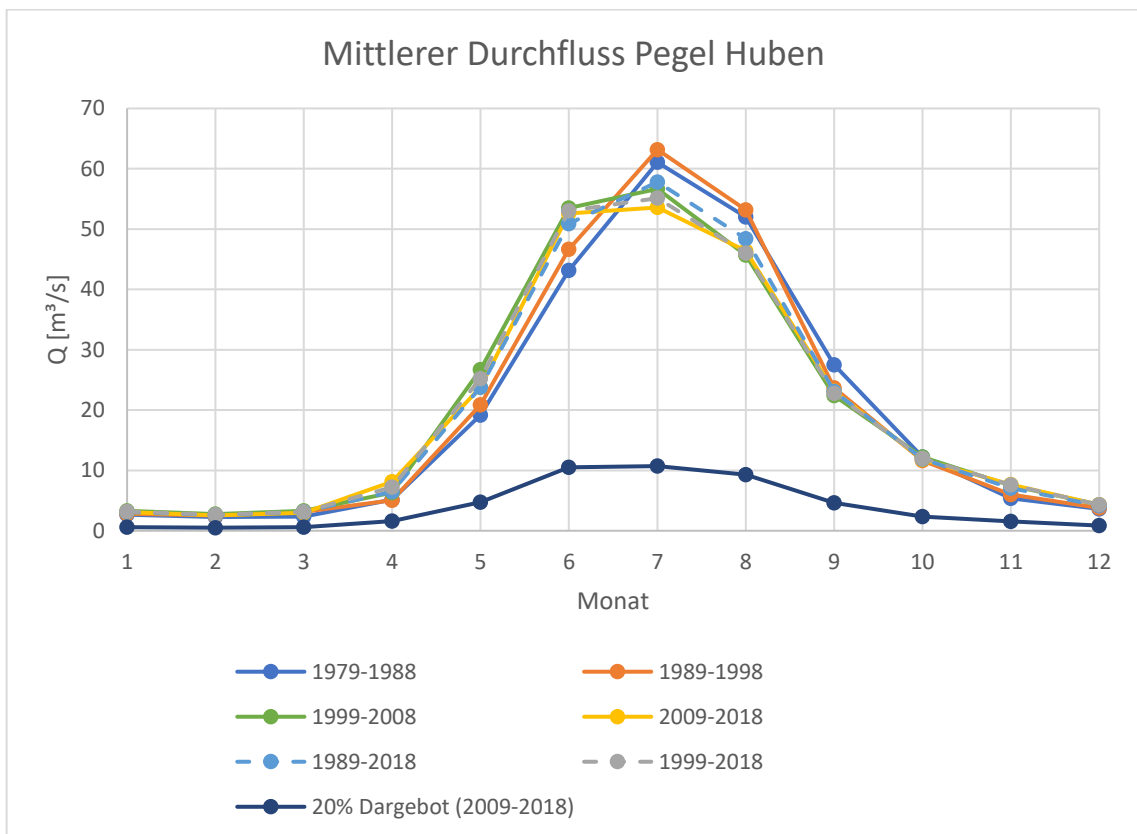
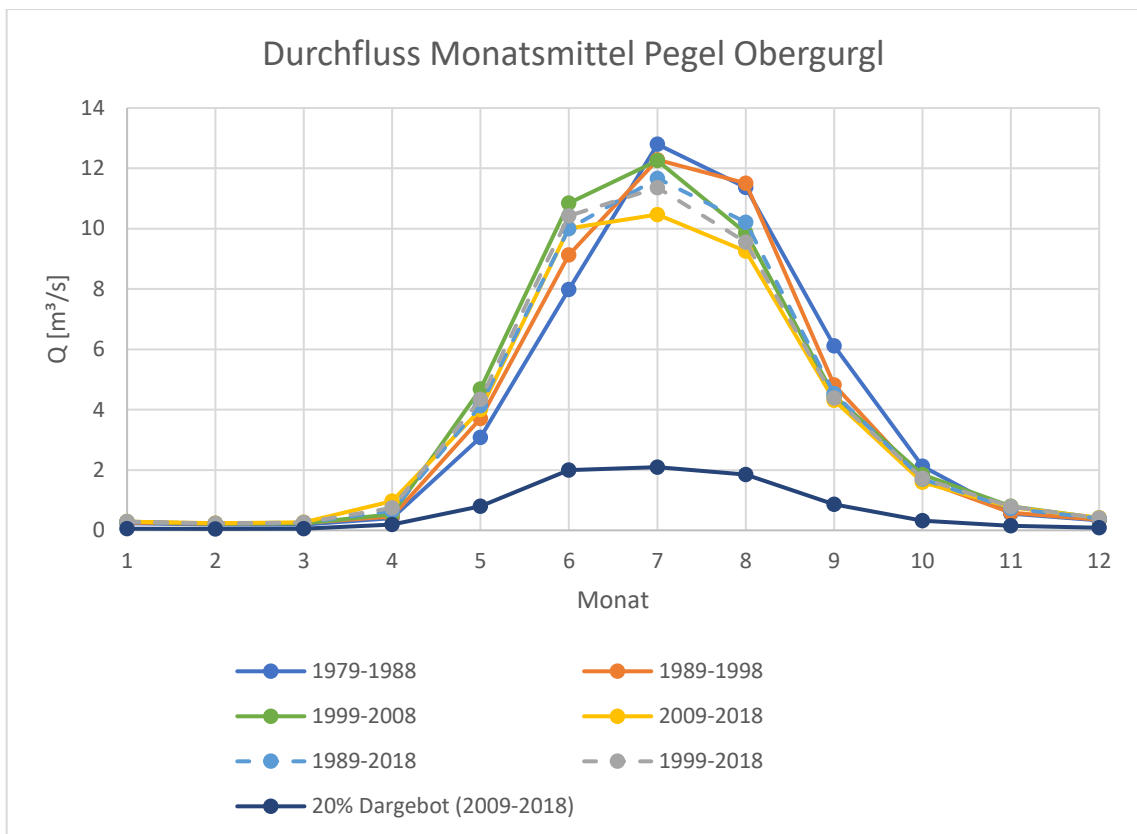


Abbildung 18: Durchfluss Monatsmittel [m³/s] an den Pegeln Vent, Obergurgl, Huben (Datenquelle: Hydrographischer Dienst Q-Tagesmittel Pegel Vent, Obergurgl, Huben)

Gemäß Qualitätszielverordnung Ökologie Oberflächengewässer wird es voraussichtlich zu keinen Entnahmen in den Wintermonaten kommen und in den Sommermonaten maximal 80 % des Dargebots. Da sich aus gewässerökologischen Gesichtspunkten die Restwasserabgabe in dieser Größenordnung bewegen wird, beschränken sich die Wasserentnahmen voraussichtlich auf die Sommermonate.

Bei einer Betrachtung des Dekadischen Monatsmittels des Durchflusses für den Monat Juli in Abbildung 19 dargestellt wird ersichtlich, dass der Durchfluss von 1979-1988 ansteigt, bevor er in den folgenden Dekaden wieder abfällt (1989-1998,1999-2008 und 2009-2018).

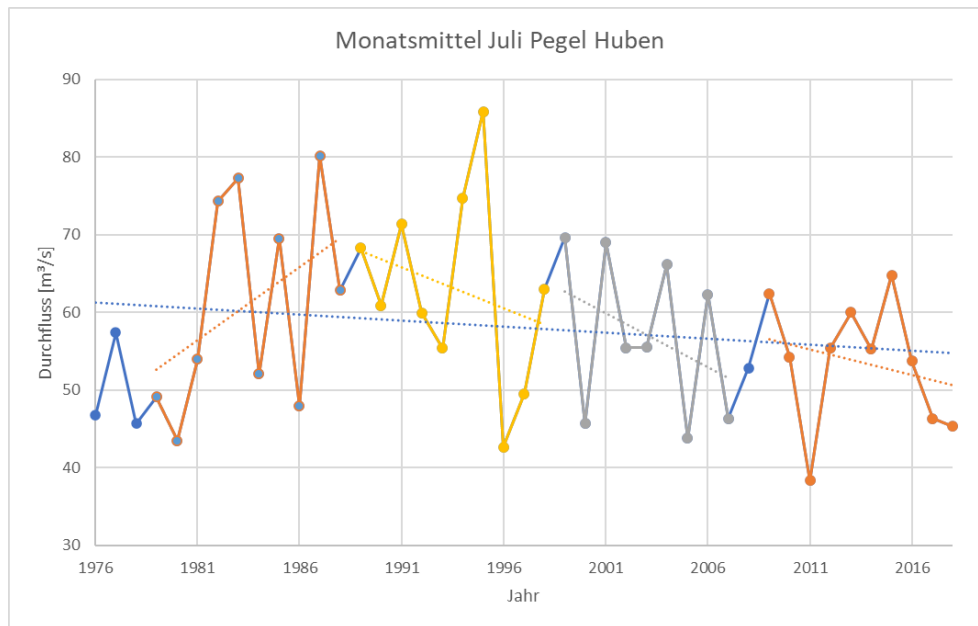


Abbildung 19: Monatsmittel [m³/s] Juli Pegel Huben (Datenquelle: Hydrographischer Dienst Q-Tagesmittel Pegel Huben)

5.5. Gletscher

Im Einzugsgebiet der Öztaler Ache von 890 km² (in Abbildung 20 schwarz umrandet) waren 1990 nach der Landnutzungsklassifizierung 129 km² vergletschert (pink) bei der Landnutzungsklassifizierung 2018 (orange) waren nur noch 82 km² vergletschert, dies entspricht einem Gletscherrückgang von 36 %.

In der folgenden Tabelle wird die Vergletscherung in Bezug auf die Pegelmessstellen angegeben.

Tabelle 5: Vergletscherung im Einzugsgebiet (Datenquellen: Landnutzungskartierung CLC 1990 & 2018, Basiseinzugsgebiete)

	Einzugs- gebiet [km²]	Gletscher 1990 [km²]	Gletscher 2018 [km²]	Gletscher Rückgang [%]	Vergletscher- ung im EZ 1990 [%]	Vergletscher- ung im EZ 2018 [%]
Öztaler Ache	890	129	82	36	14	9
Pegel Vent	98,1	41,0	29,0	29	42	30
Pegel Obergrügl	72,5	26,0	17,0	35	36	23
Pegel Huben	517,2	114,0	72,0	37	22	14

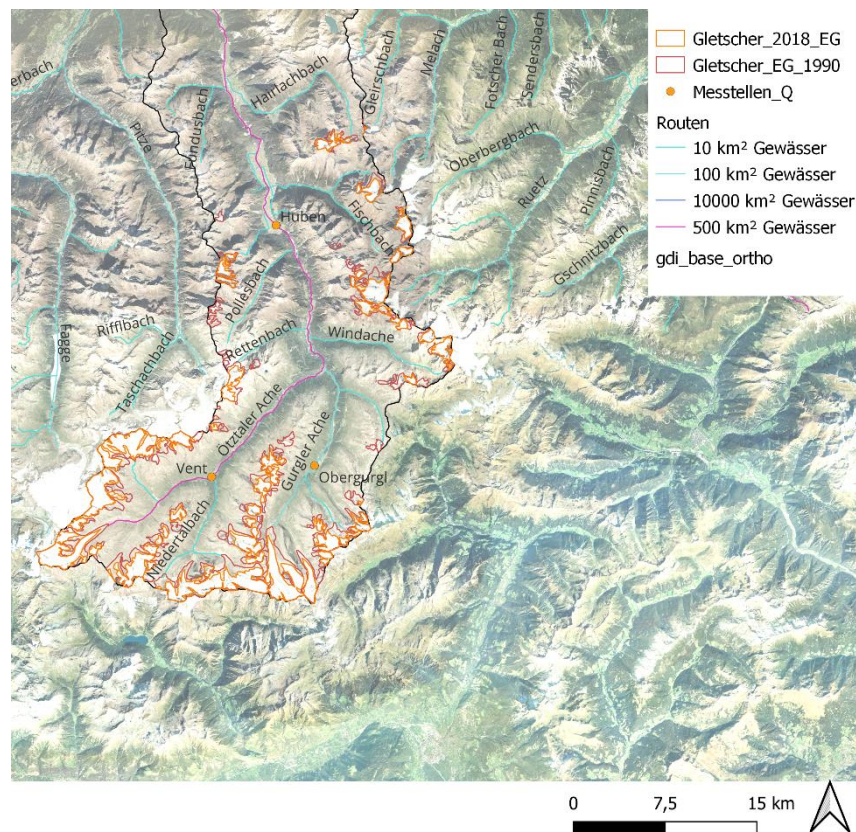


Abbildung 20: Karte Vergletscherung Ötztaler Ache (Datenquellen: Gletscher Klassifizierung 1990, 2018, Basiseinzugsgebiet Ötztaler Ache, Durchflussmessstellen Hydrographischer Dienst; Gesamtwässernetz, Orthofoto)

In Abbildung 21 dargestellt das kumulative Flächenausmaß der Gletscher im Einzugsgebiet der Ötztaler Ache im Jahr 1990 und 2018. Des Einzugsgebietes des Pegels Huben inkludiert die Einzugsgebiete der Pegel Vent und Obergurgl. Dementsprechend ist in der Abbildung 21 in Gelb die zusätzliche Gletscherfläche im Einzugsgebiet des Pegel Huben angezeigt, der die beiden vorherigen Flächen (Gletscher im EZ Vent und EZ Obergurgl inkludiert). Dies gilt auch für das Einzugsgebiet der gesamten Ötztaler Ache.

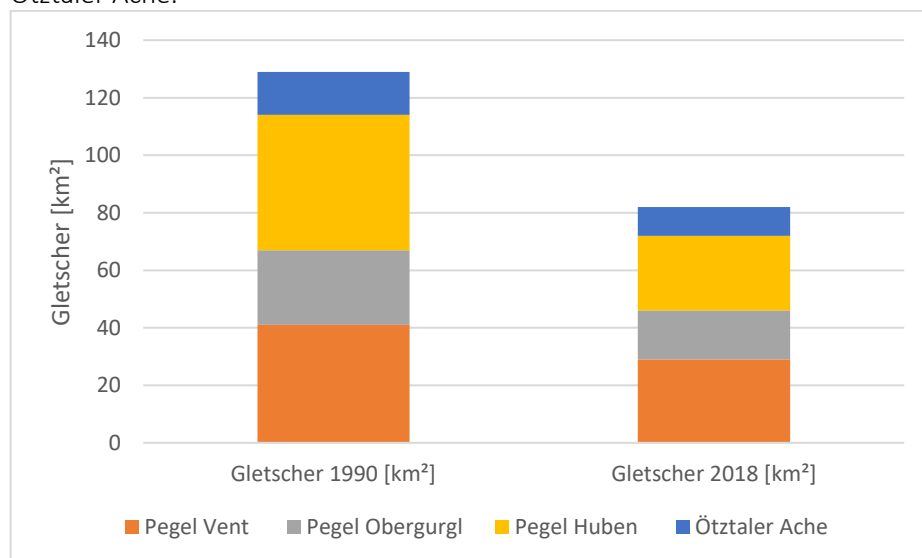


Abbildung 21: Gletscherfläche [km²] (Datenquellen: Landnutzungskartierung CLC 1990 & 2018, Basiseinzugsgebiete, Durchflussmessstellen Hydrographischer Dienst)

Im Jahr 1990 waren 14% des Einzugsgebietes der Öztaler Ache vergletschert im Vergleich zum Jahr 2018 in dem 9 % vergletschert sind. In Abbildung 22 wird die Vergletscherung im Einzugsgebiet der Messtellen veranschaulicht.

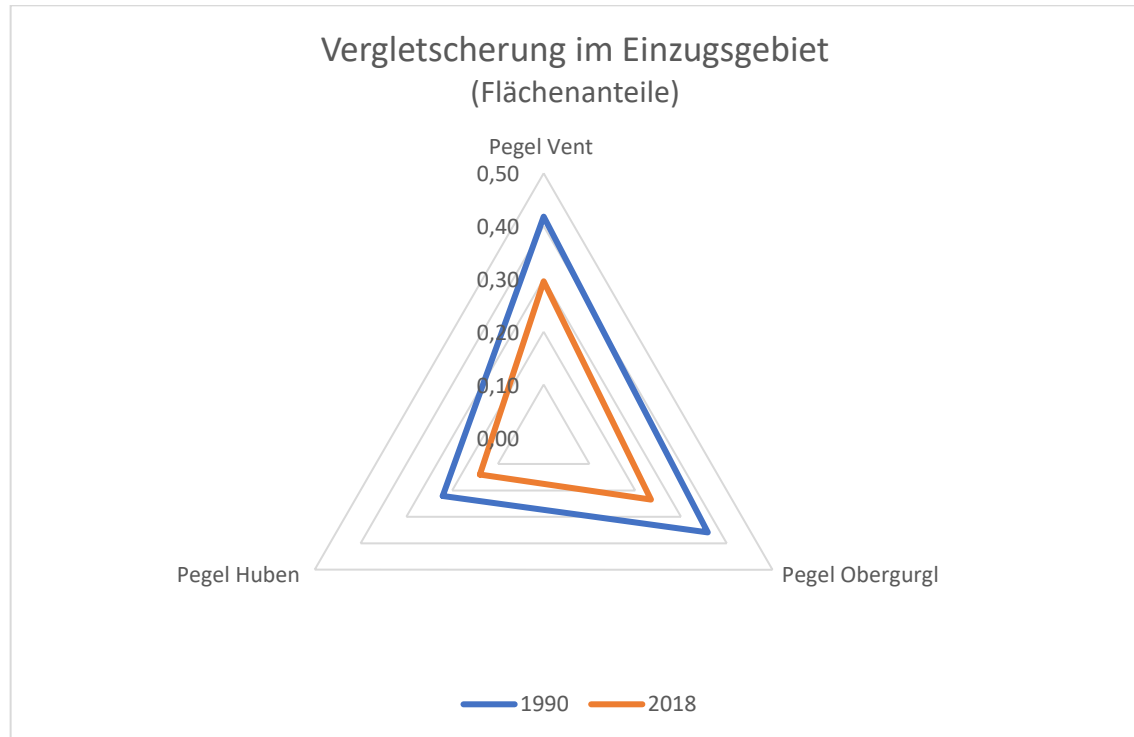
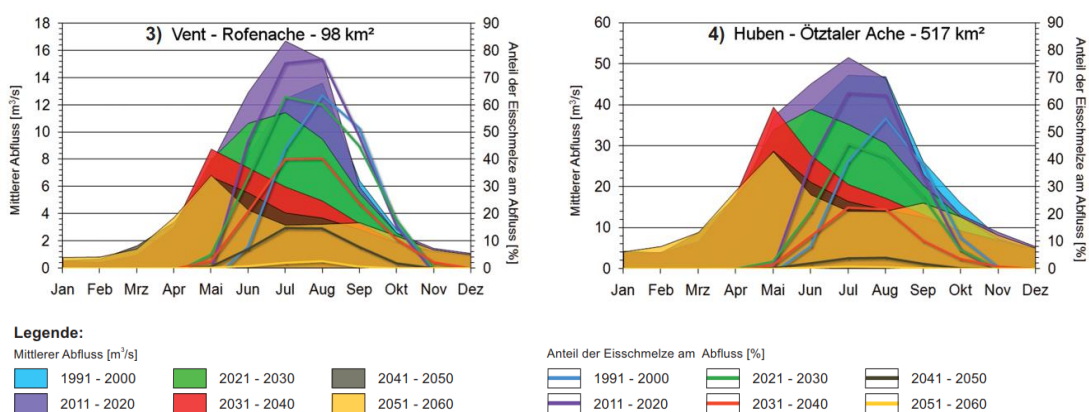


Abbildung 22: Vergletscherung im Einzugsgebiet (Datenquellen: Landnutzungskartierung CLC 1990 & 2018, Baseineinzugsgebiete, Durchflussmessstellen Hydrographischer Dienst)

5.6. Interpretation Abflussregime

Weber & Prasch (2009) ermitteln in ihrer Studie, dass das Schmelzwasser der Gletscher im Juli und August über 60% des Abflusses liefert und ein Viertel bis ein Drittel der Jahressumme.



Abbildungen 3.1.4.1-3.1.4.10: Mittlere Monatsmittel des Abflusses [m³/s] und relativer Anteil des Eisschmelzwassers [%] für Teileinzugsgebiete der Oberen Donau unter dem Klimatrend REMO regional und der Klimavariante Baseline (Quelle: Modellierung mit Ergebnissen aus dem statistischen Klimaantriebs-Generator).

Abbildung 23: Monatsmittel des Abflusses [m³/s] und relativer Anteil der Eisschmelze [%] (Quelle: Weber & Prasch (2009))

Laut dem von ihnen erfassten Model nimmt der jährliche Abfluss sich zwischen 2000 und 2060 um ca. 30-35 % ab (Weber & Prasch, 2009).

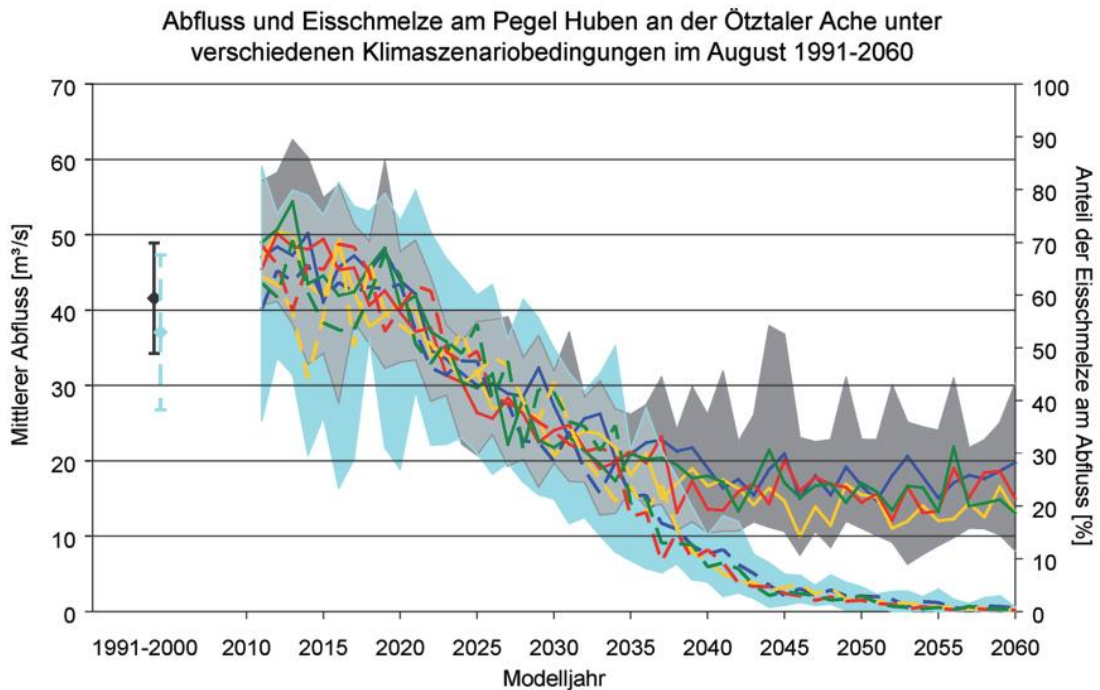


Abbildung 3.1.4.13: Mittlerer Augustabfluss und prozentualer Anteil der Gletscherschmelze für den Pegel Huben. Die blauen Flächen stellen die Bandbreite des Anteils der Gletscherschmelze aus allen 16 statistischen Klimavarianten dar, während die grauen Flächen die Bandbreite des mittleren Augustabflusses abbilden.



Abbildung 24: Mittlerer Augustabfluss [m³/s] und Anteil der Gletscherschmelze [%] für den Pegel Huben (Quelle: Weber & Prasch (2009))

Werber et al. (2009) ermitteln, dass die Schmelzwasserbildung auf den Gletschern in der ersten simulierten Dekade 2011 -2020 zunächst, aufgrund einer verlängerten Ablationsperiode, zunimmt. Dies zeigt sich am deutlichsten in Kopfeinzugsgebieten wie beispielsweise am Pegel Vent (Abbildung 23).

„Dadurch steigt der Anteil des Gletscherwassers von 50% auf über 70%. Mit der abnehmenden Gletscherfläche verringert sich der Gletscherabfluss stetig, aber erst gegen 2030 wird das durchschnittliche Niveau der Abflüsse vor 2000 wieder erreicht. In der sich daran anschließenden Phase liefern die Gletscher deutlich weniger Wasser als heute, weshalb der Sommerabfluss unter das Maximum der Schneeschmelze im Mai/Juni abfällt. Das ursprünglich glazial geprägte Abflussregime wandelt sich zu einem weitgehend durch den Schneespeicher geprägten nivalen Regime um “ (Werber et al., 2009). „Den deutlichsten Rückgang zeigen die Abflüsse im August, da sie in der Regel mit dem Zeitpunkt der maximalen Gletscherspende zusammenfallen“ (Werber et al., 2009).

Die gemessenen Durchflussdaten bestätigen die Trendwende des Abflussregimes vom glazialen zum nival geprägtem Abflussregime. Der simulierte Abfluss der Dekade 2011 - 2020 (Abbildung 23) deckt

sich gut mit dem gemessenen Abflusstrends in Vent und Huben 2009 - 2018 (Abbildung 18). Gut zu sehen ist eine frühere flachere Abflussspitze im Jahresverlauf.

Die mit der Gletscherschmelze korrespondierende initiale Zunahme des jährlichen Abflussmittels ist freilich nicht nachhaltig, da diese Gletscherspende mit Rückgang und Aufzehrung des Gletschers („Entleerung“ des Wasserreservoirs) zurückgehen wird. Der prognostizierte Rückgang der Jahressumme der Abflüsse beträgt ca. 30-35 % zwischen 2000 und 2060 in Kopfeinzugsgebieten wie Vent oder Huben (Weber & Prasch, 2009) und ist somit essenziell in der lokalen Abflussentwicklung.

Diese absehbare Änderung der Abflüsse infolge Gletscherschmelze müssen für eine effiziente Anlagenauslegung und eine umfassende Wirkfaktorenanalyse berücksichtigt werden.

6. Erfahrungsbericht lokaler Wasserversorger

Die Angaben lokaler Wasserversorger unterstreichen das oben aufgezeigte statistische Bild. Der qualitative Eindruck ist, dass

- „die Bäche weniger werden und im Sommer teilweise zur Gänze ausbleiben.“
- „die Winter niederschlagsärmer werden.“

Aufgrund des Rückgangs der Quellschüttung bereits gefasster Quellen und der steigenden Tourismuszahlen musste ein lokaler Wasserversorger zu den bestehenden zwei Quellfassungen eine dritte Quellfassung ergänzen.

In allen drei Quellschüttungen werden seit Beobachtungsbeginn (2009) rückläufige Schüttungen beobachtet.

Die besagten Quellen befinden sich an den Osthängen der Gurgler Ache; da der Wurmkogelferner bereits weggeschmolzen ist, sind diese Quellen nicht mehr von der rückläufigen Gletscherschmelze betroffen; diese Änderung haben diese Quellen bereits „hinter sich“. Nichtsdestotrotz sind die Auswirkungen reduzierten Niederschlags und erhöhter Evapotranspiration zu bemerken.

7. Maßnahmen Ausbauprojekt KW Kaunertal

7.1. Wasserfassung – Unterbrechung des Porengrundwasserkörpers

Zur geordneten Wasserentnahme auch bei erhöhten Wasserführungen der Venter und der Gurgler Ache werden die beiden Gewässer vermutlich aufgestaut und die Stauziele der beiden Entnahmen aufeinander abgestimmt werden. Eine solche **Stauhaltung** ist durch Errichtung einer Staumauer oder eines Staudammes möglich, die beidseitig in die Bergflanken eingebunden werden. Somit wird der gesamt Oberflächenabfluss gefasst und nur das gewässerökologisch erforderliche Restwasser in das Gewässer zurückgeleitet.

Zur Erhöhung der Standsicherheit einer Staumauer oder eines Staudammes werden üblicherweise **Dichtschirme** in den Untergrund eingebracht, um eine Unterströmung des Bauwerkes zu verhindern.

Der Talboden der Gurgler Ache als auch der Venter Ache ist mit Hangschutt und Moränenmaterial wird „bis in die Gipfelregionen“ durch Moränenmaterial bzw. an den unteren Talhängen fluviale oder gravitative Schuttfächer überlagert ist. In diesen mächtigen Lockergesteinsschichten ist gemäß Anlagenbeschreibung mit einem **zusammenhängenden Porengrundwasserkörper** zu rechnen.

Die für die Standsicherheit erforderlichen Dichtschirme durchschneiden diesen Porengrundwasserkörper und sind geeignet, den dortigen Grundwasserstrom zu blockieren!

Der **Porengrundwasserkörper wird also von einem Teil der alimentierenden Außeneinzugsgebieten abgeschnitten**; je näher zur geplanten Wasserfassung desto gravierender ist dieser Umstand. In Sölden stellen die Gurgler und Venter Ache einen erheblichen Anteil der Außeneinzugsflächen.

Die geplanten Wasserfassungen sind folglich bereits aus bautechnischer Sicher geeignet, bestehende Wasserentnahmen oder die **Sicherung zukünftiger Trink- und Nutzwasserreserven zu beeinträchtigen**.

7.2. Stollenbau - Tunnelwasser

Beim Tunnelwasser handelt es sich um Berggrundwasser, das überwasserführende Kluftscharen oder Störungszonen in den Stollen/Tunnel eindringt. Diese können je nach Geologie des durchfahrenen Gebirges zwischen 10 und 50 l/s.km liegen.

Aufgrund der vorhandenen kristallinen Geologie der Öztaler Alpen ist mit eher geringen durchschnittlichen Durchlässigkeiten zu rechnen. Hohe Durchlässigkeiten sind jedoch punktuell bzw. abschnittsweise an Störungszonen bzw. Bereichen gehäufte Kluftscharen zu erwarten.

Der geplante Überleitungsstollen zwischen Venter- und Gurgler Ache hat gemäß TIWAG Homepage eine Länge von 22,7 km. Hiervon sind ca. 10 km dem Einzugsgebiet der Öztaler Ache zuzurechnen:



Abbildung 25: Planausschnitt des geplanten Überleitungsstollenauch – ergänzende Markierung des Abschnittes im Einzugsgebiet der Ötztaler Ache (TIWAG Homepage)

Auch bei vorsichtigen Annahmen von 10 l/s.km resultiert ein Tunnelwasseranfall von $10 \times 10 = 100$ l/s bzw. 3,2 Mio m³ pro Jahr.

Als Größenvergleich: dies entspricht in etwa 50 % der aktuell bewilligten Trinkwasserentnahmen in der Region Sölden.

Die geplanten Tunnelführungen sind also geeignet den Bergwasserkörper in besagtem Ausmaß zu drainagieren mit dem direkten Effekt, den Berggrundwasserkörper und die hiermit verbundenen Wasserentnahmen zu degradieren, bzw. mit dem indirekten Effekt, die alimentierende Wirkung des Einzugsgebiets der Porengrundwasserkörper im Talboden und somit dortige Wasserentnahmen zu schmälern.

7.3. Geplante Wasserentnahmen

7.3.1. Abflussreduktion

Die Qualitätszielverordnung Ökologie Oberflächengewässer gibt für den sehr guten Zustand folgende Vorgaben:

§ 12.

(2) Der Wasserhaushalt eines Oberflächenwasserkörpers befindet sich in einem sehr guten Zustand, wenn folgende Kriterien erfüllt sind:

1.

Im Oberflächenwasserkörper darf nur eine solche Wasserentnahme erfolgen, die mit 20% der Jahreswasserfracht an der Fassungsstelle begrenzt ist. Zu Zeiten, in denen die Wasserführung von April bis September unter der Jahresmittelwasserführung bzw. von Oktober bis März unter der Mittelwasserführung der Wintermonate liegt, ist die Entnahmemenge auf 10% des NQt begrenzt.

Da die geplanten Entnahmen knapp oberhalb der Gemeinde Sölden erfolgen und einen Großteil des Einzugsgebietes der Öztaler Ache erfassen, kann mit einer Abflussreduktion in der Öztaler Ache von ca. 80 % auf rd. 20 % gerechnet werden.

Für die Venter Ache entspricht dies einer maximalen Restwasserführung in den Sommermonaten von rd. 3,0 m³/s, für die Gurgler Ache von 2,0 m³/s.

Durch die geplante Abflussreduktion reduziert sich die benetzte Breite der Öztaler Ache, insbesondere in dem für die Grundwasserneubildung wichtigen Sommermonaten. Um die Erheblichkeit dieses Wirkfaktors zu beurteilen, ist eine Quantifizierung der Grundwasserneubildung im Ausgangs- und im Planungszustand erforderlich.

Weiters kann davon ausgegangen werden, dass es infolge von Stauraumspülungen und reduzierten Abflüssen zu Ablagerungen von sehr feinem Material inkl. Schwebstoffe kommen wird. Zur Beurteilung der Beeinträchtigung der Grundwasserneubildung infolge der verursachten Materialablagerungen ist eine Darstellung der Sohlsubstrates im Ausgangs - und im Planungszustand erforderlich.

Die geplanten Anlagen sind jedenfalls geeignet, folgende Wirkmechanismen auszulösen:

- Verringerung der benetzten Fläche und somit der Infiltrationsfläche und der Grundwasserneubildung
- Verringerung der Fließgeschwindigkeit, Transportkapazität und Infiltration durch vergrößerte Ablagerung und Sohlabdichtung

Diese Effekte betreffen besonders die Fließstrecken mit wenig Sohlgefälle und tiefgründigen Porengrundwasserkörpern, zB in der Region Sölden.

7.3.2. Kolmatierung der Gewässersohle

Die Gewässerstrecke bachabwärts der Wasserentnahmen ist in zweifacher Hinsicht einer verstärkten Ablagerungstendenz ausgesetzt:

- An den Wasserfassungen sammelt sich im laufenden Betrieb Geschiebe und Schwebstoffe, die im Zuge von regelmäßigen bzw. anlassbezogenen **Stauraumspülungen** in den Unterlauf ausgespült werden. Dieses Material wird sich insbesondere **in Fließstrecken mit geringem Gefälle ablagern**.
- Um das ausgeschwemmte Material möglichst weit in den Unterlauf mit höheren mittleren Wasserführungen zu spülen bzw. auf eine möglichst lange Strecke zu verteilen, wäre ein Spülstoß erforderlich, der deutlich über das erforderliche Maß für die Stauraumentleerung hinausgeht. Die **Restwasserführungen unterhalb der Wasserfassungen sind nicht in der Lage, das abgelagerte Material weiterzutransportieren**.

Der Fließabschnitt der Öztaler Ache innerorts der Gemeinde Sölden weist ein mittleres Gefälle kleiner als 1 % auf, in der Freistrecke bachabwärts von Sölden erhöht sich das Sohlgefälle auf mehr als 2 %. Mit sinkendem Sohlgefälle verbreitert sich das Bachbett. Dies und die reduzierte Fließgeschwindigkeit in diesem Bereich ist vorteilhaft für die Infiltration und Grundwasseranreicherung.

Niedrigere Fließgeschwindigkeiten begünstigen aber auch die Materialablagerung infolge reduzierter Schleppkraft. Diese **Flachstrecken**, die erheblich zur Grundwasserneubildung beitragen können, **reagieren also sensibler auf Änderungen der Schwebstofffracht bzw. Transportkapazität der fließenden Welle**.

Die Interaktion zwischen Oberflächengewässern und dem Grundwasser hängt neben den geologischen und hydrologischen Verhältnissen auch von der relativen Höhenlage zueinander ab:

Im Vergleich zum Bachwasserspiegel hoch gelegene Grundwasserspiegel exfiltrieren in die Oberflächengewässer; sie werden entlang des Bachbettes drainiert und erhöhen den Bachabfluss. Tief gelegene Grundwasserkörper können nicht in das Gewässer exfiltrieren; bei entsprechender Durchlässigkeit der Gewässersohle infiltriert Bachwasser ins Grundwasser durch Versickerung über die Bachsohle. Die Durchlässigkeit der Bachsohle kann durch Geschiebe und Schwebstoffe verändert werden; eine erhöhte Trübefracht einerseits und verringerte Spülwirkung der geplanten Restwasserabflüsse andererseits begünstigt Ablagerungen und reduziert die Infiltration ins Grundwasser.

Da die Talfluren des Ötztales mit Lockersedimenten gefüllt sind, ist ein potentiell tiefgründiger Porengrundwasserkörper vorhanden. Dies ist zB im Längenfelder Becken zu beobachten, wo der Köfler Bergsturz zu einem Rückstau der Ache und Verfüllung des Talbodens geführt hat. In den Talböden ist wahrscheinlich von einer Infiltration von Bachwasser ins Grundwasser auszugehen.

Das Maß dieser Grundwasserneubildung durch Infiltration ist in einer Wirkfaktorenuntersuchung zu ermitteln, um belastbare Aussagen treffen zu können.

Zur weiteren Beurteilung sind folgende **weiterführende Untersuchungen** erforderlich:

- Maß der Grundwasserneubildung über Acheninfiltrat im Ausgangszustand
- Maß der Kolmatierung durch Geschiebe und Schwebstoffeintrag
- reduziertes Maß der Grundwasserneubildung durch Kolmatierung und Abflussreduktion i Planzustand
- Trennende Wirkung der beiden Wasserfassungen (Dichtschirme) auf den zusammenhängenden Porengrundwasserkörper

7.3.3. Eingriffssensibilität der hydrologischen und geohydrologischen Verhältnisse

Die Beurteilung der Eingriffssensibilität der hydrologischen und hydrogeologischen Gesamtsituation darf nicht bloß die bestehenden Nutzungsverhältnisse beschränkt bleiben. Im Sinne eines konsequent gedachten „Trinkwasservorbehaltes“ gemäß Rahmenplan Tiroler Oberland ist die **Eingriffssensibilität anhand der Sicherungsfunktion der Grundwasser- und Oberflächenwasserkörper für die Nutz- und Trinkwasserversorgung des Ötztales** zu beurteilen. Nur so können Beeinträchtigungen der zukünftigen Wasserversorgung aufgezeigt und verhindert werden.

8. Zusammenfassung

8.1. Klimatisch bedingter Rückgang des Dargebotes

Die regionale Klimaentwicklung in der Region West zeigt einen deutlich ansteigenden Temperaturtrend [HISTALP Jahresbericht 2022]. Des Weiteren bestätigen abnehmende Niederschläge (vgl. Abbildung 11) ein trockenes Klima zumindest im unteren Ötztal (Kuhn et al., 2009), in dem sich die betrachtete Niederschlagsmessstelle befindet. Koch et al. (2011) modellieren für das Einzugsgebiet der oberen Donau bis 2060 eine erhebliche Abnahme der Energieerzeugung aus Wasserkraft um ca. 9 bis 15 %, dies ist primär auf die Abnahme der Jahresniederschläge zurückzuführen. Die Abnahme betrifft besonders den Sommer, in dem es zu einer Verschärfung der Nutzungskonflikte kommen kann. Im Vergleich zum gegenständlichen Projektgebiet ist das Einzugsgebiet der oberen Donau weitaus weniger vergletschert, weshalb der Gletscherrückgang deutlich geringer abzeichnen wird. Der Erzeugungsrückgang wird im gegenständlichen Projektgebiet voraussichtlich höher ausfallen, da das verwertbare Wasserdargebot deutlich höheren Gletscheranteil aufweist.

Die Messstellen der analysierten Pegeldata befinden sich im Kopfeinzugsgebiet und sind durch ein glaziales Abflussregime geprägt. Die Daten zeigen eine Zunahme der Abflüsse im frühen Sommerhalbjahr, bedingt durch eine frühere Schneeschmelze sowie eine Abnahme der Abflussmaxima. Die Abflüsse zeigen ein Abflachen der Durchflusskurve im Jahresgang. Der Jahresgang zeigt einen **Trendwandel von einem glazialen Abflussregime in Richtung eines nivalen Abflussregime**, welches für die Zukunft prognostiziert wird.

Die Daten der Quellschüttung zeigen einen ähnlichen Trend wie die Abflussdaten, einen **früheren Beginn der Quellschüttung im Jahresgang und deutlich abnehmende Maxima**, ersichtlich durch eine breitere flachere Kurve. Auch die Daten der Quellschüttung sind also durch ein früheres Einsetzen der Schneeschmelze geprägt. An der öffentlichen Messstelle Hochebenkarquellen ist ein Rückgang der jährlichen Schüttung festzustellen; dieser Trend wird voraussichtlich auch auf die übrigen in der Region befindlichen Quellwasserentnahmen zu übertragen sein.

Die Datenmessungen zur Neuschneebildung zeigen einen **Rückgang der Neuschneemengen** besonders deutlich im frühen Sommerhalbjahr, also eine Reduktion der Neuschneedecke.

Die Gletscherfläche im Ötztal ist 2018 bereits um etwa 36 % reduziert gegenüber dem Referenzjahr 1990 (vgl. Tabelle 5: Vergletscherung im Einzugsgebiet (Datenquellen: Landnutzungskartierung CLC 1990 & 2018, Basiseinzugsgebiete)Tabelle 5). Im Gletscherhaushaltsjahr 2021/2022 zeigen alle 89 untersuchte Gletscher (12 Gletscher im Venter Tal und 3 Gletscher im Gurgler Tal) überwiegend beträchtlich ein Verlust an Fläche und Volumen (Lieb & Kellerer-Pirklbauer, 2023). Der mittlere Rückzugsbetrag ist 2,6-mal größer als der Wert des Vorjahres und höher als der bisherige Maximalwert. Die Autoren erklären sich dies aus einer Zusammensetzung der folgenden Komponenten: unterdurchschnittlichen Schneemengen und sehr warmen Schmelzspitzen, die schon Ende Mai Anfang Juni einsetzten und bis in den September reichen. Diese Analyse deckt sich mit den untersuchten Daten im Ötztal, diese zeigen eine Reduktion der Schneemenge (vgl. Abbildung 14) sowie frühere längere Schmelzspitzen (vgl. Abbildung 22).

Somit ist nach dem Anstieg des Wasserdargebots durch die vermehrte Gletscherschmelze, nunmehr - nach Rückgang der Gletscher - mit einer fortschreitenden Abnahme zu rechnen (Weber & Prasch, 2009). Das Wasserdargebot entwickelt sich also gegenläufig zum historischen Trend. Der Anteil der Eisschmelze an der mittleren Jahresfracht 1991-2000 betrug 36.9 % am Pegel Vent und 26.5 % am Pegel Huben (Weber et al., 2009). Der Anteil an Gletscherwasser in dem Sommerabflüssen am Pegel Vent

steigt vorerst von 50 % auf 70 % zwischen den Perioden 1991-2000 zu 2011-2020. Die Zunahme der Durchflüsse durch die Gletscherschmelze ist durch das Gletscherdargebot begrenzt.

Eine baldige dauerhafte Trendwende liegt bei den bereits stark reduzierten Gletscherfläche nahe und ist bereits in den Abflussdaten der letzten Dekade (2009-2018) ersichtlich (vgl. Abbildung 18). Dies wird auch von dem von Weber et al. (2009) modelliertem Trend bestätigt.

Laut Autor:innen ist 2030 das durchschnittliche Niveau der Abflüsse vor 2000 am Pegel Vent wieder erreicht, in der anschließenden Phase liefern die Gletscher deutlich weniger Wasser als aktuell.

Im Jahresgang liegt das Maximum der Eisschmelze am Abfluss am Pegel Huben in der Periode 2051-2060 in den Monaten Juli und August bei unter 5 % (vgl. Abbildung 24 (Weber & Prasch (2009))). Der modellierte **mittlere Monatsabfluss im Juli sinkt massiv** zwischen den Perioden 2011-2020 und 2051-2060 am Pegel Vent von ca. 16 m³/s auf 3 m³/s und am Pegel Huben von ca. 52 m³/s auf 14 m³/s, dies entspricht einer Reduktion von über 60 % (vgl. Abbildung 23 (Weber & Prasch (2009))). Die Reduktion der Abflüsse über das Sommerhalbjahr an den Pegeln Vent und Huben beträgt 40 - 60 % (vgl. Abbildung 23 (Weber & Prasch (2009))). Der prozentuale Anteil der Gletscherschmelze am Abfluss im August am Pegel Huben, dargestellt der Schwankungsbereich aus 16 statistischen Klimavarianten, erreicht etwa 2050 erstmals (0 %)(vgl. Abbildung 23 (Weber & Prasch (2009))). Weber et al. (2009) prognostizieren eine Beschleunigung des Gletscherschwundes und ein das nahezu vollständigen aufgebrauch der Eisreserven bis 2060.

Die Umverteilung des Abflussdargebots im Jahresgang sowie sinkende Abflussspitzen sind evident. Des Weiteren zeigt sich, dass die historische Zunahme der Abflüsse keine repräsentative Grundlage für die Annahme des zukünftigen Abflussdargebots ist, da mit einem stark abnehmenden Trend zu rechnen ist.

8.2. Statistisch belegte und klimatisch bedingte Zunahme des Wasserbedarfs

Der Bedarf für die Wasserversorgung würde mit dem bestehenden Trend für das Jahr 2050 im Vergleich mit 2019 in der Wintersaison um 22 % ansteigen und um 14 % in der Sommersaison. Hinzukommt das bei bestehenden ansteigenden Temperaturtrend mit einem überproportional steigenden Bedarf für Bewässerung und Beschneiungsanlagen zurechnen ist.

8.3. Alternative Entnahmemöglichkeiten

Die statistischen Daten zeigen einerseits einen steigenden Wasserbedarf und andererseits ein rückläufiges Dargebot auf. Ohne Begrenzung des Bedarfs (zB durch Eingrenzung des Tourismus) wird nach alternativen Entnahmemöglichkeiten zu suchen sein.

Da in den Talböden zB von Sölden sämtliche Abflüsse (ober- und unterirdisch) zusammenkommen, sind die dortigen Porengrundwasserkörper vermutlich am geringsten von den Klimaänderungen betroffen. Diese bieten somit eine Ausweichmöglichkeit bzw. eine Ergänzung für die aufgehende Schere zwischen rückläufigem Dargebot und wachsendem Bedarf.

Um die Ergiebigkeit der Porengrundwasserkörper zu erhöhen, kann dieser durch zB Versickerung von Flusswasser angereichert werden. Im Jahresgang können Abflussspitzen entnommen und über Versickerungsteiche und/oder Sickerrigole zur Grundwasserneubildung verwendet werden.

Weiters kann bei entsprechender Aufbereitung auch eine direkte Flusswasserentnahme aus der Gurgler Ache und der Venter Ache für Nutz und Trinkwasserzwecke erfolgen. Dies betrifft insbesondere die

Gewässeroberläufe, wo aufgrund extensiver Nutzung im Einzugsgebiet mit hoher Wasserqualität zu rechnen ist.

8.4. Wirkfaktoren bzw. Risikofaktoren des Ausbauprojekt KW Kaunertal

Die geplanten Maßnahmen können folgende Wirkfaktoren entfalten, die ein Risiko für die Sicherung der Wasserversorgung darstellen:

- Die erforderlichen **Dichtschirme an den geplanten Wasserfassungen** der Venter und Gurgler Ache sperren den Porengrundwasserkörper der beiden Gewässer und bewirken somit eine **wesentliche Reduktion des orographischen Einzugsgebietes des Porengrundwasserkörpers und somit dessen Neubildung** in der Region Sölden.
- Durch die geplante Wasserentnahme kommt es zu massiv **verringerten Abflüssen** in den Übergangs- und Sommermonaten (um bis zu 80% weniger). Somit erfolgt eine **Reduktion der benetzten Gewässerbreite und der potentiellen Infiltrationsfläche**. Je nach vorhandener Sohldurchlässigkeit der Öztaler Ache wird es abschnittsweise zu einer **verminderten Infiltration in den Porengrundwasserkörper (Grundwasserneubildung)** entlang der Öztaler Ache kommen.
- Das Geschiebemanagement darf nicht nur auf Erhalt der Funktionsfähigkeit der geplanten Anlagen und der Hochwassersicherheit ausgelegt werden, sondern auch auf die Verhinderung von feinkörnigen Anlandungen in der Öztaler Ache. Durch die geplante Abflussreduktion kommt es zu verringerter Fließgeschwindigkeit, Wassertiefe und folglich Transportvermögen. In den Flachstrecken der Öztaler Ache wird es zu **Anlandungen** kommen, die eine **Verringerung der Sohldurchlässigkeit und somit der Infiltration von Flusswasser in den Porengrundwasserkörper** bedingen können.
- **Tunnelwasser**, also Berggrundwasser, das in den geplanten Überleitungsstollen eindringt und dem Einzugsgebiet der Öztaler Ache entzogen wird, kann mit rd. 50 % der derzeit bewilligten Trinkwasserentnahmen abgeschätzt werden. Dies kann zur direkten **Beeinträchtigung bestehender Wasserrechte** im Nahbereich der Stollentrasse und indirekt zur **reduzierten Speisung des Grundwasserkörpers** in den Talsohlen führen.

8.5. Trinkwasservorbehalt – Rahmenplan Tiroler Oberland

Wenn **Restwasserabgaben** ausschließlich unter gewässerökologischen Aspekten festgelegt und evtl. durch Habitatuntersuchungen „optimiert“ bzw. auf ein ökologisches Mindestmaß reduziert werden, sind keine Reserven für künftige höherwertige Wasserentnahmen (**Trinkwasservorbehalt**) mitberücksichtigt.

Dies widerspricht dem Rahmenplan Tiroler Oberland, dessen Vorgaben mit 100 l/s bloß rd. 50% des Wasserbedarfes (exkl. Beschneigung) der Region Sölden darstellt und weit unter dem Bedarf des gesamten Ötztales liegen und somit ohnedies äußerst gering sind.

Diesen Wasserbedarf gilt es zusätzlich zur Qualitätszielverordnung Ökologie Oberflächengewässer zu berücksichtigen (maximale Entnahme 80% des Dargebots in den Sommermonaten).

Ein Trinkwasservorbehalt ist ergänzend zu den gewässerökologischen Erfordernissen bei der Festlegung der Restwasserabgabe zu berücksichtigen.

8.6. Mindestumfang der Wirkfaktorenanalyse

Um die Eingriffsintensität dieser Wirkfaktoren beurteilen und allfällige Konsequenzen daraus ziehen zu können, ist folgender Mindestumfang an Untersuchungen erforderlich.

Insbesondere ist die **Grundwasserneubildung** entlang der Öztaler Ache für den Ausgangszustand und den Planzustand zu quantifizieren, unter folgenden Aspekten:

- Trennende Wirkung der Wasserfassungen
- Kolmatierung der Gewässersohle infolge Stauraumpülungen und Abflussreduktion
- Verringerte Infiltration durch Kolmatierung und Abflussreduktion

Weiters sind sämtliche bisherigen Untersuchungen zu den hydrologischen Verhältnissen unter dem Gesichtspunkt des **Klimawandels und dynamischer Randbedingungen** durchzuführen. Eine Anlage, die für ein Jahrhundert Lebensdauer ausgelegt ist, muss absehbare Änderungen dieser Rahmenbedingungen allein für die eigene Effizienz jedenfalls aber zur Beurteilung der Eingriffsintensität berücksichtigen.

8.7. Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Für die nachhaltige Sicherung der öztaler Wasserversorgung ist mittelfristig die Erschließung neuer Bezugsquellen erforderlich. Solche potentiellen Bezugsquellen sind im Porengrundwasserkörper der Talfluren des Ötztales, im Uferbegleitstrom der Öztaler Ache und in deren fließender Welle selbst vorhanden. Diese alternativen Wasserbezugsquellen sind für eine künftige Nutzung zu schützen.

Im Wasserwirtschaftlichen Rahmenplan Tiroler Oberland sind Vorbehaltsmengen für die Trinkwassernutzung festgelegt. Abgesehen davon, dass solche Festlegungen zwingend im Ausbauprojekt Kaunertal zu berücksichtigen wären, sollten diese Vorbehaltsmengen – und somit der Rahmenplan Tiroler Oberland - an die tatsächlichen und absehbar zukünftigen Verhältnisse angepasst und deutlich angehoben werden.

Ein ergänzender Beitrag, um Risiken für die öztaler Wasserversorgung abzumildern, soll ein sparsamer Umgang mit der Ressource Wasser sein. Da ein Großteil der Verbraucher direkt oder indirekt mit dem Tourismus zusammenhängt, ist diese Frage in einem regionalen wirtschaftlichen Kontext zu sehen.

Wien, am 15.05.2023

9. Quellen

Amt der Tiroler Landesregierung. OGD elektronische Karte Tirol, Orthofoto.
<http://wmts.kartetirol.at/wmts>

Amt der Tiroler Landesregierung. Tourismus in Tirol. Zeitreihe Ankünfte und Nächtigungen - Sommersaison 2000 – 2022. Abgerufen 20.März 2023, <https://www.tirol.gv.at/statistik-budget/statistik/tourismus>

Amt der Tiroler Landesregierung. Tourismus in Tirol. Zeitreihe Ankünfte und Nächtigungen - Wintersaison 2000 – 2022. Abgerufen 20.März 2023, <https://www.tirol.gv.at/statistik-budget/statistik/tourismus>

Amt der Tiroler Landesregierung – Tiris. Wasserinformationen Tirol. Abgerufen 17.Februar 2023, <https://data-tiris.opendata.arcgis.com/datasets/tiris::wasserinformationen-1/about>

AWI – Bundesanstalt für Agrarwirtschaft (2012). Agriculture and the Threat of Water Scarce in Alpine Regions, ALP-WATER-SCARCE 2012.

Hydrographischer Dienst. NLV Messtelle: 102228 Sölden. Abgerufen 8.Dezember 2020, <https://ehyd.gv.at>

Hydrographischer Dienst. OWF Messtelle: 201350 Vent, 201376 Obergurgl, 201392 Huben, Abgerufen 8.Dezember 2020, <https://ehyd.gv.at>

Hydrographischer Dienst. QU Messtelle: 396283 Hochebenkarquelle. 8.Dezember 2020, <https://ehyd.gv.at>

Koch, F., Bach, H., Prasch, M., Weber, M., Braun, L., Mauser, W. (2011) Einfluss der Schnee- und Gletscherschmelze auf die Wasserkraft im Einzugsgebiet der Oberen Donau. *Energie in der Wasserwirtschaft*, 319-326.

Kuhn, M., Abermann, J., Olefs, M., Fischer, A., & Lambrecht, A. (2009). Gletscher im Klimawandel: Aktuelle Monitoringprogramme und Forschungen zur Auswirkung auf den Gebietsabfluss im Ötztal. *Mitteilungsblatt des Hydrographischen Dienstes in Österreich*, 86, 31-47.

Lieb, G., & Kellerer-Pirklbauer, A. (2023). Gletscherbericht 2021/21 Sammelbericht über die Gletschermessungen des Österreichischen Alpenvereins im Jahr 2022. *Bergauf*, 2(2023), 11-122.

Offene Daten Österreich. Gesamtgewässernetz – Basiseinzugsgebiete. Abgerufen 7.März 2023, <https://www.data.gv.at/katalog/dataset/13671fcf-a8ed-4f4b-91f1-74a7a01cca22>

Offene Daten Österreich. Gesamtgewässernetz - Fließgewässer (Routen). Abgerufen 7.März 2023, <https://www.data.gv.at/katalog/dataset/c2287ccb-f44c-48cd-bf7c-ac107b771246>

Offene Daten Österreich. CLC 1990. Abgerufen 8.März 2023, <https://www.data.gv.at/katalog/dataset/9e60aeed-ddfa-4be8-b647-b67ab96880ff>

Offene Daten Österreich. CLC 2018. Abgerufen 8.März 2023, <https://www.data.gv.at/katalog/dataset/76617316-b9e6-4bcd-ba09-e328b578fed2>

Reszler, C., Harum, T., Reichl, P. (2016). Grundwasserneubildung in alpinen Gebieten: Modellbasierte Ermittlung und Einschätzung der Vulnerabilität auf klimabedingte Veränderungen.

Statistik Austria. Bevölkerung zu Jahresbeginn nach administrativen Gebietseinheiten (Bundesländer, NUTS-Regionen, Bezirke, Gemeinden) seit 2002. Abgerufen 9.März 2023, <https://www.statistik.at/statistiken/bevoelkerung-und-soziales/bevoelkerung/bevoelkerungsstand/bevoelkerung-zu-jahres-/-quartalsanfang>

TIWAG Tiroler Wasserkraft AG - Vorhabensbeschreibung Ausbau Kaunertal, 26.04.2023
<https://www.tiwag.at/unternehmen/unsere-kraftwerke/ausbauvorhaben/ausbau-kaunertal/>

Weber, M., Braun, L., Mauser, W., & Prasch, M. (2009). Die Bedeutung der Gletscherschmelze für den Abfluss der Donau gegenwärtig und in der Zukunft. *Mitteilungsblatt des Hydrographischen Dienstes in Österreich*, 86, 1-29.

Weber, M., & Prasch, M. (2009). Einfluss der Gletscher auf das Abflussregime (des Einzugsgebiets der Oberen Donau) in der Vergangenheit und der Zukunft. *Global Change Atlas. Einzugsgebiet Obere Donau, GLOWA-Danube-Projekt, München*.

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG), HISTALP Jahresbericht 2022.