

KaraWAT

Strategija trajnostnega upravljanja vodnih virov v Karavanke UNESCO Globalnem Geoparku /

Strategie zum nachhaltigen Wassermanagement im Karawanken UNESCO Global Geopark

Delovni sklop T1- Inovativno orodje za upravljanje z vodnimi viri
/Arbeitspaket T1 – Innovatives Tool Für Wasserressourcenmanagement
Aktivnost A.T.1.2 Identifikacija vodnih virov in tveganj / Aktivität A.T.1.2
Wasserressourcen und Risiken

Dosežek: D.T.1.2.1 Poročilo o stanju vodnih virov in tveganjih – Avstrija /
Leistungen D.T.1.2.1 Bericht Zustand der Wasserressourcen und Risiken - c

december / **Dezember 2021**

Verzija/ **Version 11 – končna / Endfassung**

Projekt KaraWAT se v okviru Programa sodelovanja Interreg V-A Slovenija-Avstrija sofinancira s sredstvi Evropskega sklada za regionalni razvoj v vrednosti 296.891,52 EUR. / Das Projekt KaraWAT wird im Rahmen des Kooperationsprogrammes Interreg V-A Slowenien-Österreich vom Europäischen Fonds für regionale Entwicklung in Höhe von 296.891,52 EUR gefördert.

Vodilni partner / [Führungspartner](#): GeoZS

Avtorji gradiva / [Autoren des Materials](#): Lilia Schmalzl, Julia Zierler,
Danijela Modrej, Gerald Hartmann, Walter Poltnig

INHALTSVERZEICHNIS

Inhaltsverzeichnis	1
Tabellenverzeichnis.....	1
Karten- und Diagrammverzeichnis.....	1
Ein Bericht über Wasserressourcen und Risiken im Karawanken UNESCO Global Geopark.....	2
1. Klimawandel und seine Auswirkungen auf Wasserressourcen	3
2. Geographie und Wasserhaushalt des Karawanken Unesco Global Geoparks	4
2.1. Gebietsabgrenzung	4
2.2. Geologie	7
2.3. Landnutzung und wirtschaftliche Entwicklung	7
2.4. Klima und Wasserhaushalt	10
2.5. Wasserversorgung und -entsorgung	12
3. Wasserressourcen im Karawanken UNESCO Global Geopark.....	13
3.1. Oberflächengewässer.....	13
3.1.1. Zustandsüberwachung	14
3.1.2. Quantität (Menge).....	14
3.1.3. Qualität.....	15
3.2. Grundwasser	16
3.2.1. Quellen	17
3.2.2. Zustandsüberwachung	19
3.2.3. Quantität (Menge).....	20
3.2.4. Qualität.....	21
3.2.5. Wasserschutzgebiete.....	22

4. Risiken im Bezug auf Wasserressourcen im Karawanken UNESCO Global Geopark.....	25
4.1. Auswirkungen auf Wasserressourcen durch menschlichen Einfluss.....	25
4.1.1. Diffuse Schadstoffeinträge	25
4.1.1.1. Landwirtschaft.....	25
4.1.1.2. Forstwirtschaft	26
4.1.1.3. Verkehr	27
4.1.1.4. Siedlungen und Abwasser	29
4.1.1.5. Atmosphärische Deposition	29
4.1.2. Punktuelle Schadstoffeinträge	30
4.1.2.1. Einleitung von Abwässern aus kommunalen Kläranlagen.....	30
4.1.2.2. Abfallwirtschaft	31
4.1.2.3. Deponien und Altlasten.....	32
4.1.2.4. Bergbaugebiete	33
4.1.3. Hydromorphologische Belastungen	34
4.1.4. Sonstige Menschliche Auswirkungen auf Wasserressourcen	36
4.1.4.1. Tourismus	36
4.1.4.2. Stromausfall.....	37
4.2. Negative Auswirkungen durch Naturkatastrophen	37
4.2.1. Trockenheit und Dürre.....	37
4.2.2. Überschwemmungen und Hochwässer	38
4.2.3. Hangrutschungen	39
4.2.4. Schnee und Lawinen.....	40
5. Zusammenfassung der grössten Problembereiche.....	41
6. Gemeinsame Auslegung des Geoparks.....	43
7. Literaturverzeichnis.....	46

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Bevölkerungsentwicklung der Gemeinden des Karawanken UNESCO Global Geoparks. Der Aufnahmezeitpunkt der Daten der Gemeinde Bleiburg weichen von den anderen Datensätzen ab (Statistik Austria, 2021)	5
Tabelle 2: Landnutzung (Corine Landuse, 2018) im Karawanken UNESCO Global Geopark (AT) (Gesamtfläche (AT): 659,16 km ²).....	8
Tabelle 3: Anteil des Dauersiedlungsraums an der gesamten Katasterfläche (Statistik Austria, 2021) ..	8
Tabelle 2: Versorgungsgrad und Anschlussgrad der Geoparkgemeinden 2018, Stand: 31.12.2018; Zugriff: 05.08.2021 (Land Kärnten Abt. 8, 2018).....	12
Tabelle 4: Abflussmessstationen des hydrographischen Dienstes im Geopark Karawanken, Zugriff: 10.2021 (BMLRT Abt. 1/3, 2021).....	15
Tabelle 6: Kommunale Kläranlagen im Karawanken UNESCO Global Geopark (Land Kärnten KAGIS, n.d.)	31
Tabelle 7: IPPC-Anlagen (Integrated Pollution Prevention and Control) in den Gemeinden des Karawanken UNESCO Global Geoparks (Umweltinspektionsprogramm des Landeshauptmannes von Kärnten (2020-2022), 2020)	32

KARTEN- UND DIAGRAMMVERZEICHNIS

Karte 1: Lage des Karawanken UNESCO Global Geoparks (Poltnig & Herlec, 2012)	6
Karte 3: Karte des Karawanken UNESCO Global Geoparks (Poltnig & Herlec, 2012)	6
Karte 4: Landnutzung im Karawanken UNESCO Global Geopark (Corine Landuse, 2018).	9
Karte 5: Hydrographisches Messstellennetz Österreich – Niederschlagsmessstationen, Last Revision 23.07.2020 (BMLRT, 2021)	11
Karte 6: Hydrographisches Messstellennetz Österreich – Oberflächengewässer Messstellen, Last Revision 23.07.2020 (BMLRT Abt. 1/3, 2021).....	15
Karte 7: Grenzüberschreitender Grundwasserkörper der Karawanken (Poltnig & Herlec, 2012).....	17
Karte 8: Lage größerer Karstquellen und Mineralwasserquellen (Poltnig & Herlec, 2012 S. 114).....	18
Karte 9: Grundwasserkörper im Gebiet des Karawanken UNESCO Global Geoparks auf österreichischer Seite, Stand 1.4.2021 (BMLRT, 2021).	19
Karte 10: Hydrographisches Messstellennetz Österreich und Messstellen der Gewässerzustandsüberwachungsverordnung, Last Revision 23.07.2020 (BMLRT, 2021).....	22
Karte 11: Schutzgebiete im Karawanken UNESCO Global Geopark, Stand 1.4.2021 (BMLRT, 2021)	23
Karte 12: Schutzzonenkarte der Petzen ((Brenčič & Poltnig, 2008, S. 126).....	24
Diagramm 1: Landnutzung im Karawanken UNESCO Global Geopark in Prozent (Corine Landuse, 2018))	10
Diagramm 2: Ergebnisse der Umfrage zu Wasserressourcen und -risiken im Karawanken UNESCO Global Geopark.....	43

EIN BERICHT ÜBER WASSERRESSOURCEN UND RISIKEN IM KARAWANKEN UNESCO GLOBAL GEOPARK

Wasser ist unsere Lebensgrundlage. Wasser benötigen wir in nahezu allen Sparten des Lebens, wie etwa im Haushalt, in der Landwirtschaft, zur Energieerzeugung, bei der Produktion von Gütern, im Freizeit- und Tourismusbereich oder im Sport. Ein zuviel oder ein zuwenig an Wasser kann zur Gefahr werden, zu Hochwasser, Überschwemmungen oder Trinkwasserknappheit führen. Wasser ist ein begrenztes Gut. Ohne Wasser überlebt ein Mensch drei Tage. Deshalb ist das Wissen über Wasserressourcen und damit verbundene Risiken in der Bevölkerung essentiell für eine nachhaltige Bewirtschaftung (Holzeis et al., 2014).

Der Karawanken Unesco Global Geopark weist als grenzüberschreitender Geopark im Grenzbereich verkarstete Gesteine und eine unterirdische Entwässerung auf, die teilweise ebenfalls grenzüberschreitend ist. Sowohl auf österreichischer, wie auch auf slowenischer Seite kommt es zu Wasseraustritten, deren Einzugsgebiete teilweise im jeweils anderen Staatsgebiet liegen. Dies unterstreicht die Bedeutung der grenzüberschreitenden Zusammenarbeit in Hinblick auf die vorhandenen Wasserressourcen.

Die Aufgabe von UNESCO Global Geoparks ist es, »*die Verbindungen zwischen dem geologischen Erbe und allen anderen Aspekten des natürlichen und kulturellen Erbes des Gebietes zu fördern und deutlich zu machen, dass die Geodiversität die Grundlage aller Ökosysteme und die Basis der menschlichen Interaktion mit der Landschaft ist.*« (Kultur Und Natur | Deutsche UNESCO-Kommission, n.d.). UNESCO Global Geoparks sollten daher beim Schutz und der nachhaltigen Nutzung von Wasserressourcen eine wichtige Rolle spielen. Wasser ist maßgeblich bei der Entstehung geologischer Formationen beteiligt und hat somit eine zentrale Bedeutung für die Entstehung touristischer Angebote von Geoparks. Im Karawanken UNESCO Global Geopark verdeutlichen beispielsweise die Höhlen der Petzen und des Hochobirs welche Lösungsprozesse (Verkarstung) durch die Kombination aus Fels und Wasser entstehen können. UNESCO Global Geoparks sollten daher Ihren Beitrag dazu leisten, Wasser als natürliche Ressource nachhaltig zu nutzen und zu schützen sowie Angebote zu entwickeln, um Besucher:innen und Bewohner:innen über die Endlichkeit und die Risiken von Wasserressourcen zu informieren.

Im Rahmen des INTERREG VA Si-AT Projekts KaraWAT wird ein solcher Ansatz verfolgt. In einem breiten Beteiligungsprozess wird eine Strategie zum Schutz und zur nachhaltigen Nutzung von Wasserressourcen im grenzüberschreitenden Karawanken UNESCO Global Geopark (in Folge bezeichnet als Geopark Karawanken) gemeinsam mit der Bevölkerung und Entscheidungsträger:innen entwickelt. Gleichzeitig werden im Rahmen des Projekts bewussteinbildende Pilotaktionen durchgeführt, und ein grenzüberschreitender Webviewer zum Thema Wasser entwickelt, um Besucher:innen und Bewohner:innen auf die Besonderheiten von Wasserressourcen in dem Gebiet aufmerksam zu machen und auf damit verbundene Risiken hinzuweisen. Der Geopark Karawanken möchte informativ ansetzen und damit seinen Beitrag leisten die Wasserressourcen der Karawanken und des Vorlandes auch für zukünftige Generationen zu schützen (Geopark Karawanken; Geoparks Network, 2010; Zouros, 2004).

Der vorliegende Bericht gibt einen Überblick über das Thema Wasser sowie über die vorhandenen Wasserressourcen und Risiken in den Gemeinden des Geoparks Karawanken. Der Klimawandel betrifft alle Lebensbereiche, so auch die verfügbare Menge und Verteilung von Wasserressourcen. Ein kurzes

Kapitel weist zu Beginn des Berichts auf die vielfältigen Zusammenhänge zwischen dem Klimawandel und der Wasserwirtschaft hin. Im zweiten Kapitel wird die Geographie und der Wasserhaushalt des Geoparks Karawanken beschrieben. In wenigen Worten versucht der Bericht dem/der Leser:in einen Einblick in die Zusammenhänge von Wasser mit Geologie, Landnutzung und Klima zu geben. Auch wird in diesem Kapitel ein Überblick über die Organisation der Wasserversorgung und -entsorgung im Geopark Karawanken gegeben.

Das Kapitel 3 widmet sich den vorhandenen Wasserressourcen im Geopark. Hierbei werden Wasserressourcen in Oberflächengewässer und Grundwässer unterschieden. Leser:innen erfahren wissenswertes über die Zustandsüberwachung, die Qualität und die Quantität (Menge) von Wasser im Geopark Karawanken und finden weiterführende Informationen und Links, um sich tiefer in das Thema einzulesen. In diesem Kapitel wird dem/der Leser:in vermittelt in welchem Ausmaß Messstellen und Daten öffentlich zur Verfügung stehen, um ein effizientes Wasserressourcenmanagement in Österreich zu ermöglichen. Auf Basis dieser Daten werden viele relevante Entscheidungen hinsichtlich des Gewässermanagements getroffen. Zum Beispiel werden Wasserschutzgebiete ausgewiesen, die das Risiko von Verunreinigung unserer Grund- und Oberflächengewässer vermeiden sollen. Auf Basis der Daten werden aber auch bereits bestehende Risiken erkannt (Kapitel 4.1), die durch unsachgemäße Landnutzung, Einleitung von Schadstoffen, Veränderungen hydromorphologischer Voraussetzungen sowie durch andere menschliche Aktivitäten entstehen können. Im Kapitel 4.2 werden auch Naturkatastrophen, wie Dürreperioden, Hochwässer, Hangrutschungen oder Lawinen und ihre Auswirkungen auf die Gemeinden des Geoparks Karawanken diskutiert.

Abschließend gibt der Bericht eine Zusammenfassung der größten Problembereiche innerhalb des Geoparks Karawanken. Diese Zusammenfassung leitet sich einerseits aus den vorangegangenen Kapiteln ab, ist aber auch das Ergebnis von Workshops, die im Rahmen des Projekts KaraWAT abgehalten wurden. In diesen Workshops werden gemeinsam mit Stakeholdern der Wasserwirtschaft die größten Problembereiche zusammengefasst und gewichtet. Ein letztes Kapitel bespricht, welche Bedeutung die Ergebnisse des Berichts für die Aktivitäten des Geopark Karawanken haben könnten. Auch diese Thematik wird im Rahmen der Workshops gemeinsam mit den Stakeholdern diskutiert.

1. KLIMAWANDEL UND SEINE AUSWIRKUNGEN AUF WASSERRESSOURCEN

Veränderte Klimabedingungen haben vielfältige Auswirkungen auf den Wasserhaushalt, wie eine aktuelle Studie der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) und der technischen Universität Wien (2017) über den Klimawandel in der Wasserwirtschaft (BMNT, 2017) veranschaulicht:

Der Klimawandel beeinflusst Wassertemperaturen, Hochwässer- und Niederwasserabflüsse, den Gewässerzustand sowie die verfügbare Grundwassermenge. Die Temperaturerhöhung in Gewässern beeinflusst sowohl die Gewässerbiozöten als auch die Wasserqualität. Durch das Auftauen von Gletschern und Permafrostböden werden Schutt- und Felshänge im Gebirge zunehmend instabil. Dies beeinflusst den Geschiebehaushalt von Gewässern. Durch eine Zunahme an Extremwetterereignissen ist voraussichtlich mit einer Zunahme von Hochwasserereignissen zu rechnen, wobei das Ausmaß hierfür noch schwer abschätzbar ist. Lokale Starkregenereignisse werden mit hoher Sicherheit verstärkt auftreten. Im Sommer wird es zunehmend auch zu längeren Trockenperioden kommen, was einerseits zu einem geringern verfügbaren Wasser für die Nutzung als auch zu einer geringeren Verdünnung von Kläranlagenabläufen führen wird. Auch eine Abnahme der Grundwasserneubildung stellt manche

Region vor große Herausforderungen (BMNT, 2017).

Das Projekt ÖKS15 erarbeitete mit Hilfe modernster Klimamodelle und auf Basis neuester Ergebnisse und vergangenen Entwicklungen aus der Klimaforschung mögliche Klimaszenarien für Österreich. Diese Modellierungen zeigen zukünftige Entwicklung von Niederschlag, Temperatur und weiteren Klimaindizes bis zum Ende des 21. Jahrhunderts in zwei verschiedene Szenarien. Diese werden je nach menschlichem Einfluss und Mitwirken als business-as-usual (RCP8,5) und als Klimaschutz-Szenarium (RCP4,5) simuliert (Land Kärnten et al., 2016).

Folgende Aussagen können für die Modelle des Bundesland Kärntens gemacht werden. Für beide Szenarien ist in naher und ferner Zukunft mit einer signifikanten Zunahme der mittleren Temperaturen zu rechnen, die deutlich über der bisherigen Schwankungsbreite liegt. Die mittlere Lufttemperatur beträgt für den Zeitraum 1971 bis 2000 5,7°C und weist eine Schwankungsbreite von +- 0,2°C auf. Die zukünftige Zunahme ist im Winter wie im Sommer gleich, ebenso verteilt sich diese Erhöhung über das gesamte Bundesland gleichermaßen. Gegen Ende des 21. Jahrhunderts wird sich das business-as-usual Szenario (RCP8,5) deutlich stärker erwärmt haben, als das RCP 4,5 (Land Kärnten et al., 2016).

Betrachtet man die Veränderung des Niederschlags in den Modellen für Kärnten zeigt sich, dass in beiden Szenarien in naher und ferner Zukunft mit einer leichten Zunahme des mittleren Jahresniederschlags zu rechnen ist. Teilweise sind diese Veränderungen sehr ausgeprägt, zum Beispiel für den Bereich der Saualpe bis ins westliche Klagenfurter Becken). Es zeigen sich zwar saisonale und regionale Unterschiede, aber es ergeben sich nur im Winter der fernen Zukunft in RCP8,5 signifikante Zunahmen von über 30 Prozent. Da die Niederschläge vor Ort von vielen verschiedenen Faktoren abhängen und die Schwankungsbreite teilweise recht groß ist, kann dieser nicht von allen Klimamodellen gleichermaßen gut verarbeitet werden. Es ist an dieser Stelle noch hinzuzufügen, dass die Extremwetterereignisse zunehmen werden. Das heißt in Bezug auf den Niederschlag, dass dieser in großen Mengen innerhalb kurzer Zeit fallen wird, dadurch schwerer von der Vegetation aufgenommen werden kann und oberflächlich abrinnen kann. Ebenso verlängern sich die Vegetationsperioden, bei einem RCP4,5 Szenario um 16 Tage (2021-2050) und bei einem RCP8,5 20,1 Tage (2021-2050), und das Jahresmittel der Hitzetage erhöht sich um 3,2 Tage (2021-2050 für beide Szenarien) und 5,8 Tage (RCP4,5) bzw. 17,1 Tage (RCP8,5) im Zeitraum 2071-2100 (Land Kärnten et al., 2016).

Vor diesem Hintergrund ist der Schutz und die nachhaltige Nutzung von Wasserressourcen ein zentrales Anliegen mit globaler Perspektive. Im nationalen Gewässerbewirtschaftungsplan von Österreich wird als Ziel definiert, *»Wasserressourcen nachhaltig zu bewirtschaften, so dass sie in ausreichender Qualität und Menge für die jeweiligen Nutzungen auch in Zukunft zur Verfügung stehen und gleichzeitig unsere Gewässer als ökologisch intakte Lebensräume für zukünftige Generationen (er)lebenswert zu erhalten.«* (BMLRT, 2021 S. 276).

2. GEOGRAPHIE UND WASSERHAUSHALT DES KARAWANKEN UNESCO GLOBAL GEOPARKS

2.1. GEBIETSABGRENZUNG

Der Geopark Karawanken liegt zwischen zwei über 2000 Meter hohen Alpengipfeln – der Petzen und der Koschuta. Er ist durch die reiche geologische Vielfalt zwischen den Alpen und Dinariden

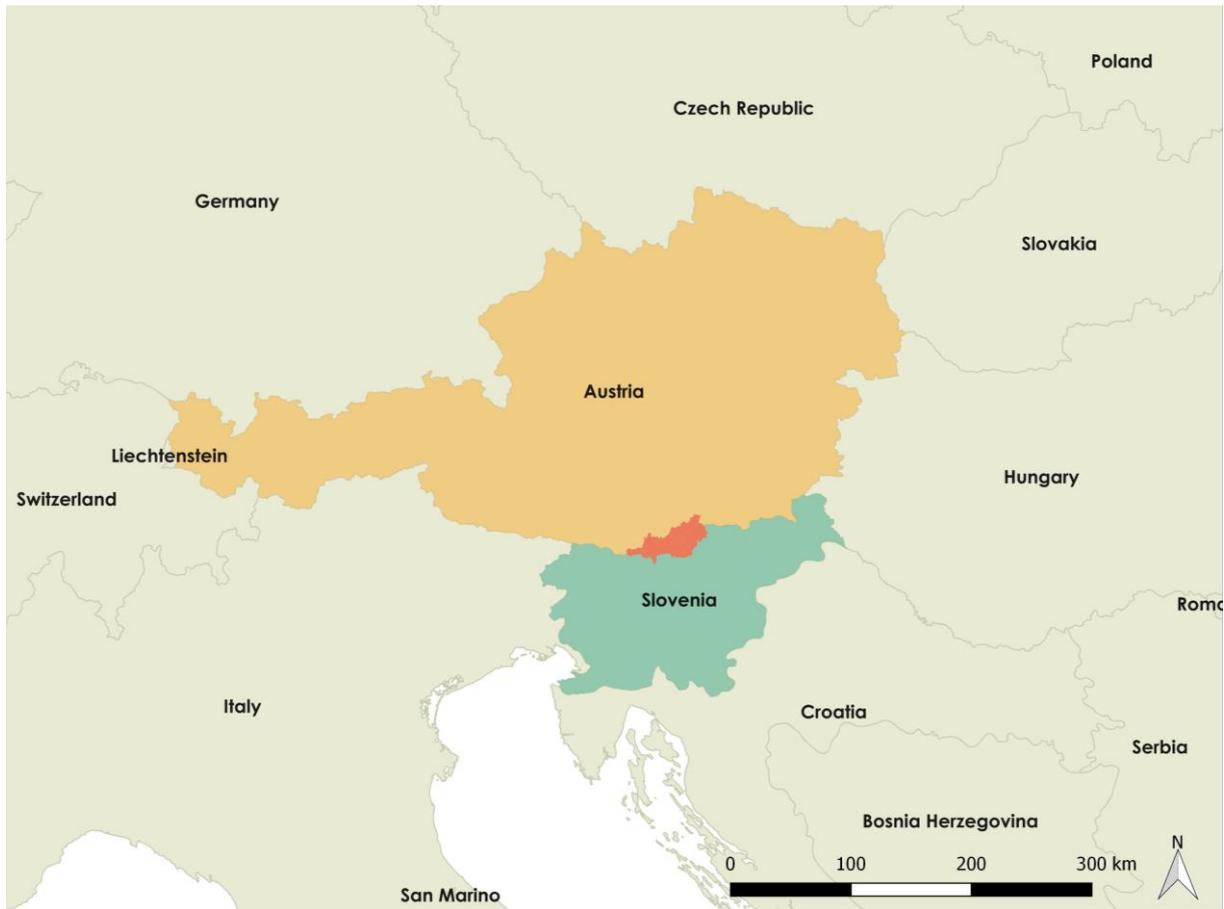
gekennzeichnet. Seit März 2013 ist der Geopark Mitglied des europäischen und globalen Geopark Netzwerks und wurde im November 2015 zum Karawanken UNESCO Global Geopark ernannt. Der Geopark Karawanken ist der erste grenzüberschreitende Geopark zwischen Slowenien und Österreich und einer von nur vier grenzüberschreitenden Geoparks in der Welt. Um die grenzüberschreitende Zusammenarbeit zu erleichtern gehört der Geopark Karawanken nun zum „Europäischen Verbund für territoriale Zusammenarbeit“. Dieser europäische Verbund (EVTZ) wurde bereits im Jahr 2006 von der EU als Rechtsinstrument geschaffen. Dieser soll die Durchführung gemeinsamer grenzüberschreitender Entwicklungsprojekte ermöglichen. Derzeit gibt es in der EU 79 solcher Verbünde, die in verschiedenen Bereichen zusammenarbeiten. Ursprünglich wurde der Geopark als grenzüberschreitende Arbeitsgemeinschaft „Petzenland“ und später als ARGE Geopark Karawanken geführt. Mit dem EVTZ ist nun ein grenzüberschreitender Gemeindeverbund entstanden, der die Planung und Durchführung neuer Projekte, sowie die Beantragung europäische Förderungen erleichtern soll (Geopark Karawanken EVTZ, 2016; Jäger, 2020).

Der Geopark Karawanken umfasst neun österreichische und 5 slowenische Gemeinden, nämlich Dravograd, Ravne na Koroškem, Prevalje, Mežica, Črna na Koroškem, Bad Eisenkappel/Železna Kapla, Zell/Sele, Gallizien, Sittersdorf, Globasnitz/Globasnica, Feistritz ob Bleiburg/Bistrica nad Pliberkom, Bleiburg/Pliberk, Neuhaus und Lavamünd. Er erstreckt sich über eine Fläche von 1.067 km² und umfasst einen Teil der südöstlichen Alpen. Die maßgeblichen Gipfel des Geoparks sind der Koschutnikurm, der Hochobir, die Feistritzer Spitze und der Kordeschkopf.

Die Gesamtbevölkerung des Geoparks umfasst ca. 53.000 Einwohner:innen. Tabelle 1 zeigt die Bevölkerungsentwicklung der österreichischen Gemeinden. Es ist eine geringe Abwanderungstendenz in den Gemeinden erkennbar. Diese ist vor allem in den peripher gelegenen Siedlungsbereichen merkbar (Statistik Austria, 2021).

Gemeinde	2021	2011	2001	1991	1981	1951	1900
Bad Eisenkappel	2.230	2.404	2.710	3.038	3.497	3.823	3.597
Feistritz ob Bleiburg	2.194	2.092	2.128	2.009	2.019	1.859	1.732
Gallizien	1.755	1.785	1.825	1.745	1.665	1.449	1.539
Globasnitz	1.592	1.616	1.645	1.593	1.619	1.532	1.538
Lavamünd	2.871	3.124	3.548	3.818	3.811	4.235	3.471
Neuhaus	1.009	1.103	1.236	1.285	1.282	1.492	1.459
Sittersdorf	1.961	2.074	2.122	2.217	2.196	1.966	1.969
Zell	606	624	702	738	804	1.019	1.007
	2020	2010	2002				
Bleiburg	4.071	3.924	4.042				

Tabelle 1: Bevölkerungsentwicklung der Gemeinden des Karawanken UNESCO Global Geoparks. Der Aufnahmezeitpunkt der Daten der Gemeinde Bleiburg weichen von den anderen Datensätzen ab (Statistik Austria, 2021)



Karte 1: Lage des Karawanken UNESCO Global Geopark (Archiv Geopark Karawanken).



Karte 2: Karte des Karawanken UNESCO Global Geoparks (Urosh Grabner).

2.2. GEOLOGIE

Die Karawanken sind ein junges Gebirge, deren Entwicklung auch heute noch nicht abgeschlossen ist. Sie liegen an der Schnittstelle zweier Kontinentalplatten, der Europäischen im Norden und der Adriatischen im Süden. Das tektonische Hauptelement in den Karawanken ist die Periadriatische Naht, die eine tiefgreifende, West-Ost verlaufende rechtssinnige Seitenverschiebung darstellt und den Nord- vom Südstamm der Karawanken trennt. Diese Störung wird allgemein als die Grenze zwischen der Adriatischen und Europäischen Kontinentalplatte angesehen und soll einen Tiefgang von mehreren 10er Kilometern und einen bedeutenden Lateralversatz aufweisen.

Auf engstem Raum verlaufen hier verschiedenartige Gesteinszüge in West-Ost Richtung. Im zentralen Bereich um die Periadriatische Naht sind das Gneise des kristallinen Sockels sowie granitische Gesteine und Tonalit unterschiedlich alter Intrusionen. Die Sedimentgesteine im Geopark stammen aus dem Paläozoikum bis in die Gegenwart. Paläozoische Tonschiefer und Kalke finden sich vor allem im Bereich des Seebergsattels, aber auch als schmaler Gesteinszug unmittelbar südlich der Periadriatischen Naht. Nördlich der Periadritischen Naht liegt ein Streifen eines paläozoischen Grünschiefers mit eingelagerten untermeerischen vulkanischen Ergüssen (Pillowlaven, Diabase).

Trotz der geologisch gesehen jungen Formation des Karawankengebirges ist die geologische Geschichte des Geoparks sehr lang. Die ältesten Steininformationen auf dem Gebiet stammen aus der Zeit vor rund 500 Millionen Jahren. Aufgrund der vielfältigen geologischen Grundlage des Gebietes haben sich die Lebensräume, Flora und Fauna in hoher Variation und Reichtum entwickelt. Die Anzahl der dokumentierten [Geopunkte](#) im Geopark Karawanken zeugen von der geologischen Vielfalt des Gebiets die an einigen Stellen außergewöhnlich und weltweit einzigartig ist. Diese Vielfalt reicht von uralten Gesteinen aus dem Paläozoikum, bedeutenden Mineralien- und Fossilienvorkommen, Vorkommen von Metallmineralien, die in der Vergangenheit abgebaut wurden, Karsthöhlen und anderen Karstformationen sowie Zeugnissen früherer vulkanischer Aktivitäten und vielem mehr.

Das Vorkommen und die Verteilung von Wasserressourcen hängt stark von geologischen Rahmenbedingungen ab. Auf Kalkstein und Dolomit gibt es beispielsweise fast keinen Oberflächenabfluss. Somit treten zum Beispiel im Bereich der Petzen, wo ein großer Teil des Niederschlags sehr schnell versickert selten Hochwässer auf. Auf undurchlässigen Gesteinen hingegen ist das Gewässernetz sehr dicht. Bei Starkniederschlägen ist dadurch ein wesentlich höherer Oberflächenabfluss gegeben und das Hochwasserrisiko steigt. Dies trifft im Geoparkgebiet beispielsweise im Bereich von Eisenkappel zu, wo kristalline Gesteine und Schiefer als Wasserstauer auftreten. Dementsprechend ist die Geologie bei einer gewässerverträglichen Landnutzungsplanung mitzubedenken.

2.3. LANDNUTZUNG UND WIRTSCHAFTLICHE ENTWICKLUNG

Der Großteil des Geoparks ist von Wäldern bedeckt, weswegen das Gebiet in den beiden Ländern für seinen Waldreichtum bekannt ist. Die Wälder stellen ein großes Potenzial für die Wirtschaft und Industrie (Holzverarbeitung, Sägewerke etc.) dar und tragen zu einer nachhaltigen Entwicklung der Region (die Nutzung der lokalen natürlichen Materialien in Bau-, Holz-Biomasse als Energiequelle etc.) und des Geoparks (Waldlehrpfade, experimentelle Flächen etc.) bei. In den Tälern des Geoparkgebietes ist extensive Landwirtschaft charakteristisch, während die höher gelegenen Almen in erster Linie auf Rinderzucht, ökologische Landwirtschaft und landwirtschaftlichen Tourismus ausgerichtet sind.

Auf österreichischer Seite des Geoparks beträgt der Waldanteil rund 78 Prozent der Gesamtfläche (Corine Land Cover, 2018). Rund 17 Prozent der österreichischen Geoparkfläche werden als landwirtschaftliche Fläche genutzt. Lediglich rund zwei Prozent der Gesamtfläche wurden bisher für Wohn- Gewerbe- und Freizeitzwecke verbaut. Die restlichen Flächen bestehen aus Wasser- oder Feuchtflächen (vergleiche Tabelle 2) (Corine Landuse, 2018).

Landnutzung (Corine Land Cover 2018)			Anteil (%) der Fläche im Geopark Karawanken (AT)
<i>Wälder und Naturnahe Flächen</i>	77,59	<i>Wälder</i>	72,80
		<i>Strauch- und Krautvegetation</i>	2,27
		<i>Offene Flächen ohne / mit geringer Vegetation</i>	2,52
<i>Landwirtschaftliche Flächen</i>	19,60 %	<i>Ackerflächen</i>	9,63
		<i>Grünland</i>	3,53
		<i>Landwirtschaftliche Flächen heterogener Struktur</i>	6,44
<i>Bebaute Flächen</i>	2,06 %	<i>Städtisch geprägte Flächen</i>	1,63
		<i>Industrie-, Gewerbe- und Verkehrsflächen</i>	0,05
		<i>Abbauf Flächen, Deponien und Baustellen</i>	0,23
		<i>Sport- und Freizeitanlagen</i>	0,14
<i>Wasser- und Feuchtflächen</i>	0,75 %	<i>Feuchtflächen</i>	0,05
		<i>Wasserflächen</i>	0,69

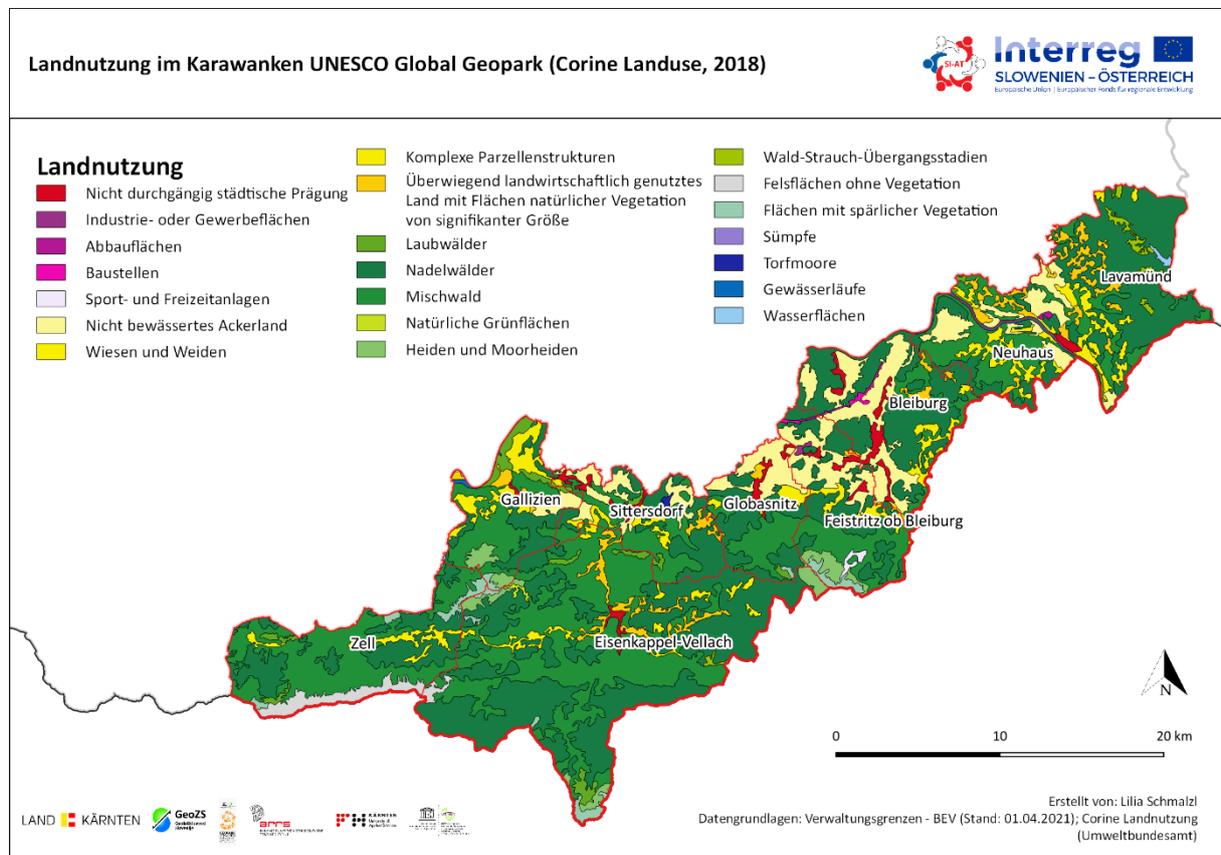
Tabelle 2: Landnutzung (Corine Landuse, 2018) im Karawanken UNESCO Global Geopark (AT) (Gesamtfläche (AT): 659,16 km²).

Der Dauersiedlungsraum liegt im Großteil der Geoparkgemeinden zwischen 30 und 40 Prozent der gesamten Katasterfläche. Der ausgewiesene Dauersiedlungsraum ist der Siedlungsraum mit einer entsprechenden Einwohner- und Beschäftigtendichte sowie der besiedelbare Raum und beinhaltet auch die in den CORINE Landnutzungsdaten ausgewiesenen Ackerfläche, Dauerkulturen, Feuchtflächen, Grünland, heterogene landwirtschaftliche Flächen, Abbauf Flächen und künstliche angebaute Flächen. Die räumliche Bezugseinheit ist der 250 m-Raster. Nur Bad Eisenkappel und Zell haben einen Dauersiedlungsraum von unter 10 Prozent. Alle neun Gemeinden weisen, eine Abwanderungstendenz der dauerhaften Wohnbevölkerung auf. In manchen Gemeinden schreitet dieser Prozess schneller voran als in anderen (Statistik Austria, 2021).

Gemeinde	Katasterfläche in ha	Dauersiedlungsraum in ha	Dauersiedlungsraum in %
Bleiburg	6.977	3.003	43,0%
Bad Eisenkappel	19.914	1.686	8,5%
Feistritz ob Bleiburg	5.407	1.716	31,7%
Gallizien	4.681	1.439	30,7%
Globasnitz	3.839	1.305	34,0%
Lavamünd	9.380	2.941	31,4%
Neuhaus	3.634	1.390	38,3%
Sittersdorf	4.495	1.681	37,4%
Zell	7.530	532	7,1%

Tabelle 3: Anteil des Dauersiedlungsraums an der gesamten Katasterfläche (Statistik Austria, 2021)

In Karte 3 ist die geographische Verteilung der Landnutzung im Geoparkgebiet zu sehen. Es zeigt sich der wesentlich höhere Waldanteil in den südlichen, durch die Karawanken geprägten Gemeinden des Geoparkgebietes, wohingegen in den nördlichen Gemeinden, im Vorland der Karawanken, eine landwirtschaftliche Nutzung oder stärkere Siedlungsentwicklung zu finden sind.



Karte 3: Landnutzung im Karawanken UNESCO Global Geopark (Corine Landuse, 2018).

Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. gibt einen groben Überblick über die Anteile von Wäldern, landwirtschaftlichen Flächen, bebauten Flächen sowie Wasser- und Feuchtflächen im Geoparkgebiet und verdeutlicht die Bedeutung von Wäldern für die Region.

Die Landnutzung hat einen großen Einfluss auf die Entstehung von Hochwässern. In Wäldern können unterschiedliche Schichten der Vegetation wie Bäume, Sträucher, Totholz, Moose und Boden für Wasserrückhalt sorgen. Wasser kann über die Wurzeln gut in den Boden versickern. Im Gegensatz dazu rinnt Wasser auf un- oder wenig bedeckten Böden ungebremst ab und kann dabei die oberen Bodenschichten zerstören (Holzeis et al., 2014). Vegetation bietet somit einen Bufferspeicher bei Starkniederschlägen und dient damit als natürliche Hochwasserregulation. Eine gewässerverträgliche Landnutzung wird durch Zahlungen im Rahmen des Österreichischen Programms für eine umweltgerechte Landwirtschaft (ÖPUL) gefördert. Das ländliche Entwicklungsprogramm LE 14-20 fördert zudem Gewässerrandstreifenbewirtschaftung und Maßnahmen zur Verbesserung des ökologischen Zustandes von kleinen Fließgewässern in landwirtschaftlich geprägten Regionen (BMLRT LE 14-20, 2014).

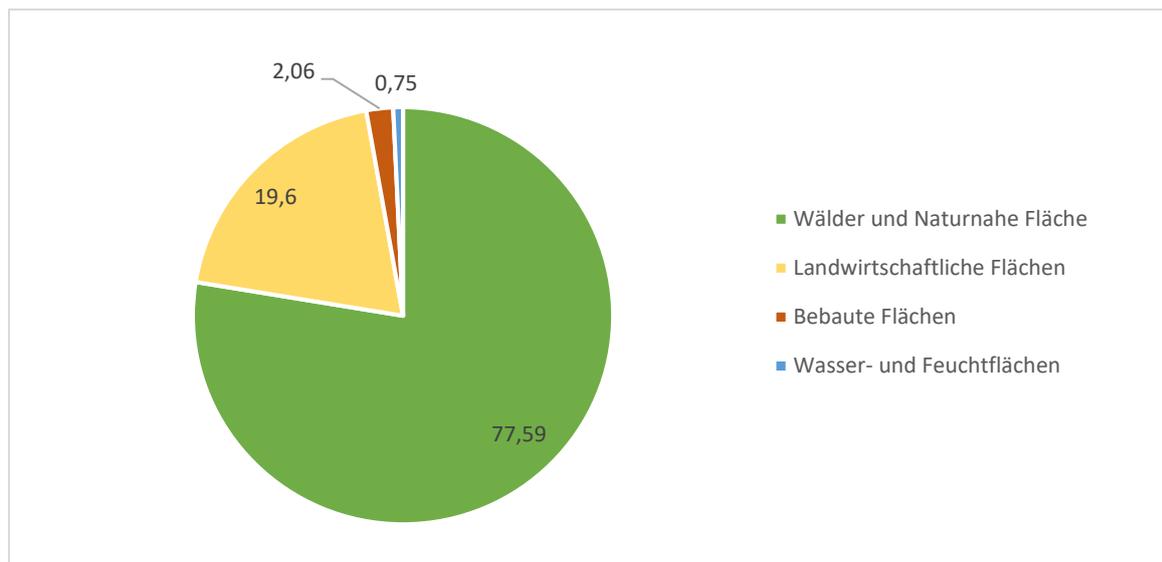


Diagramm 1: Landnutzung im Karawanken UNESCO Global Geopark in Prozent (Corine Landuse, 2018))

2.4. KLIMA UND WASSERHAUSHALT

Neben der Geologie und der Landnutzung haben auch klimatologische Voraussetzungen einen wesentlichen Einfluss auf die Verteilung von Wasserressourcen. Hierbei sind die Temperatur- und die Niederschlagsverteilung ausschlaggebend für den Wasserhaushalt. Die Temperatur beeinflusst die Niederschlagsverteilung ausschlaggebend für den Wasserhaushalt. Die Temperatur beeinflusst die Niederschlagshöhe, die Schneedeckendauer sowie die Evapotranspiration und somit den gesamten Wasserkreislauf. Eine Temperaturabnahme mit zunehmender Höhe ist hierbei naturgemäß zu beobachten. Zwischen der Seehöhe und der Abnahme der Lufttemperatur besteht ein linearer Zusammenhang. Auf 1000 m Seehöhe liegt die jährliche mittlere Lufttemperatur der Karawanken bei 6°C, auf 1.500 m Seehöhe bei 4°C und auf 2.000 m Seehöhe bei 2°C (Brenčič & Poltnig, 2008).

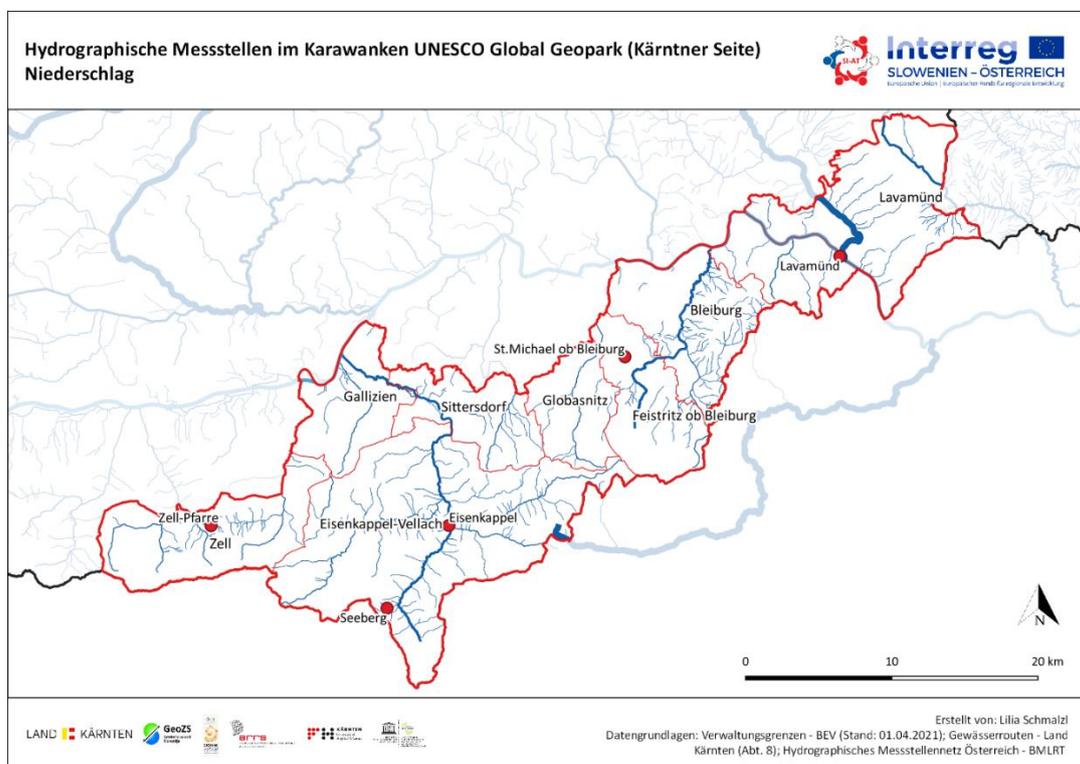
Beim Niederschlag sind sowohl die zeitliche als auch die räumliche Verteilung relevant für den Wasserhaushalt. In den Karawanken liegt das Niederschlagsmaximum im Juni (Brenčič & Poltnig, 2008). Im Oktober kommt es aufgrund von Niederschlagsfronten aus dem Mittelmeerraum (Mittelmeer-/Adriatief) zu einem zweiten Niederschlagsmaximum. Das Niederschlagsminimum liegt im Februar (Holzeis et al., 2014). Das Klima der Karawanken ist durch längere stabile Phasen, gefolgt von teilweise ergiebigen Niederschlagswetterlagen, charakterisiert (Rakovec & Vrhovec, 2000, zit. nach Brenčič & Poltnig, 2008). Vor allem Fronten aus SW sind für diese Wetterlagen typisch. In der Regel schwappen diese über die Luvseite hinüber (»Föhnhauberl«), sodass es auch auf Kärntner Seite zu reichlich Niederschlag kommt. Im Geopark finden die Luftmassen etwa beim Seebergsattel einen Durchbruch (Holzeis et al., 2014). Ein Vergleich des langjährigen Mittels (1985 – 2009) zeigt einen deutlich abnehmenden Niederschlagsgradienten von Süd nach Nord, mit höheren Niederschlägen auf der slowenischen Seite (Station Kamniska Bistrica (610 m ü.A.) = 3.200 mm) im Vergleich zur österreichischen Seite (Station Eisenkappel (623 m ü.A.) = 1.242 mm) (Reszler et al., 2011). Auch die Seehöhe nimmt Einfluss auf die Niederschlagsverteilung. Eine Zunahme der Niederschlagsmenge mit zunehmender Höhe muss daher in der Analyse von Grund- und Oberflächenabfluss berücksichtigt werden. Im Durchschnitt wird auf dem Petzengebiet ein mittlerer jährlicher Niederschlag von 2.100 mm abgeschätzt. In tiefer liegenden Teilen liegt er bei 1.300 mm (Brenčič & Poltnig, 2008).

Um die verfügbare Wassermenge des Grund- und Oberflächenwassers zu berechnen ist abgesehen von Temperatur und Niederschlag der Anteil der Verdunstung abzuschätzen. Die als Evapotranspiration zusammengefasste Verdunstung beinhaltet die Verdunstung über Wasseroberflächen, Böden und Pflanzen. Eine genaue Berechnung der Evapotranspiration ist sehr aufwändig und bedarf vieler Daten. Eine Schätzung der realen Verdunstung auf Basis der mittleren jährlichen Niederschläge und der mittleren jährlichen Lufttemperatur mittels Turc-Formel beträgt in den Karawanken zwischen 400 und 480 mm pro Jahr. Somit stehen für den Abfluss der Karawanken abzüglich der Verdunstung 70 bis 80 Prozent des gefallenen Niederschlags zur Verfügung (Brenčič & Poltnig, 2008).

Die Schneehöhe sowie die Schneedeckendauer haben ebenfalls einen Einfluss auf das Niederschlags-Abfluss Verhältnis. Die Schneehöhe liegt im nordöstlichen Teil der Karawanken im Schnitt zwischen 1,4 und 2 Metern pro Jahr. Die Schneedeckendauer variiert im Geopark. Sie liegt im Petzengebiet im Schnitt bei etwa 75 bis 100 Tagen. Im Uschowagebiet und in den Steiner Alpen liegt sie bei bis zu 200 Tagen. (Brenčič & Poltnig, 2008). Durch den Klimawandel kommt es zu einem Anstieg der Lufttemperatur, der natürlich auch die Schneedeckendauer sowie die Niederschlagsverteilung beeinflusst. Geringere Schüttungen an den Quellen und Bächen sind die Folge. Eine Beobachtung des Einflusses von Klimawandel auf klimatische Bedingungen ist daher unbedingt notwendig (Brenčič & Poltnig, 2008).

In Karte 4 sind die Temperatur- und Niederschlagsmessstellen im Geopark Karawanken eingezeichnet. Die Messstelle Zell-Pfarre (900 m ü.A.), sowie die Messstelle am Seebergsattel (1.040 m ü.A.) wurden im Jahr 2019 aufgelassen. Die Messstellen Eisenkappel (623 m ü.A.), St. Michael ob Bleiburg (527 m ü.A.) sowie Lavamünd (348 m ü.A.) werden weiterhin betrieben.

Weitere Informationen und Messdaten zu den einzelnen Niederschlagsstationen finden Sie online im [Hydrographischen Jahrbuch \(umweltbundesamt.at\)](https://www.umweltbundesamt.at/jahrbuch/hydrographisch/).



Karte 4: Hydrographisches Messstellennetz Österreich – Niederschlagsmessstationen, Last Revision 23.07.2020 (BMLRT, 2021)

2.5. WASSERVERSORGUNG UND -ENTSORGUNG

Die Wasserversorgung in Österreich ist hauptsächlich auf landesgesetzlicher Ebene geregelt. Die meisten Haushalte und Firmen werden über öffentliche Wasserleitungen und Netzwerke versorgt. Dieses Netz untersteht in der Regel den Gemeinden oder Wasserverbänden. Auf Gemeindeebene wird der Wasserversorgungs- bzw. Wasserentsorgungsgrad angegeben. Der Wasserversorgungs- bzw. Wasserentsorgungsgrad sagt aus, wie viel Prozent der ständigen Einwohner:innen (Hauptwohnsitze) in den Gemeinden an die öffentliche Versorgung bzw. Entsorgung (Gemeindewasserversorgung, Gemeindekanalisation, Wasser- und Abwasserverbände, -gesellschaften, -genossenschaften) angeschlossen sind. Er beträgt im Jahr 2018 in österreichischen Gemeinden im Schnitt 95,9 Prozent. Der Großteil der Bevölkerung wird somit über ein zentrales Trinkwassernetz mit Wasser versorgt. Nur ein kleiner Prozentteil der Haushalte ist nicht an dieses System angeschlossen und bezieht sein Wasser aus eigenen Quellen oder Brunnen. Die Abwasserentsorgung läuft hauptsächlich über öffentliche Kanalisationsanlagen der Abwasserverbände. Haushalte, die sich nicht im Entsorgungsbereich von öffentlichen Anlagen befinden, müssen ihre Abwässer nach dem Stand der Technik durch private Abwasserentsorgungsanlagen ableiten. Laut EU-Richtlinie müssen geschlossene Siedlungsgebiete mit über 2.000 Einwohnern an das öffentliche Klärnetzwerk angeschlossen sein.

In Tabelle 4 ist der Wasserversorgungs- und -entsorgungsgrad der neun Geoparkgemeinden auf österreichischer Seite dargestellt. Es zeigt sich, dass jene Gemeinden mit einer höheren Siedlungsentwicklung (Gallizien, Sittersdorf, Feistritz ob Bleiburg, Bleiburg) auch einen höheren Anschlussgrad besitzen. In der Gemeinde Eisenkappel-Vellach sowie in der Gemeinde Zell deutet der niedrige Versorgungsgrad auf die große Anzahl an Quellen hin, die in diesem Gebiet zu finden sind.

Geoparkgemeinde	Versorgungsgrad 2018 (%)	Entsorgungsgrad 2018 (%)
Eisenkappel-Vellach	66,97	70,70
Globasnitz	99,25	35,45
Gallizien	92,66	95,24
Sittersdorf	85,12	93,66
Feistritz ob Bleiburg	97,82	91,61
Bleiburg	92,86	86,98
Neuhaus	79,29	70,37
Lavamünd	67,54	68,33
Zell	42,48	0,00

Tabelle 4: Versorgungsgrad und Anschlussgrad der Geoparkgemeinden 2018, Stand: 31.12.2018; Zugriff: 05.08.2021 (Land Kärnten Abt. 8, 2018)

Die Versorgung passiert Großteils über lokale Wasserversorgungsunternehmen unterschiedlicher Größen. Meistens handelt es sich um Wassergenossenschaften, aber auch um kommunale Versorger und Verbände. In Gebieten von Streusiedlungen, gerade in den Hanglagen der Region, findet man besonders viele kleine Wasserversorgungsunternehmen, bzw. private Brunnen. Der Versorgungsgrad ist abhängig vom Kanalausbau, zum Beispiel wird in der Gemeinde Zell gerade ein Anschluss gebaut (BMLRT, 2020).

3. WASSERRESSOURCEN IM KARAWANKEN UNESCO GLOBAL GEOPARK

Im folgenden Kapitel wird ein Überblick über die Verteilung und die Zustandsüberwachung von Oberflächengewässern und Grundwässern im Geopark Karawanken gegeben. Es werden hierbei öffentlich verfügbare Informationen und Daten von Bund und Land in komprimierter Form für die neun Geoparkgemeinden auf österreichischer Seite zusammengefasst. Eine geographische Übersicht über die aktuellen Qualitäts- und Quantitätsmerkmale von Oberflächengewässern und Grundwässern in Österreich, die für den nationalen Gewässerbewirtschaftungsplan 2021 erarbeitet wurden, bietet Ihnen die offizielle [Web-GIS-Anwendung »WISA](#) des BMLRT.

3.1. OBERFLÄCHENGEWÄSSER

Der Karawankenhauptkamm ist gleichzeitig Staatsgrenze und Oberflächenwasserscheide. Die Gewässer des Geoparks Karawanken südlich der Staatsgrenze entwässern nach Süden Richtung Sava/Drau, die Gewässer im Nordteil entwässern Richtung Norden zur Drau. Eine Ausnahme bilden die Quellen des Remschenigbaches der Gemeinde Eisenkappel, welche ihren Ursprung in Slowenien haben und nach Österreich entwässern sowie einige Quellen auf österreichischer Seite die in Richtung Meža nach Slowenien entwässern. Auch beim Grenzübergang Holmec fließen Oberflächenwässer von Slowenien nach Bleiburg. Die Hauptentwässerung auf Kärntner Seite erfolgt durch die Vellach. Die Vellach entspringt im Natura 2000 Gebiet der Vellacher Kotschna, welches den Talschluss des Vellachtales bildet. Sie fließt durch das Vellachtal zwischen Hochobir und Petzen hindurch, wo sie schließlich ins Jauntal eintritt. Beim Verlassen der Karawanken durchbricht sie das Seeberger Paläozoikum, den Koschutazug, die Zone der Periadriatischen Naht und die Nordkarawanken. Mit 6 m³/s mündet sie nach 35 km und 800 hm bei Gallizien in die Drau. Ihr Abfluss unterliegt hohen Schwankungen und ihr Verlauf ist von einem torrenten Landschaftsbild geprägt (Brenčič & Poltnig, 2008).

Die Fließgewässer des Geoparks besitzen im Jahresverlauf zwei Abflussmaxima, eines im April/Mai aufgrund der Schneeschmelze und ein weiteres im Oktober/November aufgrund der typischen Herbstniederschläge (Adriatiefs) bei geringer Verdunstung. Auch die Karstwasserquellen steuern in dieser Zeit beachtliche Wasser- und Geschiebemengen bei (Holzeis et al., 2014). Vor allem im Herbst führen heftige Niederschläge, verbunden mit hohen Abflüssen immer wieder zu Hochwässern und Überschwemmungen im Geoparkgebiet. Dies ist insbesondere in der Gemeinde Eisenkappel problematisch, wo durch die Vellach und den Ebriachbach rasch große Wassermengen zusammenkommen.

Auch einige Seen und Teiche zählen zu den Oberflächengewässern des Geoparks. Der Freibacher Stausee sowie der Linsendorfer See befinden sich an der westlichen Geoparkgrenze in den Gemeinden Zell/Sele und Gallizien. Darüber hinaus besitzt das Geoparkgebiet Anteile des Sobother Stausees an im

Osten in der Gemeinde Lavamünd. Auch der Sonneggersee, der Pirkdorfersee sowie mehrere kleinere Seen und Teiche zählen zu den Oberflächengewässern des Geoparks Karawanken. Während der Freibacher Stausee, der Linsendorfer See als auch der Sobother Stausee durch Aufstauung entstanden sind und somit künstlich angelegt wurden, entstanden der Sonneggersee, der Pirkdorfer See sowie weitere kleinere Seen und Teiche, welche im nördlichen Vorland der Karawanken liegen, durch den Gletscherrückzug der letzten Eiszeit. Sie entstanden durch Hohlformen über Grundmoränen oder neogenen wasserstauenden Schichten, die nach der Eiszeit durch Schmelzbäche nicht vollständig mit Sanden und Kiesen aufgefüllt wurden. Die Gesamtfläche der Seen und Teiche im Geoparkgebiet beträgt rund 90 ha. Den größten Flächenanteil besitzen der Sobother Stausee mit einer Fläche von rund 45,7 ha, gefolgt vom Freibacher Stausee mit rund 18,5 ha, dem Linsendorfer See mit rund 12,1 ha und mit einigem Abstand der Pirkdorfersee (2,8 ha) und dem Sonneggersee (1,6 ha) (Brenčič & Poltnig, 2008).

3.1.1. ZUSTANDSÜBERWACHUNG

Im nationalen Gewässermanagementplan von Österreich werden Oberflächengewässer in natürliche, künstliche und erheblich veränderte Oberflächengewässer eingeteilt. Für das Wassermanagement werden sie in kleinere Gebietseinheiten, sogenannte Oberflächenwasserkörper, abgegrenzt. Ein Oberflächenwasserkörper wird gemäß § 30a Abs. 3 des Wasserrechtsgesetzes (AT) (1959) als »einheitlicher und bedeutender Abschnitt eines Oberflächengewässers« definiert (BMLRT, 2021). Als erheblich veränderter Wasserkörper beziehungsweise künstlicher Wasserkörper werden jene Gewässerabschnitte oder stehende Gewässer eingestuft, die für die Stormerzeugung, Bewässerung oder Schifffahrt durch den Menschen angelegt oder verändert wurden. Beispiele dafür sind Speicherseen wie der Sobother- oder der Freibacher Stausee, Beschneidungsteiche wie jene auf der Petzen, Trinkwasserspeicher, Baggerseen oder Fischteiche.

Fließgewässer mit einem Einzugsgebiet über 10 km² und Seen mit einer Fläche von über 50 ha werden in der Planung des nationalen Gewässerbewirtschaftungsplanes berücksichtigt. Für kleinere Gewässer gibt es mittelfristig keine flächendeckende Planung. Eine Zustandsbewertung und Maßnahmenplanung wird für kleinere Gewässer nur anlassbezogen durchgeführt. Natürlich gelten nichts desto trotz auch bei kleineren Gewässern die Regelungen der Wasserrahmenrichtlinie (BMLRT, 2021).

Oberflächengewässer unterscheiden sich aufgrund unterschiedlicher Faktoren. Zu nennen sind hierbei abiotische Faktoren, wie die Ökoregion (z.B. Alpen, zentrales Mittelgebirge, usw.), die Höhenlage sowie die Größe und Geologie. Biotische Faktoren, die Einfluss auf Oberflächengewässer nehmen sind beispielsweise das Makrozoobenthos, Fische, Algen und Makrophyten. Aus diesen Faktoren resultiert die Unterscheidung von insgesamt 15 Fließgewässer-Bioregionen und 11 Seentypen im nationalen Gewässerbewirtschaftungsplan (BMLRT, 2020).

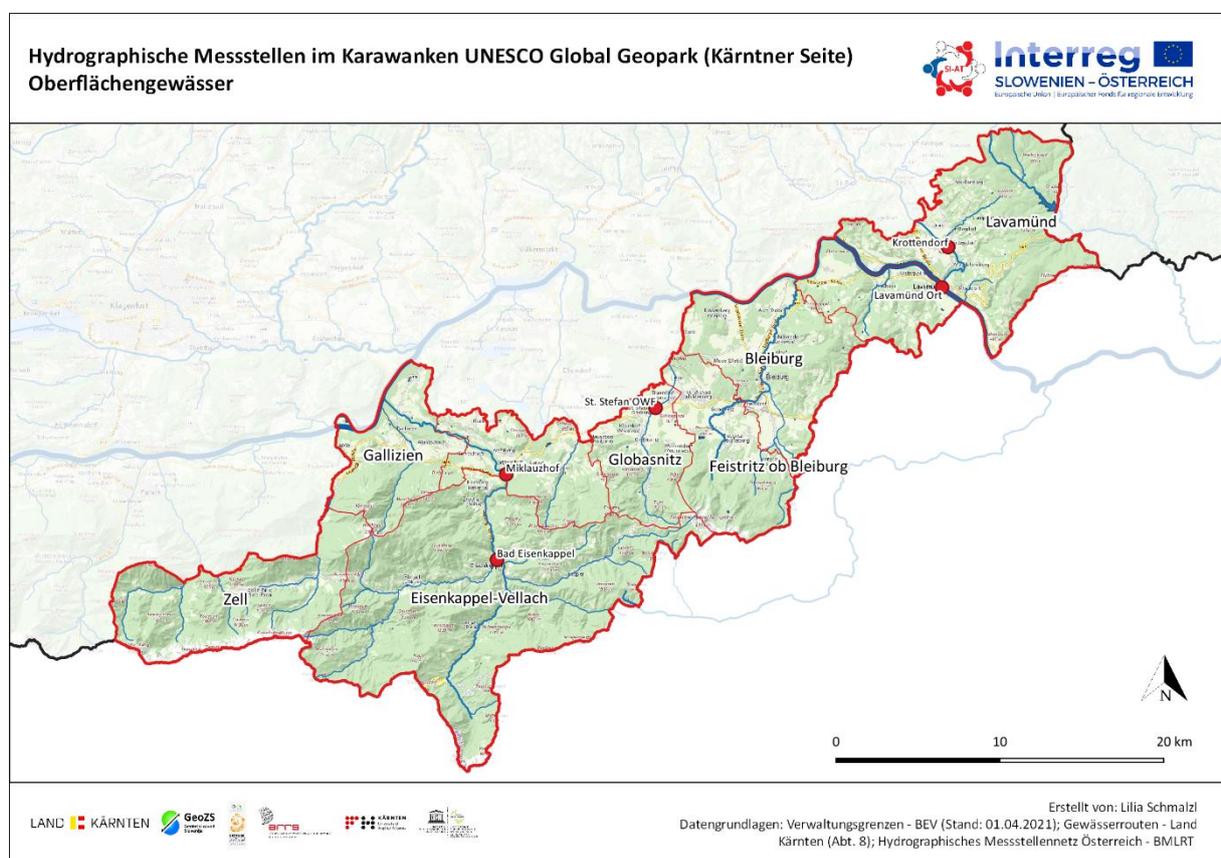
3.1.2. QUANTITÄT (MENGE)

Im Geopark Karawanken betreibt der hydrographische Dienst insgesamt sechs Messstationen, die den Abfluss der größeren Flüsse und Bäche (Vellach, Lavant, Drau, Ebriachbach, Globasnitzbach) dokumentieren. Die Informationen über mittlere Abflüsse sowie mittlere Abflussspenden an den Messstellen sind in Tabelle 5 zusammengefasst. Weitere Informationen und Messdaten der einzelnen Abflusstationen können online im [Hydrographischen Jahrbuch](#) nachgeschlagen werden. Einen geographischen Überblick über die Lage der Messstationen und Basisinformationen finden Sie auch im [eHYD Webviewer](#) des Umweltbundesamtes.

2018	MQ (Mittlerer Abfluss)	Mq (Mittlere Abflussspende)	Zeitreihe	Gewässerab- schnitt	Messwerte seit
Miklaushof	6,29	32,4	1951-2018	Vellach	01.01.1907
Krottendorf	12	12,6	1951-2018	Lavant	01.04.1905
Lavamünd Ort	268	24,3	2009-2018	Drau	01.01.1895
Bad Eisenkappel Forsthaus	2,05	29,5	2002-2018	Ebriach- bach	01.07.2001
St. Stefan	0,291	13,8	2011-2018	Globas- nitzbach	01.01.2009

Tabelle 5: Abflussmessstationen des hydrographischen Dienstes im Geopark Karawanken, Zugriff: 10.2021 (BMLRT Abt. 1/3, 2021)

In Karte 5 ist die Lage sind die Oberflächengewässer im Karawanken UNESCO Global Geoparks sowie die Abflussmessstationen des hydrographischen Dienstes dargestellt:



Karte 5: Hydrographisches Messstellennetz Österreich – Oberflächengewässer Messstellen, Last Revision 23.07.2020 (BMLRT Abt. 1/3, 2021)

3.1.3. QUALITÄT

Nach dem nationalen Gewässerbewirtschaftungsplan werden Oberflächenwasserkörper nach fünf Zustandsklassen bewertet (sehr gut, gut, mäßig, unbefriedigend und schlecht). Der Gesamtzustand beschreibt die Zusammenfassung des »chemischen«, »ökologischen« sowie »hydromorphologischen« Zustandes, wobei der schlechteste Wert für die Gesamtbewertung herangezogen wird. Ziel ist es

mittelfristig für alle Gewässer zumindest die Zustandsklasse »gut« zu erreichen.

Im Geoparkgebiet ist ein großer Teil der Oberflächenwasserkörper laut NGP 2015 in einem sehr guten oder guten Zustand. Es gibt jedoch auch Gewässerabschnitte die in der Gesamtbewertung in mäßigem oder unbefriedigenden Zustand bewertet werden, wie Teile des Ebriachgrabens, Abschnitte der Drau, der Vellach, des Leppenbachs, des Suchabachs, des Globasnitzbachs sowie des Loibachs. Hauptursache dafür sind meist hydromorphologische Veränderungen (siehe Kapitel 4.1.3). Laut dem Gewässerbewirtschaftungsplan 2021 sind jedoch für all jene Bereiche Verbesserungsmaßnahmen geplant. Die Bewertungen des chemischen, ökologischen und hydromorphologischen Zustandes nach dem nationalen Gewässerbewirtschaftungsplanes 2021, sowie geplante Maßnahmen können online im [Wasserinformationssystem \(WISA\) \(bmlrt.gv.at\)](http://Wasserinformationssystem (WISA) (bmlrt.gv.at)) betrachtet werden.

3.2. GRUNDWASSER

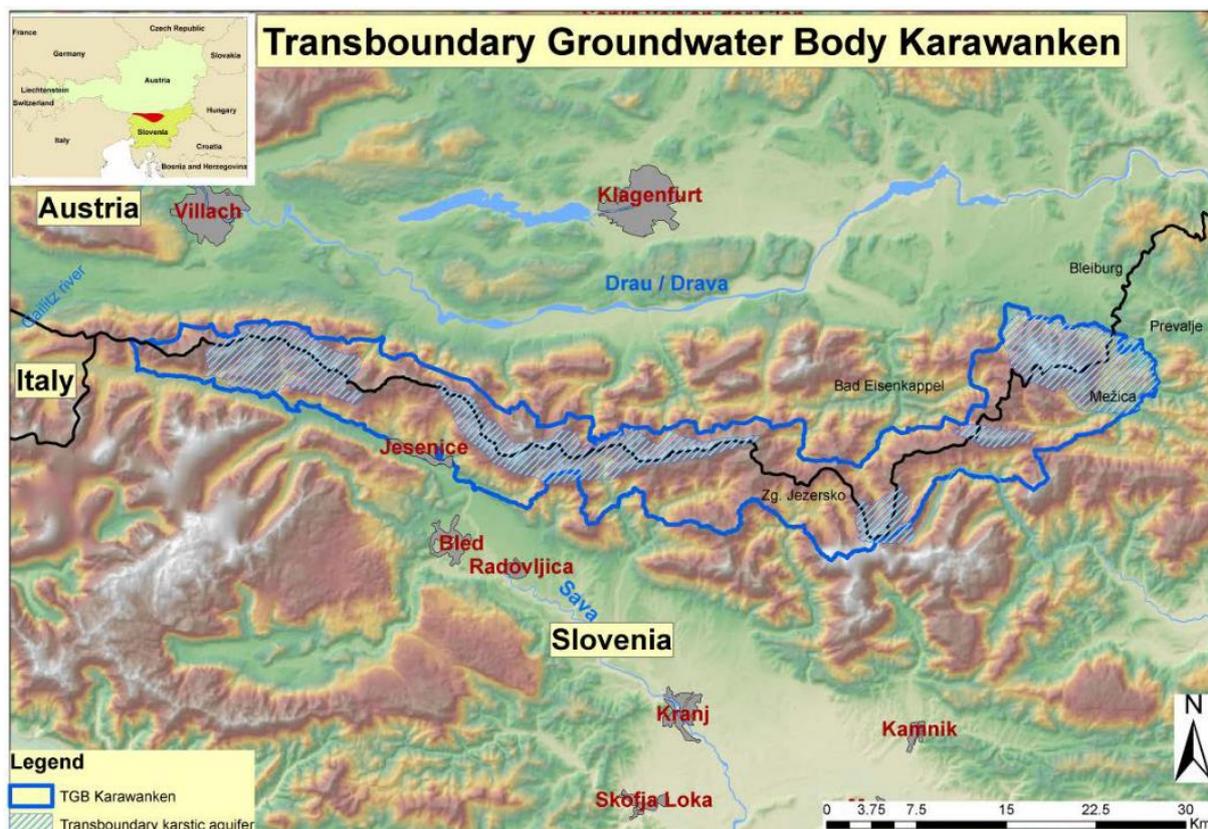
Der Geopark Karawanken besitzt einen großen Grundwasserreichtum. Die Grundwässer in dem Gebiet sind für die Wasserversorgung des gesamten Unterkärntner Raumes von besonderer Bedeutung. Einen großen Trinkwasserspeicher bilden hierbei die grenzüberschreitenden Karstgrundwasserkörper der Karawanken. Das in Klüften und Spalten unterirdisch gespeicherte Wasser tritt meist am Fuße der Berge in Tälern und im Vorland an großen Karstwasserquellen wieder aus und wird dort zur Trinkwasserversorgung genutzt. Niederschlag wird aber auch im Vorland der Karawanken in sogenannten Poren- als auch in Kluftgrundwasserleitern gespeichert bevor es über Oberflächengewässer dem Abfluss zufließt oder über Brunnen als Trink- oder Nutzwasser entnommen wird (Spendlingwimmer & Heiß, 1998).

Bei Karstgrundwasserleitern in den Karawanken muss man zwischen den gut verkarstungsfähigen Kalk- und den schlechter verkarstungsfähigen Dolomitgesteinen unterscheiden. Aus ersteren treten die sehr großen Karstquellen aus, welche am Fuße der Karawanken liegen und der regionalen Trinkwasserversorgung dienen. Aus den dolomitischen Gesteinen treten die Quellen mit der höchsten Verweilzeit im Untergrund, sehr guter Speicherung und sehr guter Wasserqualität aus. Ihre Schüttung ist geringer als die der großen Karstquellen, aber auch diese werden zur Trinkwasserversorgung genutzt. Am Hochobir, welcher zum Großteil aus verkarstetem Wettersteinkalk und -dolomit besteht, wird praktisch der gesamte Niederschlag unterirdisch entwässert. Ein Großteil gelangt nach Osten und tritt im Bachbett der Vellach über große Quellen wieder aus (z.B. Jakobsquellen). Das Hochplateau der Petzen besteht ebenfalls aus stark verkarstungsfähigem Wettersteinkalk. Niederschlagswässer dringen tief in den Berg ein und treten über große Karstquellen am Fuße der Petzen wieder aus. Eine Besonderheit des Grundwasserkörpers der Petzen ist sein grenzüberschreitender Charakter. Niederschlag oder Schmelzwasser beispielsweise, welches auf österreichischer Seite am Petzengipfel versickert tritt an den Šumecquellen in Slowenien wieder aus. Diese Erkenntnis führte dazu, dass der Grundwasserabfluss der Karawanken in bilateralen Untersuchungen durch den Geologischen Dienst Slowenien in Laibach und das Joanneum Research in Graz untersucht wurde und ein gemeinsamer, grenzüberschreitender Grundwasserkörper definiert wurde (siehe Karte 6) (Brenčič & Poltnig, 2008).

Porengrundwasserleiter im Geopark Karawanken befinden sich im Jauntal und im Lavantal. Sie bestehen aus fluviatilen und fluvioglazialen Ablagerungen der Drau und Lavant sowie aus Schwemmkegeln der aus den Karawanken einmündenden Bäche. Untersuchungen zeigen, dass einige Quellbäche am Nordfuß des Petzenmassivs vollständig in der hochdurchlässigen Schotterflur des Jaunfeldes versickern und damit zur Anreicherung des Porengrundwasserleiters des Jauntales

beitragen (v.A. Wackendorfer Bach, Suchabach) (Spendlingwimmer & Heiß, 1998).

Kluftgrundwasserleiter machen den Großteil der kristallinen Gesteinseinheiten des Geopark Karawanken aus, finden sich aber auch in Gebieten der südlichen Kalkalpen. Es sind dies die paläozoischen Schiefer des Seeberggebietes und die Zone der Periadriatischen Naht mit Kristallingesteinen, Diabasen, Granit und Tonalit. Diese Gebiete zeichnen sich durch zahlreiche kleine Quellen aus, die für eine wasserwirtschaftliche regionale Nutzung ohne Bedeutung sind und nur Einzelversorgungen dienen können. Innerhalb der Karawanken sind diese Bereiche aber für die Hochwasserbildung von großer Bedeutung, da sie den Niederschlag ohne große Verzögerung zum Abfluss bringen.

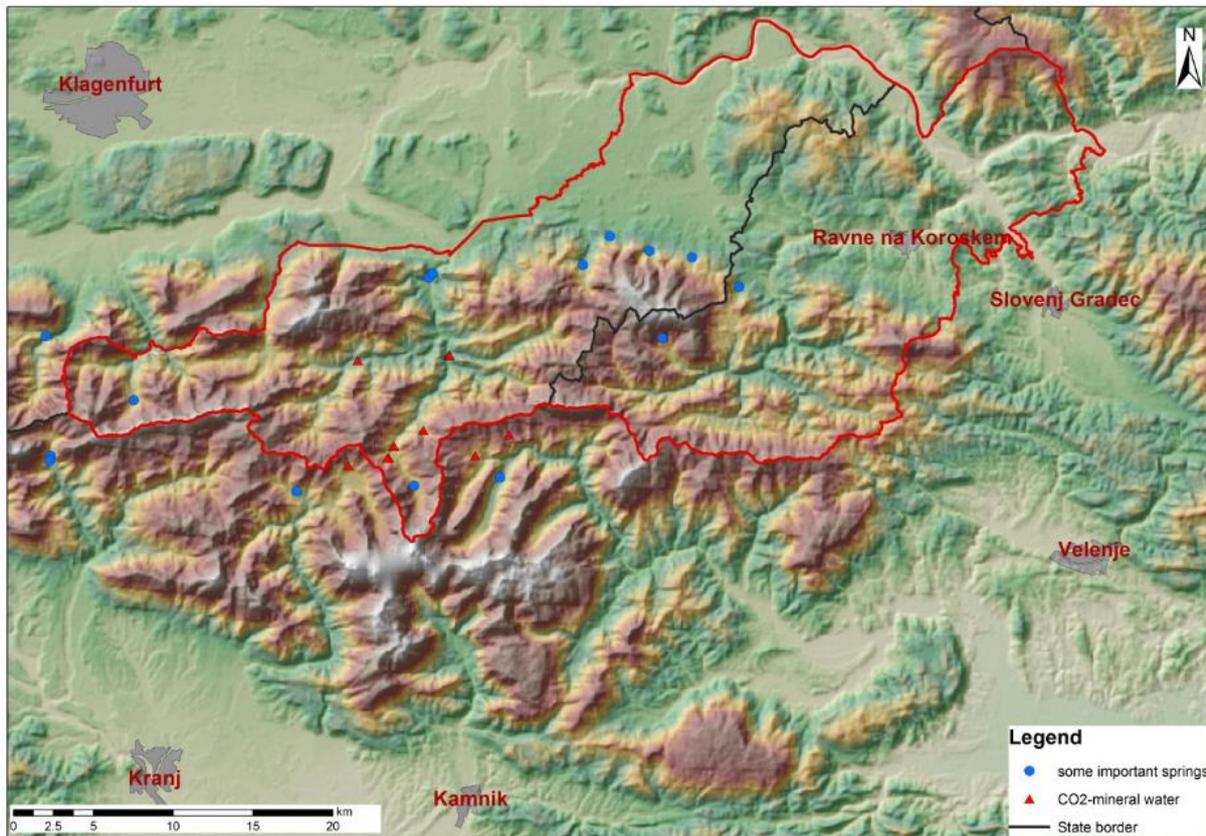


Karte 6: Grenzüberschreitender Grundwasserkörper der Karawanken (Poltnig & Herlec, 2012).

3.2.1. QUELLEN

Im Gebiet des Geoparks Karawanken wird der Raum zwischen Koschuta im Westen und Uschowa im Osten, zwischen Hochobir im Norden und den Steiner Alpen im Süden auch das Tal der 1000 Quellen genannt (Poltnig, 2015). Die Gesteine der Nordkarawanken, des Koschuta-Uschowa-Zuges und der Steiner Alpen bestehen vorwiegend aus Kalken und Dolomiten. Sie bilden die Hauptgrundwasserleiter der Karstwasservorkommen der Ostkarawanken. Aufgrund der tektonischen Entwicklung der Karawanken, im Zuge derer die Nordkarawanken nach Norden auf meist jüngere Gesteine überschoben wurden, finden sich heute die neogenen Ablagerungen (Sande, Kiese und Tone) am Nordfuß der Karawanken. Sie bilden den Wasserstauer für die Karstwsser zwischen Hochobir und Petzen, was hier zu den großen Karstquellenaustritten führt. Die Kalke und Dolomite des Koschuta-Uschowa-Zuges werden durch Störungen im Norden und Süden von paläozoischen Gesteinen begrenzt, die hier den

Wasserstauer für die Karstwässer bilden. Je nach Höhenlage der paläozischen Schiefer beiderseits des Koschuta-Uschowa-Zuges kommt es zu einem grenzüberschreitenden Karstwasserabfluss. Auf österreichischer Seite liegen die größten Karstwasseraustritte im Bereich der Überschiebung der Triaskalke auf das Tertiär im Vorland, zwischen Globasnitz und Bleiburg. Auf slowenischer Seite liegen die größten Austritte im ehemaligen Zinkerzbergbau von Mezica, in Topla und am Fuße der Gornja westlich von Mezica (Brenčič & Poltnig, 2008).



Karte 7: Lage größerer Karstquellen und Mineralwasserquellen (Poltnig & Herlec, 2012 S. 114)

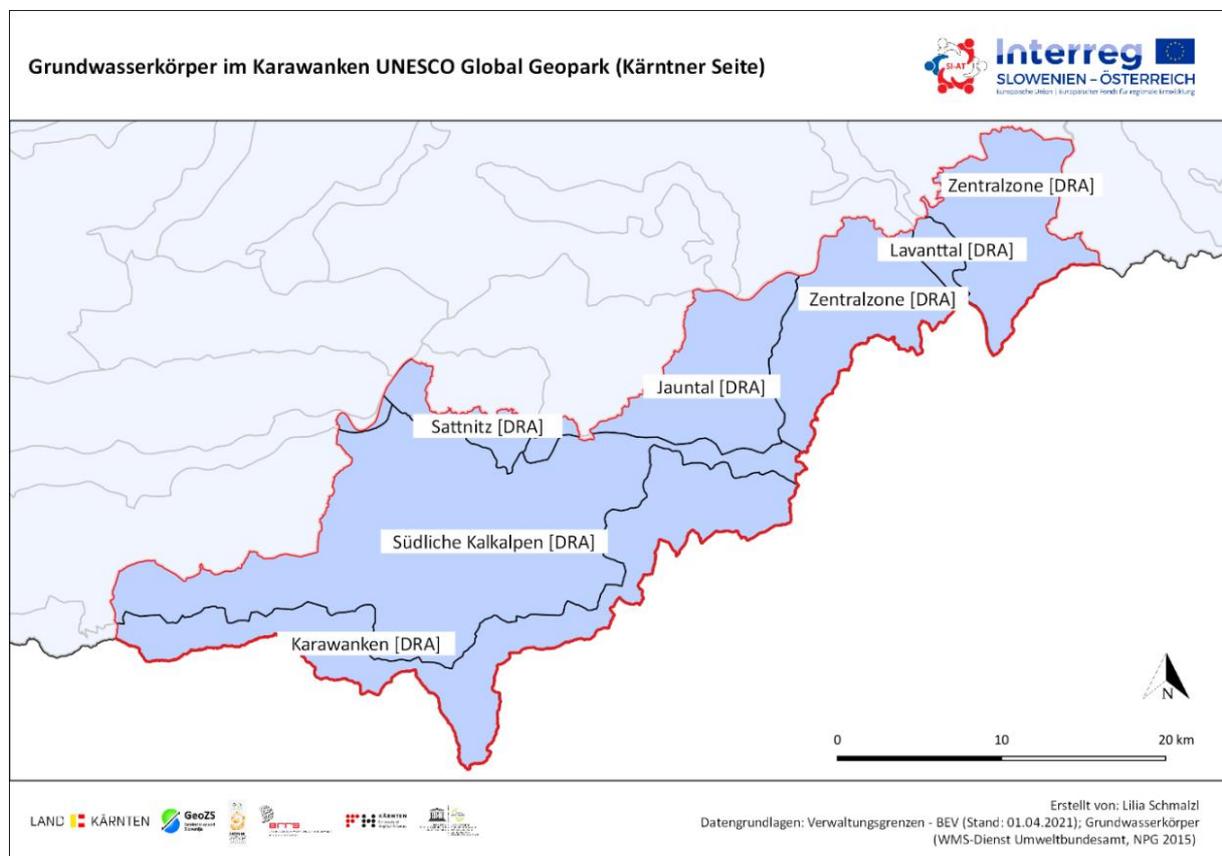
Quellen nehmen im Zusammenhang mit dem Grundwasser im Gebirge generell eine besondere Rolle ein: Sie sind Fenster der Grundwasserleiter, durch die zum Beispiel die Abflussrichtung, die Geologie sowie die Verweilzeit von Wasser in Spalten und Klüften des Berges bestimmt werden kann. In Karte 7 sind die größeren Karst- und Mineralwasserquellen des Geoparks Karawanken eingezeichnet.

Die wichtigsten Quellen im Geopark Karawanken sind mit großen Schüttungsvermögen die Petzenquellen (gesamt ca. 870 l/s allein auf österreichischer Seite), sowie die Jakobsquellen (gesamt ca. 350 – 400 l/s) im Vellachtal. Die wichtigsten Quellen des Petzen Karstwasserleiters sind die Neuberschquelle, die Wackendorfer Quelle, die Feistritzquelle, die Podrietschnigquelle und die Kanauquellen. Sie umfassen alleine eine Gesamtschüttung von etwa 450 l/s und werden zu einem großen Teil für die Trinkwasserversorgung gefasst. Eine Schüttungszunahme der abfließenden Bäche deutet darauf hin, dass eine beträchtliche Wassermenge direkt in den Hangschutt übertritt. Die bedeutendsten Oberflächenabflüsse aus dem Petzengebiet sind der Rischbergbach (60 l/s), der Feistritzbach (380 l/s), der Wackendorferbach (70 l/s), der Podrietschnigbach (100 l/s) sowie der Globasnitzbach (260 l/s). Eine Besonderheit der Quellen in der Gemeinde Eisenkappel ist die Beimischung von Kohlendioxidgasen, die aus der Tiefe aufsteigen und sich manchen Wässern beimengen. Der Mineralisierungsgrad des Wassers erhöht sich, da ein höherer CO₂ Gehalt eine höhere

Anreicherung des Wassers begünstigt. Die dafür verantwortlichen Gase steigen entlang der Periadriatischen Naht auf und begünstigen hierbei sowohl auf slowenischer, als auch auf österreichischer Seite Sauerlinge und CO₂-Gasaustritte. Neben der Jakobsquelle, deren Wasser geringe Mineralisation aufweist, sind im Vellachtal auch die Carinthia Lithion Quelle in Bad Eisenkappel, die Bad Vellach Quellen, sowie der Ursprung der Vellach im Talschluss der Vellacher Kotschna zu nennen. Darüber hinaus sind die Muriquellen auf dem Weg Richtung Seebergsattel, sowie die Vrnik Quelle und die Paulitsch-Quelle auf dem Weg Richtung Paulitschsattel als Sauerlinge bekannt. Im Ebriacher Tal sowie im Talausgang der Trögener Klamm finden sich zudem auch der Ebriacher Sauerbrunn sowie das Silberbründl (Brenčič & Poltnig, 2008). Möchte man die ‚Mineralwasserquellen grob charakterisieren, so kann man diese in hoch mineralisierte Sauerlinge, gering mineralisierte Eisensäuerlinge, Schwefelquellen und gering mineralisierte Quellen (Akratopegen) einteilen (Poltnig & Herlec, 2012).

3.2.2. ZUSTANDSÜBERWACHUNG

Auf nationaler Ebene ist die kleinste Planungseinheit des Grundwassermanagements der Grundwasserkörper. Ein Grundwasserkörper ist ein abgegrenztes Grundwasservolumen, innerhalb eines oder mehrerer Grundwasserleiter. Grundwasserkörper werden im österreichischen nationalen Gewässerbewirtschaftungsplan in oberflächennache Grundwasserkörper und Tiefengrundwasserkörper unterteilt. Die Grundwasserkörper werden weiters nach den drei vorherrschenden Aquifereigenschaften (Poren-, Kluft oder Karstgrundwasserleiter), sowie als Einzelgrundwasserkörper (ab einer Ausdehnung von mindestens 50 km²) beziehungsweise als Gruppe von Grundwasserkörpern beschrieben (BMLRT, 2021).



Karte 8: Grundwasserkörper im Gebiet des Karawanken UNESCO Global Geoparks auf österreichischer Seite, Stand 1.4.2021 (BMLRT, 2021).

Im Geopark Karawanken befinden sich nach Einteilung des nationalen Gewässerbewirtschaftungsplans sechs unterschiedliche Grundwasserkörper (Zentralzone, Lavanttal, Jauntal, Sattnitz, Südliche Kalkalpen, Karawanken). Die Darstellung der Grundwasserkörper auf Grundlage des nationalen Gewässerbewirtschaftungsplanes auf Karte 8 gibt eine Übersicht, ist jedoch zu generalisiert um konkrete Entscheidungen im Bereich des Wassermanagements zu treffen. Auf Gemeindeebene werden Entscheidungen betreffend des Grundwassermanagements auf Grundlage von hydrogeologischen Karten in größerem Maßstab getroffen (BMLRT, 2021).

3.2.3. QUANTITÄT (MENGE)

Im Geopark Karawanken sind nach dem nationalen Gewässerbewirtschaftungsplan 2021 alle Grundwasserkörper in einem guten mengenmäßigen Zustand. Ein guter mengenmäßiger Zustand von Grundwasserkörpern wird derart definiert, dass »die verfügbare Grundwasserressource nicht von der langfristigen mittleren jährlichen Entnahme überschritten wird.« (BMLRT, 2021, S. 139). Grundsätzlich gilt die Vermeidung von Verringerung oder Schädigung von Oberflächengewässern oder Landökosystemen, die direkt mit dem mengenmäßigen Zustand des Grundwassers in Verbindung stehen.

Die größeren Quellen des Karstgebietes Petzen-Topitza sind für die Wasserversorgung bereits weitgehend genutzt. Im zentralen und östlichen Jaunfeld stehen aber noch große Mengen kaum genutzter Grundwasserresserven zur Verfügung (mindestens 400 l/s). In weiten Teilen des Lavanttales sowie auch in der Landeshauptstadt Klagenfurt ist durch den Klimawandel mit immer häufigeren Versorgungsengpässen zu rechnen. Daher sollten die Grundwasserreserven des Geoparks Karawanken bei Bedarf einer sinnvollen Nutzung zugänglich bleiben und der nachhaltige Schutz der Einzugsgebiete vor intensiver landwirtschaftlicher Nutzung und Besiedlung sollte unbedingt erfolgen (Spendlingwimmer & Heiß, 1998).

Im Rahmen einer Studie des Landes Kärnten (2005) wurde der derzeitige und zukünftige Wasserbedarf von Kärntner Gemeinden flächendeckend erhoben. Hierbei wurde auf Anlagenebene und auf Gemeindeebene eine Wasserbilanz erstellt. Die Wasserbilanz ergibt sich aus dem Wasserdarbot aus gefassten Quellen und Brunnen abzüglich des derzeitigen und zukünftigen Wasserverbrauchs. Für jede Gemeinde wurde ein Report erstellt, der die Mengenbilanz der einzelnen Versorgungsanlagen und mögliche Vernetzungen von Wassergenossenschaften empfiehlt. Insgesamt ergibt die Erhebung, dass derzeit und auch zukünftig keine quantitativen Engpässe in der Wasserversorgung der Gemeinden des Geoparks Karawanken zu erwarten sind (Land Kärnten, 2005).

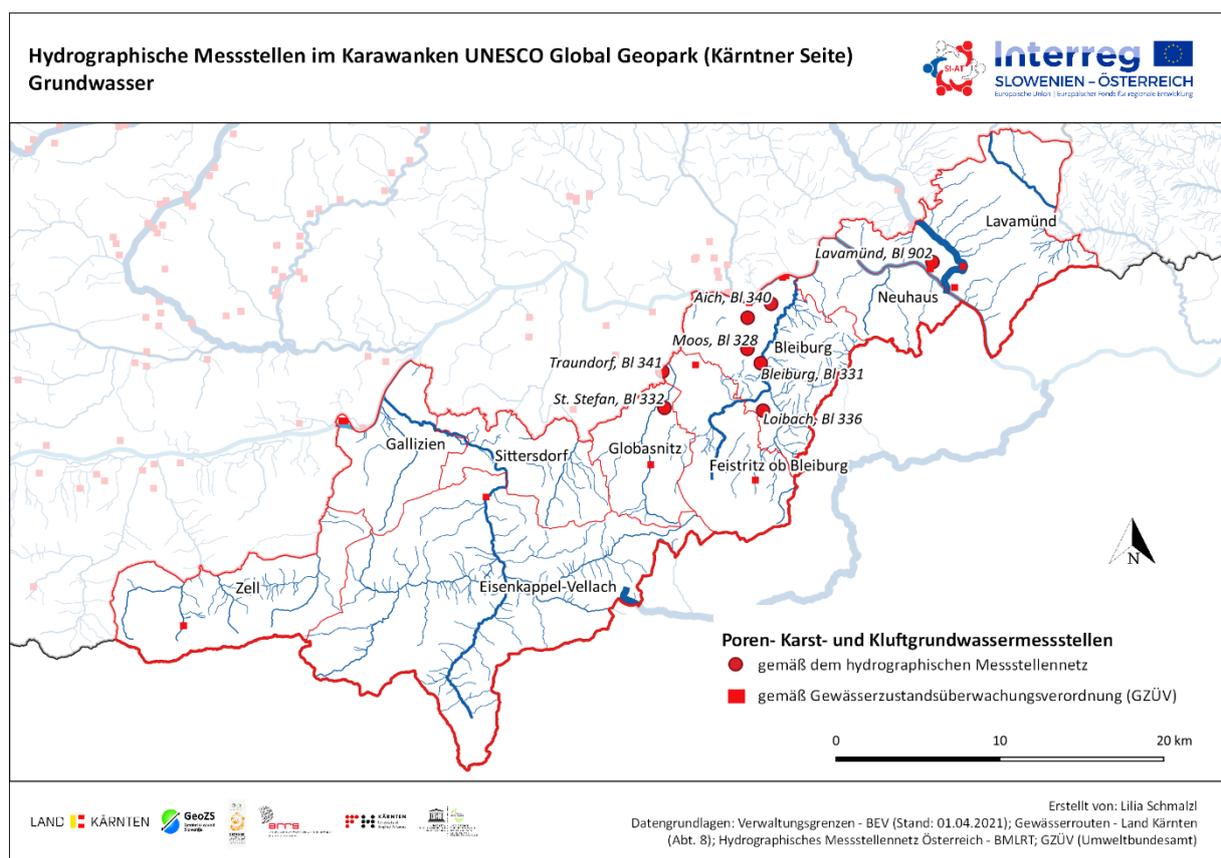
Für bestehende Anlagen wird jedoch eine interne Vernetzungen unabhängiger Gemeindeanlagen als auch externe Vernetzungen zu benachbarten Gemeinden empfohlen, um mögliche Schwankungen, Schäden, Ausfälle oder Beeinträchtigungen der Trinkwasserqualität auszugleichen. Eine im Jahr 2021 veröffentlichte Studie über die Verbesserung des Wasserversorgungskonzepts im Bezirk Völkermarkt, kommt zu dem Ergebnis, dass innerhalb des Bezirks derzeit genügend Wasserressourcen zur Versorgung der Bürger:innen zur Verfügung stehen. Um einem möglichen Engpass in Zukunft entgegenzuwirken, wurden in der Studie insgesamt 51 Maßnahmen ausgearbeitet, um eine Notversorgung im Fall von Ausfällen oder Verunreinigungen zu gewährleisten. Diese Maßnahmen beziehen sich einerseits auf eine gemeindeübergreifende Vernetzung der Wasserversorgungsanlagen und andererseits auf mögliche Erschließungen zur Vergrößerung des Wasserdarbots. Maßnahmen, die für die meisten Einwohner:innen des Bezirks eine Verbesserung der Notversorgung bewirken, sich

also positiv auf mehrere Gemeinden auswirken, wurden in der Studie priorisiert. Jedoch wäre es langfristig gesehen sinnvoll, alle vorgeschlagenen Maßnahmen umzusetzen (Oberressl & Kanz & SETEC Engineering, 2021).

In diesem Bericht soll ein Überblick über die angesprochenen Maßnahmen und bestehenden Notversorgungsleistungen gegeben werden. Detaillierte Informationen zu den einzelnen Maßnahmen können beim Wasserverband Völkermarkt/Jaunfeld angefragt werden. Derzeitig bestehen gemeindeübergreifende Vernetzungen in den Geopark Gemeinden zwischen der Gemeinde Bleiburg und der Gemeinde Feistritz ob Bleiburg. Das Wasserversorgungssystem von Bleiburg kann sowohl über die Wasserversorgungsanlagen (WVA) der Petzen (Tschernquelle, Dolinschachquelle und Kanauquelle), als auch über den Brunnen Traundorf versorgt werden. Die Notversorgung von Bleiburg kann über den Ausbau des Anschlusses an den Brunnen Traundorf sichergestellt werden. Die Gemeinden Sittersdorf und Gallizien sind darüber hinaus durch Verbindungsleitungen an die Jakobsquelle in der Gemeinde Eisenkappel angeschlossen. Ein interner Anschluss der Ortschaft Eisenkappel an die Jakobsquelle wäre als Notversorgung sinnvoll. Die Gemeinde Globasnitz verfügt derzeit über eine provisorische Notverbindung mit dem Wasserversorgungsverband Völkermarkt Jaunfeld. Der Betriebsdruck im System muss derzeit über einen Schieber kontrolliert werden und sollte in Zukunft über ein Druckregelventil gesteuert werden. Alternativ wäre auch eine Notversorgung durch den Brunnen Traundorf in der Gemeinde Feistritz ob Bleiburg möglich. Die Gemeinde Neuhaus verfügt derzeit über keine Verbindungen zur Notversorgung mit anderen Gemeinden. Eine interne Verbindung der einzelnen Wasserversorgungsbereiche innerhalb der Gemeinde sowie eine Verbindung von der Gemeinde Bleiburg oder Lavamünd wird vorgeschlagen (Oberressl & Kanz & SETEC Engineering, 2021).

3.2.4. QUALITÄT

Die Trinkwasserqualität von Wasserversorgungsanlagen kann durch eine Vielzahl an Belastungen beeinträchtigt werden. Hierbei spielen stoffliche Belastungen durch punktuelle oder diffuse Einträge, aber auch Temperaturänderungen eine Rolle. Besonders belastend wirken hygienische Beeinträchtigung durch menschliche oder tierische Ausscheidungen, die aus undichten Kanälen oder Senkgruben beziehungsweise aus landwirtschaftlicher Düngung in das Grundwasser gelangen können. In der Qualitätszielverordnung Chemie Grundwasser werden die zu erreichenden Zielzustände der Trinkwasserqualität durch Schwellenwerte festgelegt (BMLRT, 2021). Im Rahmen der Gewässerzustandsverordnung wird die Qualität des Grundwassers regelmäßig überprüft. Nach dem Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplan 2021 befinden sich alle Grundwasserkörper des Geoparks Karawanken in einem guten chemischen Zustand. Auf mögliche Risiken auf lokaler Ebene wird in Kapitel 4 näher eingegangen. Die Messdaten pro Messstelle können in der H2O Fachdatenbank des Umweltbundesamts öffentlich abgerufen werden. Karte 9 gibt einen Überblick über die Lage der Grundwassermessstellen des hydrographischen Dienstes sowie der GZÜV (Gewässerzustandsüberwachungsverordnung) im Geopark Karawanken.



Karte 9: Hydrographisches Messstellennetz Österreich und Messstellen der Gewässerzustandsüberwachungsverordnung, Last Revision 23.07.2020 (BMLRT, 2021)

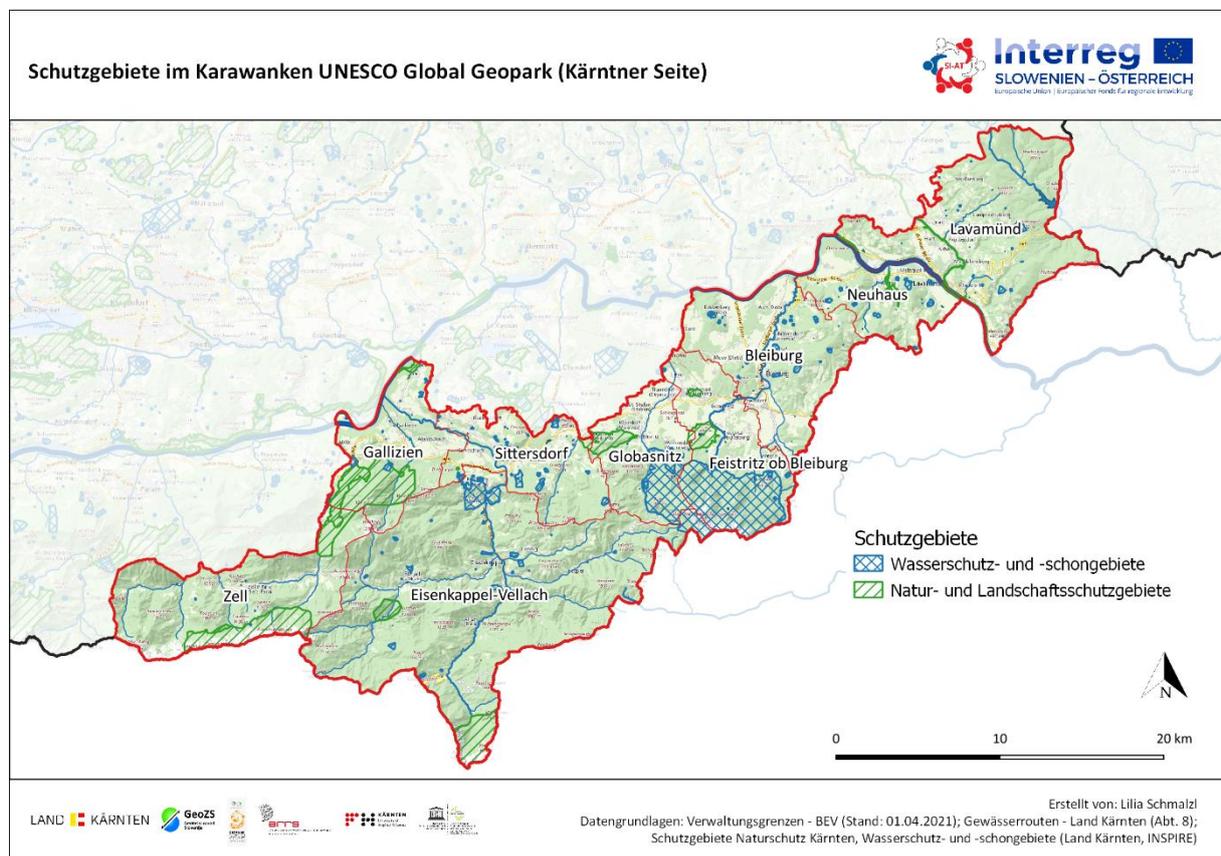
3.2.5. WASSERSCHUTZGEBIETE

Um die Qualität von Wasser langfristig zu gewährleisten, die Verschlechterung der Qualität zu verhindern und die erforderliche Aufbereitung von sauberem Trinkwasser zu verringern ist die Ausweisung von Wasserschutz- und -schongebieten erforderlich. Nach dem Wasserrechtsgesetz 1959 werden in Österreich bestimmte Gebiete, die zum Zweck der Trink- und Nutzwasserversorgung wichtig sind, geschützt. Hierbei wird unterschieden nach Schutzgebieten zum Schutz von Wasserversorgungsanlagen, Schongebieten zum Schutz der allgemeinen Wasserversorgung als auch Schutz- und Schongebieten zur Sicherung der künftigen Wasserversorgung sowie Schutz von Heilquellen und Heilmooren (BMLRT Schutz- und Schongebiete, 2018).

Die Festlegung und Größe von Trinkwasserschutzzonen ist abhängig von der Verweilzeit des Grundwassers und somit der geologischen Voraussetzungen. Die Verweilzeit ist die Zeit die das Grundwasser braucht um von der Schutzzonengrenze bis zu Quelfassung zu fließen. Diese Zeit unterscheidet sich je nach Grundwasserleiter erheblich, somit unterscheidet sich auch die Größe und Form von Wasserschutzgebieten. Bei Porengrundwasserleitern weisen Schutzgebiete meist regelmäßige, ovale Formen auf, während für Karstgrundwasserleiter bei der Ausweisung geologischen Strukturen gefolgt wird. Somit können in Karstgebieten strenge Schutzzonen weit von der Quelfassung entfernt liegen In Österreich werden Schutzgebiete in zwei Zonen unterteilt: Schutzgebiet 1 und Schutzgebiet 2. Das Schutzgebiet 1 ist ein umzäunter Fassungsbereich, der nur für Wartungs- und Erhaltungstätigkeiten der Wasserfassung betreten werden darf. Das Schutzgebiet 2 umfasst die Fläche, in der das Grundwasser insgesamt 60 Tage braucht um von der äußeren Grenze bis zur Quelfassung zu

gelangen. Schongebiete schließen das gesamte Einzugsgebiet von Grundwasserkörpern ein (Brenčič & Poltnig, 2008).

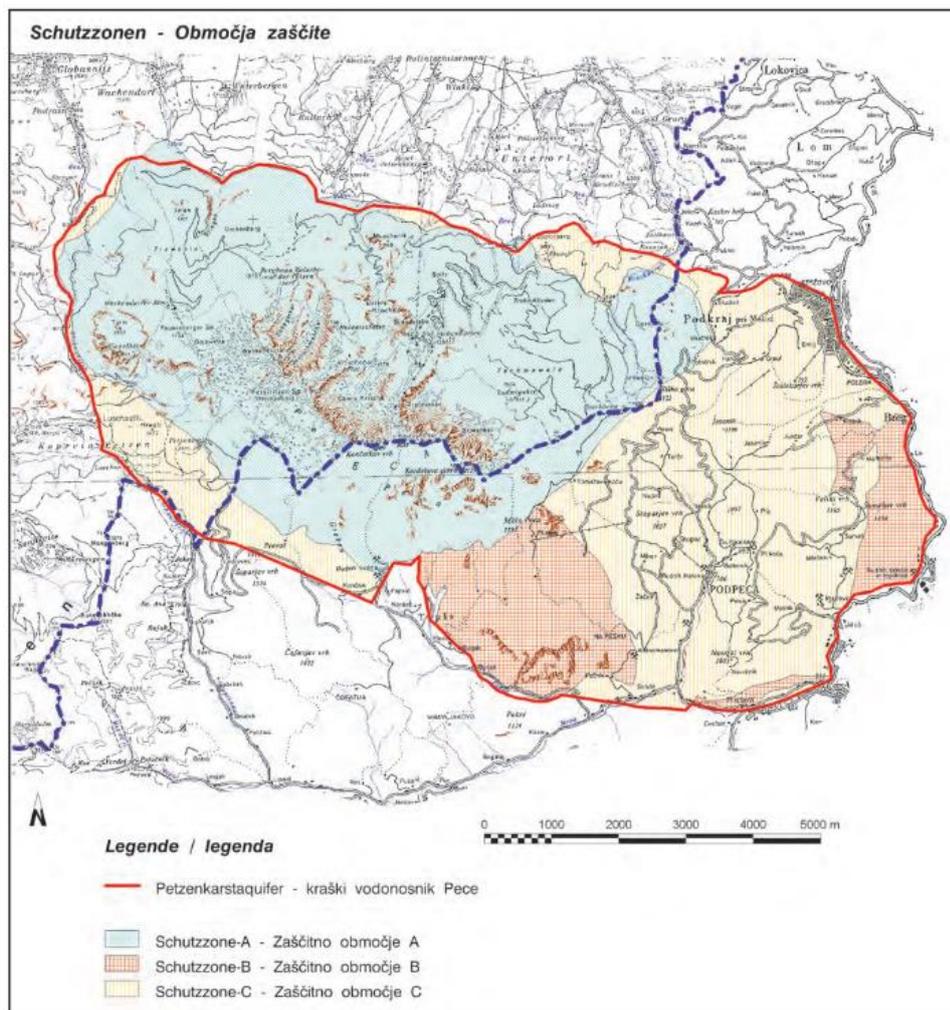
Das größte Wasserschutzgebiet im Geopark Karawanken liegt auf der Petzen. Der Grundwasserkörper der Petzen ist das wesentlichste Standbein der Wasserversorgung für einen großen Teil der Wohnbevölkerung im östlichen Teil des Geopark Karawanken. Abgesehen von kleineren Wasserversorgungsanlagen und Grundwasserentnahmen aus den Grundwasserkörpern des Karawankenvorlandes wird das gesamte Geoparkgebiet und darüber hinaus, zwischen Bleiburg und Eberndorf bis zur Überleitung nach Völkermarkt, aus Petzen Karstwasserquellen versorgt. (Spendlingwimmer & Heiß, 1998). Die größeren genutzten Quellen des Petzen Karstgrundwasserleiters auf österreichischer Seite sind die Neuberschquelle im Globasnitzgraben, die Wackendorfer Quelle, die Feistrizquelle sowie die Kanauquellen. Auf slowenischer Seite werden die Sumec Quelle und die Entwässerung des Berbau Topla hauptsächlich für die Wasserversorgung genutzt. Im westlichen Teil der Karawanken, in den Gemeinden Gallizien, Eisenkappel-Vellach, sowie Zell liegt das Haupteinzugsgebiet für die Wasserversorgung am Hochobir. Die Jakobsquelle umfasst hier das größte Wasserschutzgebiet (siehe Karte 10).



Karte 10: Schutzgebiete im Karawanken UNESCO Global Geopark, Stand 1.4.2021 (BMLRT, 2021)

Eine Besonderheit des Petzen-Karstgrundwasserleiters ist, dass es nur durch gemeinsame grenzüberschreitende Anstrengungen möglich ist, einen nachhaltigen Schutz der Trinkwasserqualität zu ermöglichen. Dies liegt daran, dass der Grundwasserkörper sowie dessen Einzugsgebiet sowohl auf österreichischer als auch auf slowenischer Staatsseite liegt. Niederschläge gelangen so auf beiden Seiten der Grenze zum Wiederaustritt. Die Quellen weisen zudem ein hohes Risiko für Verunreinigungen auf, da die Flächen des Einzugsgebiets eine hohe Infiltration und gute Wasserführung

aufweisen und somit das Wasser eine geringe Verweilzeit bis zum Wiederaustritt besitzt. Hierbei ist die Hochfläche der Petzen von der Wackendorfer Spitze bis zur Mala Peca ein besonders sensibler Bereich, da die Verkarstung und somit die Infiltration von Niederschlägen besonders ausgeprägt ist. Die infiltrierenden Wässer fließen von hier sowohl nach Slowenien als auch nach Österreich. Dasselbe gilt auch für den Bereich um die Ludwigshütte westlich von Rischberg. Wässer, die in diesem Bereich versickern gelangen sowohl nach Slowenien zu den Quellen des Bergbau Topla, des Bergbau Mezica und der Sumec Quelle, als auch nach Österreich zu den Kanaufl Quellen. Also sind die Flächen zwischen Wackendorfer Spitze und Ludwigshütte sich überlappende Einzugsgebiete von Quellen auf beiden Seiten der Grenze und ein Schutz ist in beider Staaten von Interesse (Brenčič & Poltnig, 2008). Nachfolgende Abbildung ist ein Vorschlag von Brenčič & Poltnig (2008) für eine grenzüberschreitende Schutzzone des Petzen-Karstgrundwasserleiters. Schutzzone A ist hierbei eine besonders sensible Zone, da in diesem Bereich die Verkarstung besonders ausgeprägt ist. Schutzgebietsüberlegungen der einzelnen Quellen sollten diese unterschiedlichen Zonen berücksichtigen (Brenčič & Poltnig, 2008). Aufgrund unterschiedlicher gesetzlicher Rahmenbedingungen gibt es bis heute keine grenzüberschreitenden Wasserschutzgebiete, jedoch gibt es im Rahmen der Arbeitsgruppe 'Trinkwasser der Karawanken' der grenzüberschreitenden Kommission für die Drau regelmäßig Gespräche und Abstimmungen, die einen grenzüberschreitenden Schutz gewährleisten sollen (Brenčič et al., 2013).



Karte 11: Schutzonenkarte der Petzen ((Brenčič & Poltnig, 2008, S. 126)

4. RISIKEN IM BEZUG AUF WASSERRESSOURCEN IM KARAWANKEN UNESCO GLOBAL GEOPARK

Risiken für die Wasserressourcen im Geopark Karawanken können durch unterschiedlichste Einflüsse entstehen. Sie betreffen sowohl Oberflächengewässer als auch Grundwässer. Oberflächengewässer können sowohl durch stoffliche Einträge als auch durch Veränderungen der Ufer- und Sohdynamik negativ beeinflusst werden. Diese Beeinflussung wirkt sich sowohl auf die Wasserqualität von Flüssen, Bächen und Seen, als auch auf den Feststoffhaushalt, die Biozönose und auf die Abflusssdynamik aus. Ein Biodiversitätsverlust sowie ein erhöhtes Hochwasserrisiko oder periodische Trockenphasen können die Folge sein. Auch Grundwässer können durch diffuse oder punktuelle Schadstoffeinträge in ihrer Qualität beeinflusst werden. Ursächlich dafür können Einflüsse aus unterschiedlichsten Sektoren sein. Diffuse Schadstoffeinträge entstehen beispielsweise durch Aktivitäten in der Land- und Forstwirtschaft, dem Verkehr oder atmosphärischen Depositionen. Punktuelle Schadstoffeinträge können zum Beispiel durch Abfallverwertungsanlagen und Deponien, durch Altlasten oder durch den Bergbau entstehen. Übermäßige Wasserentnahmen können sich ebenfalls negativ auf die verfügbare Grundwassermenge auswirken. Weiters können sich Naturkatastrophen, wie beispielsweise Überschwemmungen, Trockenheit und Hitze oder menschengemachte Katastrophen, wie ein flächendeckender Stromausfall massiv auf die Verfügbarkeit von Wasserressourcen auswirken. Diese werden sich in ihrer Häufigkeiten und Ausprägung durch den voranschreitenden Klimawandel in den nächsten Jahren weiter verschärfen.

Auf die Frage, wie sich diese Risiken auf Wasserressourcen auswirken können und welchen Einfluss diese Risiken auf die Wasserressourcen des Geoparks Karawanken haben, soll in diesem Kapitel eingegangen werden. Die Datensätze, die diesem Kapitel zu Grunde liegen, sind öffentlich über die Plattform des WISA Web-Viewer unter H2O Fachdatenbank des Umweltbundesamt. einzusehen.

4.1. AUSWIRKUNGEN AUF WASSERRESSOURCEN DURCH MENSCHLICHEN EINFLUSS

Die menschlichen Einflüsse auf Wasserressourcen sind vielfältig. Durch unsere Aktivitäten können wir sowohl die Wasserqualität als auch die zur Verfügung stehende Menge von Oberflächengewässern und Grundwässern negativ beeinflussen.

4.1.1. DIFFUSE SCHADSTOFFEINTRÄGE

Diffuse Schadstoffeinträge entstehen durch unterschiedliche Eintrittsquellen von Schadstoffen. Das heißt man kann diese nicht auf einen Punkt reduzieren, sondern sie treten an unterschiedlichen Orten in das Grundwasser oder in Oberflächengewässer ein. Diffuse Schadstoffquellen belasten Gewässer flächenhaft. Sie entstehen durch Schadstoffe aus der Land- und Forstwirtschaft, des Verkehrs, sowie durch Siedlungen, Abwässer und atmosphärische Ablagerungen.

4.1.1.1. LANDWIRTSCHAFT

Die Hauptursachen für die diffuse Belastungen von Gewässern in Österreich liegen zum großen Teil in der landwirtschaftlichen Bodennutzung. In Regionen mit intensiver landwirtschaftlicher Nutzung kommt es häufig zu Überschreitungen der Schwellenwerte, besonders hinsichtlich des Nitratwerts (Stickstoff). Neben der Versickerung von Schadstoffen in das Grundwasser können diese auch über den Oberflächenabfluss und Erosion in Oberflächengewässer gelangen und dort zu erhöhten Konzentrationen führen (BMLRT, 2021).

Die wirtschaftliche wie räumliche Bedeutung der Landwirtschaft spielt in den Geopark Gemeinden eine untergeordnete Rolle (vergleiche Kapitel 2.3). Daher ist auch das Risiko der Grundwasserverunreinigung durch die Landwirtschaft eher gering. Ein Blick auf die Nitratwerte der einzelnen Messtationen des Geoparks in der Qualitätsdatenabfrage des Umweltbundesamtes zeigt, dass diese im Bereich der Norm sind. Sie unterliegen jahreszeitlichen Schwankungen, was sich durch die Vegetationsperioden sowie durch unterschiedliche Witterungsverhältnisse (Trockenperioden und Starkniederschlagsereignisse) erklären lässt. Eine Ausnahme bilden einige Messstellen im Grundwasserkörper Jauntal, bei denen die Messwerte der Nitratkonzentration nahe der zulässigen Grenzwerte liegen (BMLRT, 2021; BMLRT Abt. 1/3, 2021).

Eine Abfrage der Anbaustatistik von Statistik Austria (Zeitraum 1999 und 2010) hat ergeben, dass der Großteil der landwirtschaftlichen Flächen innerhalb der Geoparkgemeinden für Korn- bzw. Futtermais verwendet wird. Der Maisanbau ist insofern problematisch, da gerade hier Nitratdünger wichtig sind. Das Nitratrückhaltevermögen vom Großteil der landwirtschaftlich genutzten Talböden ist jedoch aufgrund dessen Aufbaus und der bodenkundlichen Eigenschaften sehr gering. Das heißt, die Böden können das Auswaschen von Nitrat in den Grundwasserkörper nur in geringem Ausmaß verhindern und ein sensibler Umgang mit Nitratdüngern zum langfristigen Schutz der Grundwässer ist wichtig (BMLRT, 2021). Auch das inzwischen nicht mehr zugelassene Herbizid Atrazin und sein Hauptabbauprodukt Desethylatrazin kann nach wie vor im Grundwasser des Geoparks nachgewiesen werden. Das Herbizid kam bis zum Jahr 1995 vor allem im Maisanbau zum Einsatz, wurde jedoch aufgrund von nachweislicher Trinkwasserkontamination seither verboten. Obwohl noch Spuren des Mittels im Grundwasser nachweisbar sind, befinden sich diese Werte bei allen Messstellen unterhalb der Grenzwerte (Spendlingwimmer & Heiß, 1998).

4.1.1.2. FORSTWIRTSCHAFT

Ein großer Teil der Wassereinzugsgebiete des Geoparks Karawanken sind bewaldet. Rund 78 Prozent der Geoparkfläche ist mit Waldflächen bedeckt (Corine Landuse, 2018). Der Wald leistet in Bezug auf den Hochwasserschutz und die Qualität von Trinkwasser einen wesentlichen Beitrag. Wälder speichern Wasser und geben dieses kontinuierlich ab, was neben der Abflussreduktion auch eine konstante Wasserführung bei Niedrigwasserständen begünstigen kann (Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (BMNT), 2019; Engeland & Hisdal, 2009). Im Sinne des Hochwasserschutzes ist eine Abflussreduktion bereits durch eine Reduktion des Abflusses am Kronendach, wegen Interzeption und Transpiration durch die Blätter und Nadeln gegeben. (BMNT, 2017; Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (BMNT), 2019). Vor allem aber der Waldboden dient als Retentionsfläche. Durch die Wurzeln der Bäume werden der Wasserspiegel abgesenkt und somit die Flutwelle verlangsamt. Eine ausgeprägte Krautschicht verstärkt die Oberflächenrauigkeit, dies erhöht das Hochwasserrückhaltevolumen zusätzlich (Schmidt et al., 2004). Laut einer Studie von Markart et al. (2016) können Wälder durch das große Porenvolumen im Boden und die tiefe Durchwurzelung bis zu 6 Mal soviel Wasser zurückhalten als eine Freifläche. Bei großflächigen Kahlschlägen beziehungsweise bei Windwürfen in Gewässereinzugsgebieten konnte ein Anstieg des Hochwasserpegels beobachtet werden (Schneider, 2020). Untersuchungen von (Calder, 2007) zeigen, dass auch Forststraßen einen wesentlichen Einfluss auf das Abflussverhalten besitzen.

Ein gesunder Wald ist wichtig für die Filterfunktion und den Schutz der Grundwasserqualität. Unter Waldflächen ist der chemische Zustand des Grundwassers besser, als unter Flächen mit anderer Landnutzungen (Landwirtschaft, Verkehrsflächen, etc.). Es wird auf diesen Flächen nur in den

seltensten Fällen gedüngt und mit Nitrat gearbeitet. Die Möglichkeit des direkten Schadstoffeintrags ist eher gering, dennoch vorhanden. Beispielsweise kann es durch Forstmaschinen zur Bodenverdichtung sowie zum Austritt von Schadstoffen wie Schmiermittel oder Kraftstoffen kommen. Auch Mittel zur Behandlung vom Holz bergen Gefahren. Solche Aktivitäten sind gerade in Grundwasserschutzgebieten stark eingeschränkt (Hegg Christoph, 2003; Schürch et al., 2003).

In einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung im Sinne eines integriertes Gewässermanagementansatzes sollte auf Plenterwirtschaft ohne Kahlschläge (Englisch 2016:4) als auch auf Vorverjüngung und eine gesunde Bodenvegetation (LWF, 2002) geachtet werden, um die Ökosystemdienstleistungen, die Wälder für ein nachhaltiges Gewässermanagement erbringen, optimal zu nutzen. Eine Anpassung der Baumarten an eine potentiell natürliche Waldgesellschaft ist wichtig, um Wälder auf die zunehmenden Herausforderungen des Klimawandels vorzubereiten (Quelle Kirchmeir!). In den letzten Jahren kam es in den Gemeinden des Geoparks Karawanken immer wieder zu großen Windwurfereignissen. Eine Waldschadenanalyse der KLAR!-Region Südkärnten (Schmalzl & Weiß, 2020) kommt zu dem Ergebnis, dass in der Region in den Jahren 2015 bis 2019 10 Prozent aller vorhandenen Waldflächen durch Windwürfe und Borkenkäferkalamitäten zerstört wurden. Die Schadholzmeldung des Bezirks Völkermarkt aus dem Jahr 2018 unterstreicht diese Dramatik: Es wurden 530.000 Erntefestmeter Schadholz gemeldet, was einem Verlust von rund 3 Prozent des Gesamtbestandes von Ertragswäldern im Bezirk entspricht. Rund 84 Prozent des Schadholzes im Bezirk war hierbei Nadelholz, welches durch Sturmschäden zu Fall gebracht wurde, weitere 9 Prozent Nadelholz, welches Borkenkäferkalamitäten zum Opfer viel und rund 7 Prozent Laubholz, welches durch Sturmschäden fiel (DI Prem Johannes & Bauer Helga, 2019). Regionale Klimaprognosen prognostizieren eine Intensivierung von Extremwetterereignissen und eine Zunahme von Hitzetagen und wärmeren Wintern. Die Sturmereignisse der letzten Jahre, sowie die prognostizierten Klimatrends verdeutlichen, dass vor allem die Fichte einen zunehmenden Klimastress erlebt und im Sinne einer nachhaltigen Bewirtschaftung durch andere, resilientere Baumarten ersetzt werden sollte.

Durch den enormen Waldverlust ist davon auszugehen, dass die Wasserrückhaltekapazität sowie die Filterkapazität von Wäldern im Geopark Karawanken ebenfalls abgenommen hat. Eine Fortsetzung dieses Trends hätte katastrophale Folgen für den Hochwasserschutz, den Objektschutz (Erosion, Hangrutschungen, Muren) und die Gewährleistung der Wasserqualität (Geschiebe, Filterkapazität). Die Bewirtschaftung von klimafitten Mischwäldern ist daher für den nachhaltigen Gewässerschutz ein zentrales Anliegen.

4.1.1.3. VERKEHR

Österreich ist Spitzenreiter in der Versiegelung von Böden. In Bezug auf den Verkehr liegt Österreich mit 15 Metern Straßenlänge pro Einwohner auf Platz 1 im Vergleich zu anderen europäischen Ländern (Umweltbundesamt, 2020). Die Versiegelung hat eine enorme Auswirkung auf die Wasserwirtschaft. Versiegelter Boden ist nur schwer wieder in die ursprüngliche Form zurückzubringen. Das heißt er ist für landwirtschaftliche Zwecke wie auch für Wasserfilterung bzw. Wasserspeicherung nachhaltig beeinträchtigt. Dadurch steigen die Risiken von Überflutungen (König Klaus W., 2020).

Aber nicht nur der schnelle Abfluss von Niederschlag stellt ein Problem dar, sondern auch die darin gelösten Bestandteile wie Chemikalien, Streusalze (Chlorid), Reifenabrieb und Mikroplastik. Die vom Verkehr eingespeisten Schadstoffe (u.a. Kupfer, Blei, Nickel und Zink) werden über den Niederschlag von befestigten Straßen oder Parkplätzen auf benachbarte Freiflächen gespült und versickern dort in

das Grundwasser. Chloridbelastungen unterliegt auf Grund des Einsatzes von Streusalzen auf Fahr- und Gehwegen jahreszeitlichen Schwankungen. Organismen in den Fließgewässern reagieren unterschiedlich auf erhöhte Chloridwerte. Algen sind in diesem Fall sehr sensibel, Fische, Krebse und Weichtiere reagieren weniger sensibel. Auch im Grundwasser kann man in den Wintermonaten einen erhöhten Wert feststellen. Er liegt allerdings unter den zulässigen Grenzwerten (Lindner et al., 2019). Bäume und Pflanzen in der Nähe von Verkehrsflächen zeigen jedoch durch den sogenannten Salzstress verspäteten Austrieb, braune Blätter und früheren Laubfall. Je nach Pflanzenart gibt es unterschiedliche Anpassungsfähigkeiten. Ein überhöhter Einsatz von Streusalz führt zur Verkrustung und Verdichtung der Böden. Er wird dadurch weniger gut durchlüftet und nimmt weniger Nährstoffe und Wasser auf. Auch die Aktivitäten der Mikroorganismen werden eingeschränkt (Lindner et al., 2019).

Um den Zustand der Gewässer zu sichern gibt es für die Sanierung und die Neuerrichtung von Verkehrsflächen zahlreiche neuen technischen Lösungen zur lokalen Filtrierung von Abwässern. Der Leitfaden zur Regenwasserbewirtschaftung vom Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (2019) bildet verschiedene Möglichkeiten und Werkzeuge der Regenwasserbewirtschaftung ab und dient als Leitfaden für die Gemeinden in deren strategischen Planung. Zum Beispiel können neu gebaute Parkplätze mit modernsten Anlagen ausgestattet werden, die das Sickerwasser von der Oberfläche in unterirdische Behandlungseinrichtungen einspeisen. In einem Vorreinigungsprozess werden Feststoffe herausgefiltert. Danach, im Gewässerschutzfilter, werden unter anderem Schwermetall und feine abfiltrierbare Stoffe (Reifenabrieb) entfernt. So vermindert sich der diffuse Eintrag von Schadstoffen und Mikroplastik von Verkehrsflächen in den Boden. Neben moderner Technik wird auch die Pflanzung von Gründächern empfohlen. Gründächer können die Aufgabe von versiegelten Flächen übernehmen, als Bufferspeicher dienen und anschließend kann der überschüssige Abfluss unterirdisch versickern (Kleidorfer et al., 2019).

Auf den Talböden der Geoparkgemeinden befindet sich ein gut ausgebautes Verkehrsflächennetz mit Straßen unterschiedlicher Kategorien (Bundesstraße, Landstraße, Ortsstraßen). Ebenso befinden sich hier Firmen, Dienstleister, Nahversorger, Bildungs- und Verwaltungseinrichtungen mit den dazugehörigen Parkflächen. Das heißt es handelt sich um Gebiete mit mittlerem Versiegelungsgrad und mittlerer Bevölkerungsdichte. Mit den Siedlungen auf Hanglagen nimmt die Verkehrsdichte, der Versiegelungsgrad und die Bevölkerungsdichte ab, ausgenommen in den touristisch genutzten Gebieten. Dieses Gebiet ist überwiegend von freistehenden Einfamilienhäusern, landwirtschaftlichen Gebäuden und deren Flächen geprägt. Große Parkplätze, verzweigte Straßennetze und andere größere versiegelte Flächen sind hier sehr selten. Das heißt die Einträge, die durch den Verkehr entstehen nehmen mit der Höhen hin ab. Ausnahmen bilden aber die touristisch genutzten Gebiete. Hier gibt es vermehrtes saisonbedingtes Verkehrsaufkommen. Die touristischen Hotspots in den Gemeinden des Geoparks Karawanken sind auf Grund ihrer naturräumlichen Ausstattung sehr empfindlich, ein sorgsamer Umgang und eine gute Verkehrs- bzw. Abwasserplanung ist hier für den Schutz des Gebiets und der Gewässer zielführend (BMLRT H2O Fachdatenbank & WISA, 2021; Kleidorfer et al., 2019; Statistik Austria, 2021).

Betrachtet man die chemikalischen Untersuchungen der Grundwasserkörper unter den Gesichtspunkten von Kupfer, Blei, Nickel, Zink und Chlorid zeigt sich, dass an den Messstellen keine erhöhten Werte verzeichnet wurden (BMLRT Abt. 1/3, 2021; BMLRT H2O Fachdatenbank & WISA, 2021).

4.1.1.4. SIEDLUNGEN UND ABWASSER

Siedlungen können die Grundwasserqualität beeinträchtigen. Auch die Trinkwasserverfügbarkeit kann durch übermäßigen Wasserverbrauch oder Ausfälle aufgrund von Beeinträchtigungen gefährdet werden. Daher sollte jede Gemeinde ihre Wasserversorgungsanlagen gut kennen und einen Überblick haben, wo es Überschüsse und wo es Defizite gibt. Eine Installation von Sicherheitsnetzen und Ableitungen innerhalb von Gemeinden und auch zu Nachbargemeinden (als Backup bei Ausfällen) ist zudem für eine Sicherstellung der Versorgung notwendig.

Beeinträchtigungen, die zu Problemen in der Trinkwasserversorgung führen können, beinhalten Schäden bei Trink- und Abwasserleitungssystemen oder bei Wasserbehältern. Dies geschieht insbesondere dann, wenn diese Systeme nicht regelmäßig gewartet werden. Korrosion von Metallen lässt Leitungen durchlässig werden, und wertvolles Trinkwasser kann ungenutzt oder Abwasser ungehindert im Boden versickern. Hausanschlüsse sind häufig die Schwachstellen im Leitungssystem. Bei nicht sachgemäßem Einbau und Abnahme der Hausanschlüsse durch den Kanalbetreiber können die Leitungen und Verbindungen zum Hauptrohr später aufbrechen. Die Erhaltung und Sanierung von Wasser- und Abwassersystemen ist daher essentiell, um eine nachhaltige Versorgung mit sauberem Trinkwasser zu gewährleisten. Auch kommunale Verunreinigungen des Trinkwassers, beispielsweise durch Medikamente, Korrosionsschutzmittel (Benzotriazol) oder Frostschutzmittel können zu Problemen führen. In den Grundwasserkörpern des Geopark Karawanken zeigen diesbezüglich jedoch keine Auffälligkeiten (ÖWAV et al., 2020).

In allen Gemeinden des Geoparks wurden solide Abwasserentsorgungskonzepte entwickelt und das Kanalnetz wird laufend ausgebaut. Von Seiten der Siedlungsabwässer besteht somit keine Gefährdung von Verunreinigungen. Im Gegensatz dazu wird stark daran gearbeitet den Quellschutz bei Hütten in Karstgebieten (Petzen und Hochobir) zu fördern, indem eine ordnungsgemäße Entsorgung der Abwässer, z.B. durch Kanalanschlüsse wo möglich gefördert wird. Auf der Petzen übt der Tourismus einen großen Druck auf die Wasserqualität aus. Deswegen wird jede weitere Infrastruktur sehr kritisch geprüft und nur genehmigt, wenn eine andere Infrastruktur dafür weicht.

4.1.1.5. ATMOSPHERISCHE DEPOSITION

Atmosphärische Deposition beschreibt Stoffflüsse aus der Atmosphäre auf die Erdoberfläche. Das heißt gelöste, partikelgebundene oder gasförmige Luftinhaltsstoffe werden auf Oberflächen biologischer (oberirdische Pflanzenteile) oder abiotischer Systeme (Böden und Wasseroberflächen) abgelagert und eingetragen. Luftschadstoffe können über die Atmosphäre viele Kilometer transportiert werden und anschließend an entfernten Orten auf unterschiedliche Weise (über Regen und Schnee oder über Nebel- und Wolkentröpfchen) ins Ökosystem eingespeist werden. Je nach Oberfläche ist die Höhe des Eintrags unterschiedlich. Die atmosphärische Ablagerung ist in Waldgebieten die wichtigste diffuse Quelle für die Schadstoffeintragung ins Grund- und Oberflächenwasser (Obersteiner & Offenthaler, 2008). Schadhafte Luftinhaltsstoffe wie Stickoxide (NO_x) und Ammoniak (NH_3) haben direkte Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und Umwelt (Obersteiner & Offenthaler, 2008).

Hauptquelle für Stickstoff-Emissionen ist in Österreich der Verkehr, für die Emission von Ammoniak die Landwirtschaft. Die NO_x -Emission ist trotz steigendem Individualverkehr, gerade im Bereich der Dieseldieselfahrzeuge, rückläufig. Dies lässt auf die Fortschritte in der Abgasbehandlung im Schwerverkehr schließen. Trotz rückläufiger Werte ist zu betonen, dass die sie nach wie vor im

schädlichen Bereich liegen (Obersteiner & Offenthaler, 2008). Die Ammoniak-Emission (NH_3) nahmen von 1990 bis 2019 um 2,9 Prozent zu, und liegen bei 64.000 Tonnen. Dieser Wert ist unterhalb der zulässigen Höchstmenge von 66.000 Tonnen. Diese Emissionen stammen hauptsächlich aus der Landwirtschaft (94%) und zeigen nur wenig Veränderungen. Als Ursache für die Zunahme der Emissionen trotz sinkendem Rinderbestand werden folgende Gründe genannt: Auf Grund von Tierschutz werden Nutztiere vermehrt in Laufställen gehalten, die Anzahl der leistungsstärkeren Milchkühe hat zugenommen und es wird vermehrt mit Harnstoff als Stickstoffdünger gearbeitet (Umweltbundesamt Ammoniak Emission, 2019).

Betrachtet man nun die unterschiedlichen Auswirkungen der Stickstoffeinträge auf die Ökosysteme zeigt sich im Fall der Wälder und der Grundwässer folgende Problematik: Je nach Boden- bzw. Gesteinstyp kann es in Waldböden durch Stickstoffeinträge und verstärkter Mineralisierung bzw. Nitrifikation zur Versauerung kommen. Je nach ursprünglichem Säuregehalt des Bodens kann dies zu einer sehr schnellen Verarmung an Nährelementen (Kalzium, Magnesium und Kalium) kommen und ein Nährstoffungleichgewicht entsteht. Auch auf die Bodenorganismen wirkt sich eine Übersäuerung negativ aus, z.B nimmt die Anzahl der Regenwürmer ab, die Biodiversität nimmt ab (Obersteiner & Offenthaler, 2008). Saures Bodenmilieu hemmt die Wurzelbildung bei Bäumen, die Wurzeln wachsen nicht mehr so tief und sie werden empfindlicher gegenüber Krankheiten, Schädlingen und Wndwurf . Das heißt die Baumwurzeln wachsen nicht mehr tief, dadurch steigt die Gefahr der Verluste durch Windwürfe. Wie bereits erklärt wurde, ist der Wald essentiell für die Grundwasserneubildung und -schutz und dessen Beeinträchtigung bedeutet gleichzeitig eine Gefahr für das Grundwasser (Institut für angewandte Pflanzenbiologie, 2002).

In den meisten Gemeinden des Geoparks Karawanken ist die gesamte Stickstoffbelastung unter den Grenzwerten (sh. Kapitel Landwirtschaft). Ob die Nitrateinträge im Grundwasser nun von Düngemittel kommen oder durch die Luft eingetragen wurden kann mit den vorliegenden Daten nicht differenziert werden. Wichtig ist, dass die Werte im Geopark Karawanken im unbedenklichen Bereich angesiedelt sind und das Grundwasser nicht durch Stickstoff verunreinigt ist. Gerade in den sensiblen Quellgebieten muss dennoch darauf geachtet werden, dass sich die Einträge nicht erhöhen.

4.1.2. PUNKTUELLE SCHADSTOFFEINTRÄGE

Punktuelle Schadstoffeinträge entstehen durch das Einsickern von Schadstoffen an bestimmten Orten. Im Unterschied zu diffusen Schadstoffeinträgen sind punktuelle Schadstoffeinträge örtlich begrenzt. Sie können in der Regel gut lokalisiert werden, können jedoch das Grundwasser an diesen Stellen stark belasten (Obersteiner & Offenthaler, 2008).

4.1.2.1. EINLEITUNG VON ABWÄSSERN AUS KOMMUNALEN KLÄRANLAGEN

Nur 3 Prozent des verfügbaren Wassers (ca. 2,5km³/Jahr) wird in Österreich entnommen und genutzt. Ein Teil dieses Wassers wird zur Bewässerung in der Landwirtschaft oder in privaten Gärten verwendet und versickert direkt über die Böden in das Grundwasser. Ein weiterer Teil des Wassers wird, abhängig vom Anschlussgrad, über kommunale Kläranlagen und Industriekläranlagen wieder in den Wasserkreislauf abgegeben. Diese Abwässer werden über die Kanalisation zu den Anlagen gebracht, gefiltert und anschließend wieder in die Gewässer (Vorfluter) eingeleitet. Die übrigen Abwässer werden in privaten Kläranlagen oder Sickergruben gefiltert und wieder und von dort in den Wasserkreislauf

rückgeführt (Oftner et al., 2020).

In kommunalen Kläranlagen wird meist eine große Menge von Abwässern aus Haushalten und Industrie aufbereitet. Die Zusammensetzung des Abwassers hängt davon ab, ob es aus Haushalten oder aus der Industrie stammt. Abwässer können gefährliche Stoffe beinhalten, die bei unsachgemäßer Reinigung Auswirkungen auf unsere Gewässer haben können. So ist es wichtig neben groben Verunreinigungen auch Nährstoffe, wie Stickstoff und Phosphor, oder anderen chemischen Stoffen, Mikroplastik und Feinstaub vor der Einleitung in den Vorfluter bereits zu entfernen. Vor der Abwassereinleitung wird überprüft, ob sich alle kritischen Stoffe unterhalb der Grenzwerte befinden. In Bezug auf die Qualität der Wasserreinigung ist Österreich im internationalen Vergleich sehr gut, es wird nach dem Vorsorgeprinzip gehandelt, um bereits im Vorfeld mit dem neuesten Stand der Technik zu arbeiten und spätere teure Sanierungsmaßnahmen zu vermeiden (Oftner et al., 2020).

Im Gebiet des Geoparks Karawanken gibt es drei große kommunale Kläranlagen (≥ 2.000 Einwohner), die sich durch stoffliche Belastungen negativ auf die Gewässer auswirken könnten (siehe Tabelle 6). Die Reinigung des Abwassers und die Überwachung der Anlagen funktioniert gut und es gibt keine nennenswerten Verunreinigungen der Vorfluter (Stand November 2021).

Kläranlage:	Standortgemeinde	Einleitung
Kläranlage Gallizien	Feistritz ob Bleiburg (Betreiber: Abwasserverband Völkermarkt – Jaunfeld)	Vellach
Kläranlage Lavamünd	Lavamünd	Drau
Kläranlage Bad Eisenkappel	Bad Eisenkappel	Vellach

Tabelle 6: Kommunale Kläranlagen im Karawanken UNESCO Global Geopark (Land Kärnten KAGIS, n.d.)

4.1.2.2. ABFALLWIRTSCHAFT

Die Abfallwirtschaft ist die Gesamtheit aller Tätigkeiten und Aufgaben, die mit der Vermeidung Verringerung, Verwertung und Beseitigung von Abfällen zusammenhängt. Jedes Bundesland organisiert seine Tätigkeiten nach seiner eigenen Abfallwirtschaftsordnung mit darin enthaltenem Abfallwirtschaftskonzept. Die Abfallwirtschaftsordnung folgt dem Abfallwirtschaftsgesetz 2002. Die Behandlung und Verbringung von gefährlichen Reststoffen werden in diesen Gesetzen und Wirtschaftsordnungen rechtlich festgelegt (*Kärntner Abfallwirtschaftsordnung*, 2004).

In der Abfallwirtschaftsordnung von Kärnten wird zusätzlich zu den Regulierungen des Abfallwirtschaftskonzeptes beispielsweise das Aufbringen von Klärschlamm, Bioabfall- und Grünabfallkompost in der Landwirtschaft auf verkarsteten Böden verboten. Ein Aufbringen ist nur unter Ausnahmeregelungen möglich (*Kärntner Abfallwirtschaftsordnung*, 2004).

Im Gebiet des Geoparks Karawanken befinden sich insgesamt sechs Abfallbehandlungs- und Sammelzentren, die in Tabelle 7 aufgelistet sind.

Anlagen-GLN	Betreiber	IPPC-Anlage	Adresse
9008390331231	Abfallwirtschaftsverband Lavanttal	Abfallbehandlung Massenabfallkompartiment_alt	Hart 50 9473 Lavamünd
9008391152927	Abfallwirtschaftsverband Lavanttal	Abfallbehandlung Massenabfallkompartiment	Hart 50 9473 Lavamünd
9008391021902	Abfallwirtschaftsverband Lavanttal	Abfallbehandlung Baurestmassenkompartiment	Hart 50 9473 Lavamünd
9008390973820	Mondi Frantschach GmbH	Abfallbehandlung Betriebsdeponie Lavamünd	Hart 50 9473 Lavamünd
9008391129172	Biodiesel Süd GmbH	Chemische Industrie Biodiesellaufreinigung	Gewerbezone Süd 7 9150 Bleiburg

Tabelle 7: IPPC-Anlagen (Integrated Pollution Prevention and Control) in den Gemeinden des Karawanken UNESCO Global Geoparks (Umweltinspektionsprogramm des Landeshauptmannes von Kärnten (2020-2022), 2020)

4.1.2.3. DEPONIEREN UND ALTLAGERUNGEN

Auf Deponien werden Abfälle langfristig gelagert und bis auf wenige Ausnahmen endgelagert. Sie entsprechen technischen Anlagen, die so errichtet werden sollen, dass sie die Umwelt möglichst wenig schädigen. Denn durch das Deponiesickerwasser können Verunreinigungen in Oberflächen- und Grundwässern entstehen. Schon lange war die gängigste Art der Entsorgung von Abfällen die Ablagerung auf Müllhalden. Früher wurden keinen großartigen Vorkehrungen zum Schutz der Umwelt getroffen, was gerade in den 1960er und 1970er zu einem deutlichen Anstieg in der Kontamination von Grundwässern führte. Dies lässt sich auf eine Zunahme des Anteils gefährlicher Abfälle in diesen Jahren zurückführen. Bis zum Inkrafttreten des Altlastensanierungsgesetzes 1989 entstanden dadurch Altlastenstandorte, die gefährliche Stoffe (Altstandorte) und Abfälle (Altdeponierungen) behandelten und lagerten (Altlastenportal, 2021). Heute schreibt die Deponienverordnung ein Basisentwässerungssystem für Deponien vor, das dauerhaft sämtliches Deponiesickerwasser auffängt, erfasst und ableitet. Eine ordnungsgemäße Behandlung kann ein großer Kostenfaktor im Deponienbetrieb werden. Alter und Aufbau des Deponienkörpers, sowie der Deponienoberfläche, spielen hier eine Rolle. Je nach Baujahr der Deponien gibt es unterschiedliche Anforderungen und Behandlungstechniken. Trotz dieser Verordnung kommt es bei der Behandlung von Deponiesickerwasser immer wieder vor, dass vorgegebene Grenzwerte nicht eingehalten werden und es zur Einleitung gefährlicher Inhaltsstoffe, wie z.B. Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Zink, Ammonium, Nitrit, Sulfid kommt (Schachermayer & Lampert, 2010).

Auch beim Einsatz von gefährlichen Stoffen im Bereich der Industrie und dem Gewerbe kam es immer wieder zu Gebrechen oder Unfällen kommen, bei denen diese Stoffe die Umwelt und das Grundwasser verunreinigen. Neben der Verunreinigung von Wasser und Böden können sich die Schadstoffe auch

über die Luft ausbreiten. In wie weit dies die Gesundheit der Menschen oder die Umwelt beeinträchtigen können ist abhängig von ihrer Art und der Menge (Altlastenportal, 2021).

Für die Region des Geoparks Karawanken sind folgende Deponien und Altlastenstandorte zu nennen:

Die Deponie Hart, eine Deponie des Abfallwirtschaftsverbandes Wolfsberg, übernimmt seit 1980 die Entsorgung von Abfällen des Bezirks. Es handelt sich um eine ca. 30 Meter große Schottergrube zwei Kilometer von Lavamünd entfernt. Zwischen 1980 und 1998 wurden hier ca. 240.000 m³ Hausmüll abgelagert. Die Deponie verfügte über keine Basisabdichtung und keine Sickerwasserfassung. Daher war eine starke Gefährdung des Grundwassers gegeben. Teilweise wurden erhöhte Werte im unmittelbaren Grundwasserabstrombereich nachgewiesen und zeigten somit einen Schadstoffeintrag aus der Deponie in den Grundwasserleiter. Während der Sicherungsmaßnahmen wurde der Betrieb fortgesetzt und die Deponie ist heute noch in Verwendung. Im Zuge der Sanierung wurde ein neuer Ablagerungsbereich nach aktuellen gesetzlichen Vorgaben errichtet. Danach wurden die Ablagerungen umgelagert und die Altlast rückgebaut. Nach diesen Maßnahmen wurden keine Überschreitungen der Grenzwerte in Böden und Wasser gefunden und die Fläche gilt als saniert und abgeschlossen (Altlastenatlas K18, 1998).

Das ehemalige Filterwerk Knecht in Feistritz ob Bleiburg (heute: Mahle Filtersysteme Austria GmbH) befindet sich sehr zentral im Grundwasserkörper Jauntal. Hier wurden auf ca. 42.000 m² seit 1970 Luft-, Öl- und Kraftstofffilter hergestellt. Es wurden verschiedene Chemikalien verwendet, zum Beispiel leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe (Tetra- und Trichlorethen) und aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX) zur Entfettung und Reinigung. Über die Betriebsjahre kam es zu einem massiven Eintrag von Lösungsmitteln (Tetrachlorethen) in den Untergrund, zu diffusen Einträgen von BTEX durch Sickerwasser. Insgesamt wurde eine Fläche von 1.300 m² bis in eine Tiefe von 4 bis 5 Metern stark verunreinigt. Durch Bodenluftabsaugung wurde von 1994 bis 2013 die Schadensfläche saniert und ist jetzt nur mehr geringfügig belastet (Altlastenatlas K17, 1998).

4.1.2.4. BERGBAUGEBIETE

Umweltveränderungen in den Bergbaugebieten können sich durch veränderte Landschaftsbilder und veränderte stoffliche Zusammensetzungen von Böden, Gewässern und Pflanzen zeigen. Trotz eingestellter Abbautätigkeiten sind diese z.T. noch relevant, gerade für Bodenorganismen. Welches Ausmaß die Belastung annimmt, hängt von den ökologischen Bedingungen des Abbaugebietes, der Menge, der Tiefe der Lagerstätten, der chemischen Beschaffenheiten der Erze und der umgebenen Gesteine und Böden, sowie den Gewinnungsverfahren ab. Die Erze selbst können bei unsachgemäßer Lagerung in Form von Erzabfällen Schäden verursachen, gefährliche Stoffe können in den Boden sickern und die landwirtschaftliche Nutzung im Bereich der Abbaustätten beeinträchtigen. Des Weiteren nimmt die Bodenerosion zu, Habitate werden zerstört und durch den Untertagebau entsteht das sogenannte Absenkungsphänomen, das sich auf den Grundwasserpegel auswirken kann (Gonser, 2002).

In der Geschichte der Gemeinden des Geoparks Karawanken spielt auch der Bergbau eine Rolle. Obwohl dieser, vor allem auf der österreichischen Seite, heute keine Rolle mehr spielt und die Stollen geschlossen sind, sind die naturräumlichen Einflüsse nach wie vor erkennbar. Auf der Petzen wurde zum Beispiel Blei abgebaut, Überreste können auch heute noch entdeckt werden (Pichler, n.d.)

In Bad Eisenkappel wurden die Hüttenberger und Lavanttaler Eisenerze abgebaut, Eisen am Wochinsberg und Wrünzberg, Silber und Blei unter anderem am Osthang des Hochobirs und im Ebriachtal, Quecksilber auf der Vellachtaler Kočna. Ab zirka 1885 wurde die Holzwirtschaft zum wichtigsten Erwerbszweig (Gemeinde Bad Eisenkappel, 2021). Ein Blick auf den Altlastenkataster lässt erkennen, dass die ehemaligen Abbaugelände kaum mehr Gefahr für die aktuelle Entwicklung der Region bergen.

4.1.3. HYDROMORPHOLOGISCHE BELASTUNGEN

Zu den hydromorphologischen Veränderungen zählen Gewässeraufstauungen, schwallbelastete Gewässer, Restwasserstrecken, Nutzung als Speicherseen, morphologische Veränderung im Zusammenhang mit Siedlungsraum, Infrastruktur oder Hochwasserschutz (Begradigung, Verbauung, Regulierung), morphologische Veränderungen im Zusammenhang mit der Gewinnung landwirtschaftlicher Flächen, Wanderhindernisse (Querbauwerke) sowie Aufstau und Entnahmen von Wasser für Aquakulturen (BMLRT, 2021). Diese Veränderungen führen zu qualitativem und quantitativem Lebensraumverlust in Oberflächengewässern. Gerade Fische sind durch die Querbauwerke oder Wanderhindernisse stark beeinflusst. Ohne Aufstiegshilfen können sie diese Hindernisse nicht überwinden und kommen z.B. nicht zu ihren Laichplätzen (Maier, 2016).

Die Wasserentnahme aus Oberflächengewässern wird in Österreich hauptsächlich bei Fließgewässern durchgeführt. Ein Großteil der entnommenen Menge wird zeitversetzt wieder in die Gewässer oder Gewässersysteme eingeleitet. Die Wasserkraftnutzung, die Beschneidung von Skipisten, landwirtschaftliche Bewässerung sowie die Befüllung von Aquakulturen sind Gründe für die Wasserentnahme. Wenn zu viel entnommen wird, entsteht ein Risiko für die verbleibende Restwasserstrecke. Maßgeblich an der Belastung durch Wasserentnahme aus den Fließgewässern ist die Wasserkraftnutzung (82%) beteiligt. Aquakulturen (6%) und Beschneidung der Skipisten (1%) sind im Bezug auf die Belastung der Oberflächengewässer durch Wasserentnahme sehr gering. Sie können aber in Bezug auf die Klimaerwärmung an Bedeutung gewinnen. In Zukunft werden Skipisten immer häufiger beschneit werden müssen, und die Aquakulturen öfter mit Wasser versorgt werden (BMLRT, 2021).

Die Beschneidung der Pisten birgt vielerlei Risiken, der Wasser- und Energieverbrauch ist enorm hoch, die Lärmbelastung kommt einer stark befahrenen Straße gleich und die Verbauung durch Stauseen belastet die Natur. Der Kunstschnee ist wesentlich schwerer und luftundurchlässiger als Naturschnee, somit ist die Vegetation unterhalb der Schneedecke beeinträchtigt. Durch die tägliche Bearbeitung der Pisten verdichtet sich auch der Boden, Regen bzw. Schmelzwasser kann nur schlecht im Boden versickern und läuft oberirdisch ab (Erosionsgefahr). Schmelzwasserproben zeigen eine Belastung von Salzen, Mineralien, Bakterien und anderen Stoffen (Motoröl, Dieselreste, Mikroplastik, etc.). Diese können sich wiederum negativ auf die Umwelt und die menschliche Gesundheit auswirken (Trinkwasserbelastung durch Bakterien). In Österreich ist der Einsatz von Snowmax, einem bakteriellem Eisweißstoff, der dazu führt, dass das Wasser schneller und bei niedrigeren Temperaturen friert, verboten. Somit ist gerade über empfindlichen geologischen Strukturen ein sensibler Einsatz von Beschneidungsgeräten empfehlenswert (de Jong, 2020).

Wasserkraft ist in Österreich ein wichtiger Bestandteil der Stromgewinnung. Kärnten ist das wasserreichste Bundesland in Österreich. 90 Prozent des Gesamtstrombedarfs wird hier durch insgesamt 540 Wasserkraftanlagen gedeckt, bei 344 davon handelt es sich um Kleinwasserkraftwerke. Die Energiegewinnung aus Wasser ist in Kärnten auch ein wichtiger wirtschaftlicher Motor. Nicht nur

wird der Strombedarf gesichert, sondern auch die regionale Beschäftigung profitiert davon (Aste, 2021). Für die Flussläufe und die Umwelt, auch über die jeweiligen Kraftwerksstandorte hinaus, bedeutet der Bau dieser Anlagen eine starke Veränderung. Zwei Drittel der geplanten Anlagen liegen in sehr sensiblen Gebieten, deren Bau nur mit Ausnahmebestimmungen möglich ist. Die Hauptflüsse sind de facto voll ausgebaut und der Druck auf die Nebenarme steigt. Zwischen Gewässerschutz und Energiepolitik herrscht somit ein großes Spannungsfeld. Es stehen sich völlig konträre Grundsatzziele gegenüber, Ausbau der Wasserkraft oder Erhalt intakter Flussökosysteme, Energie- und Klimaziele versus Gewässerschutz. In den EU-Wasserrahmenrichtlinien (WRRL) werden die EU-Staaten dazu verpflichtet ihre Fließgewässer bis 2027 in einen guten chemischen und ökologischen (naturnahen) Zustand zu bringen (Maier, 2016).

Im Geoparkgebiet ist ein großer Teil der Oberflächenwasserkörper laut dem Nationalem Gewässerbewirtschaftungsplan 2015 in einem guten hydromorphologischen Zustand. Es gibt jedoch auch Gewässerabschnitte die Beeinträchtigungen aufweisen:

In der Gemeinde Zell gibt es zwei nicht passierbare Restwasserstrecken, eine entlang des Hudajamabaches in Zell Mitterwinkel und eine weitere entlang des Freibachs. Der Freibach ist von seinem Ursprung im Freibacher Stausee bis zu seiner Einmündung in die Drau eine fünf Kilometer lange Restwasserstrecke, die aufgrund unzureichender Restwassermenge ganzjährig teilweise trockenfällt. Entlang des Wildensteinerbaches unterhalb des Wildensteiner Wasserfalls ist eine 400 Meter lange Restwasserstrecke, verursacht durch ein Kleinwasserkraftwerk, zu finden. Sie besitzt einen ökologischen Mindestabfluss und ist fischpassierbar (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft Umwelt und Wasserwirtschaft, 2015).

In der Gemeinde Eisenkappel verursacht ein Kleinwasserkraftwerk im Ebriachbach auf Höhe der Ortschaft Petschnig eine zirka 800 Meter lange Restwasserstrecke, die teilweise trocken fällt. Außerdem ist es ein unpassierbares Hindernis für Fische. Die restlichen rund drei Kilometer flussabwärts bis hin zur Einmündung in die Vellach ist die Beeinträchtigung im Rahmen der Richtwerte des ökologischen Mindestabflusses für einen guten hydromorphologischen Zustand. Dieser Abschnitt ist auch fischpassierbar. Am Leppenbach 600 Meter vor der Einmündung in die Vellach ist eine zirka 130 m lange Restwasserstrecke aufgrund eines Laufkraftwerks zu finden, welche einen ökologischen Mindestabfluss besitzt und fischpassierbar ist (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft Umwelt und Wasserwirtschaft, 2015).

Entlang der Vellach befinden sich einige hydromorphologische Belastungen in Verbindung mit der Wasserkraftnutzung: von ihrem Ursprung in der Vellacher Kotschna bis kurz vor der Abzweigung auf die Paulitschsattelstraße vor Bad Vellach ist eine weitere Restwasserstrecke ausgewiesen. Während die Wasserentnahme im oberen Abschnitt (zirka 1,2 Kilometer) den Vorgaben der ökologischen Funktionsfähigkeit entsprechen, ist die Restwassersituation im unteren Teil des Gewässerabschnitts (zirka 1 Kilometer) unbekannt. Der obere Abschnitt ist fischpassierbar während der untere Abschnitt eine Barriere für Fische darstellt. Weiter flussabwärts in Bad Vellach bei der Einmündung Steinerbach ist ein weiteres Kraftwerk, mit einer Restwasserstrecke von rund 100 Metern, die nach Vorgaben der ökologischen Funktionsfähigkeit bewilligt wurde, jedoch nicht fischpassierbar ist. Auf Höhe der Ortschaft Zauchen befindet sich ein weiteres Kraftwerk in der Vellach mit einer 180 Meter langen Restwasserstrecke und unbekannter Restwassersituation. Das Kraftwerk ist ebenso nicht fischpassierbar (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft Umwelt und Wasserwirtschaft, 2015).

In der Gemeinde Feistritz ob Bleiburg, in der Ortschaft Schmelz, befindet sich ein fischpassierbares Kraftwerk mit einer Restwasserstrecke von rund einem Kilometer und einem ökologischen Mindestabfluss. Darüber hinaus befindet sich weiter flussabwärts in der Ortschaft Aich eine weitere Restwasserstrecke (zirka 140 m).

Als Stauwasser im Geopark sind die Drau, der Freibacher Stausee, der Sobother Stausee sowie weitere kleinere Aufstauungen, verursacht durch die eben beschriebenen Kleinwasserkraftwerke, zu nennen.

4.1.4. SONSTIGE MENSCHLICHE AUSWIRKUNGEN AUF WASSERRESSOURCEN

4.1.4.1. TOURISMUS

Tourismus ist eine der Haupteinnahmequellen in vielen Gebirgsregionen. Die Erhaltung von intakten Gewässern bietet Raum für Erholung, Freizeitnutzung und Gesundheit. Gleichzeitig sind intakte Gewässer Anziehungspunkt für den Tourismus (BMLRT, 2020). Abhängig von der Anzahl an Touristen (Nutzungsdruck) und der unterschiedlichen Tourismusangebote ergeben sich zahlreiche Herausforderungen für das Wassermanagement, die sich sowohl auf die zur Verfügung stehende Wassermenge (Trinkwasserentnahme, Beschneigung, etc.) als auch auf die Qualität (Verschmutzung durch Stickstoffeintrag, Müll) auswirken können.

Auch der Einfluss des Klimawandels auf den Tourismus spielt in der Perspektive des Wassermanagements eine Rolle: Der Klimawandel beeinflusst direkt die verwendeten Wasserressourcen für touristische Aktivitäten. Im Wintertourismus führt eine verkürzte Schneedeckendauer zu einem Schneedefizit in Wintersportregionen. Dies führt einerseits zu sozio-ökonomischen Problemen, wie dem Verlust von Wintertouristen, die sich für höher gelegene Destinationen entscheiden. Eine weitere Konsequenz liegt auch an dem steigenden Bedarf an der Produktion von Kunstschnee. Für die Beschneigung von einem Hektar Kunstschnee werden in etwa 3.500 m³ Wasser pro Winter verbraucht. Vor allem die Petzen ist durch ihre geringe Seehöhe stark von diesem Trend betroffen. Derzeit stellt jedoch Wasserknappheit für die Beschneigung der Petzen jedoch kein Problem dar, denn Wasserressourcen sind ausreichend vorhanden. Eher sind es die zu hohen Temperaturen, die eine Beschneigung gerade im unteren Teil des Schigebiets verhindert (Harum et al., 2011).

Im Sommer wird durch eine Zunahme der Temperaturen in Tälern und im Flachland zunehmend der Alpentourismus profitieren. Dies stellt für die Geoparkregion eine Chance dar. Eine Niederschlagsabnahme und erhöhte Verdunstungsraten, bedingt durch den Klimawandel führen jedoch auch in den Alpen zu einem geringeren Angebot an Wasserressourcen, was in bestimmten Tourismusregionen problematisch werden könnte. Eine Abschätzung des derzeitigen und künftigen Wasserverbrauchs durch den Tourismus kann beispielweise über die Nächtigunzsahlen abgeschätzt werden. Die Übernachtungen zeigen einen klaren Schwerpunkt in den Sommermonaten (Juli und August), das lässt auf eine höhere sommertouristische Nutzung des Gebietes schließen. In Bad Eisenkappel ist jedoch der Wintertourismus dominierend (Statistik Austria, 2021). Vergleicht man nun diese Zahl mit denen aus massentouristisch genutzten Regionen (Velden ca. 400.000 Übernachtungen 2020) zeigt sich eine recht moderate und gut planbare touristische Aktivität. Im Geopark Karawanken zeigen sich derzeit keine Engpässe im Tourismussektor oder mögliche Konkurrenzen für Trink- und Nutzwasser mit anderen Sektoren (Harum et al., 2011).

Eine Anpassung des Angebots für den Tourismus ist hinsichtlich veränderter Klimabedingungen notwendig. Auf der Petzen macht sich dies durch eine Verschiebung der Aktivitäten vom Winter- auf den Sommertourismus bemerkbar (Mountainbikestrecke, etc.). Durch aktuelle und zukünftige touristische Nutzung im Petzengebiet besteht jedoch ein Risiko der qualitativen Beeinträchtigung des Karstaquifers. Bilaterale Abstimmungen sowie ein gemeinsamer Maßnahmenkatalog zum Schutz des Petzen-Karstaquifers sind daher zu empfehlen. Hierbei muss das wirtschaftliche Potenzial touristischer Nutzung möglichen Auswirkungen durch die Nutzung auf das Schutzgut Wasser gegenübergestellt werden (Poltnig et al., 2005).

4.1.4.2. STROMAUSFALL

Im Jänner 2021 kam es im europäischen Stromnetz durch eine starke Frequenzabsenkung beinahe zum flächendeckenden Stromausfall. Wasserwerke und Trinkwasserversorger sind gegen etwaige Stromausfälle gerüstet. Höhergelegene Trinkwasserspeicher können als Wasservorrat für mehrere Tage genutzt werden. Im Gebirge funktioniert die Versorgung ohnehin durch natürliches Gefälle, also ohne Pumpen. Elektronische Steuerung der Trinkwasseranlagen kann im Notfall auch auf händischen Betrieb umgestellt werden (Nöstlinger, 2021).

Um das Risiko der Beeinträchtigung der Trinkwasserversorgung durch einen flächendeckenden Stromausfall zu minimieren, können Investitionen in den Ausbau von Trinkwasser-Infrastruktur, insbesondere in den Zusammenschluss von Wasserversorgungsanlagen innerhalb der Gemeinde und über die Gemeinde hinaus getätigt werden. Weiters ist die Errichtung weiterer Notstromaggregate sowie regelmäßige Wartungsarbeiten und die Schulung des Personals für den manuellen Betrieb essentiell für einen reibungslosen Betrieb im Katastrophenfall.

4.2. NEGATIVE AUSWIRKUNGEN DURCH NATURKATASTROPHEN

4.2.1. TROCKENHEIT UND DÜRRE

Bei der Trockenheit handelt es sich um eine zeitweise starke Verringerung durchschnittlicher Niederschlagswerte über eine längere Zeitperiode. Abhängig von der Schwere und Dauer kann hier von Dürreerscheinungen gesprochen werden. Diese können meteorologischer, landwirtschaftlicher, hydrologischer oder sozioökonomischer Art sein. In einem wasserreichen Land wie Österreich können regional und saisonal beschränkte Dürreerscheinungen auftreten. Der Gesamtschaden, verursacht durch Trockenheit und Dürre in Österreich betrug im Zeitraum von 2013 bis 2018 rund 750 Millionen Euro. Trotzdem sind die Problem durch Trockenheit in Österreich momentan eher als gering zu betrachten (Schöner & Hasliner, 2020).

Im Geopark Karawanken besteht keine signifikante Bedrohung durch Trockenheit. Klimasimulationen über die Auswirkungen des Klimawandels auf die Grundwasserkörper der Karawanken zeigen, dass es auch in Zukunft zu keinen großen Wasserknappheiten kommen wird. Im Grundwasserkörper Jauntal zeigt sich jedoch eine periodische Absenkung des Grundwasserspiegels. Dies äußert sich vor allem durch niedrige Grundwasserspiegel im Sommer, die sich vor allem durch eine geringere Schneeschmelze und somit Grundwasserneubildung im Frühjahr begründen. Auch eine Zunahme der Evapotranspiration durch eine Temperaturzunahme ist zu erwarten. Hierbei sind oberflächennahe Grundwasserkörper stärker betroffen, da diese von den Pflanzenwurzeln direkt erreicht werden und

sonit stärkere Verdunstung begünstigt wird. Durch periodische Dürreperioden kann es durch intensiv genutzte landwirtschaftliche Flächen zu Stickstoffanreicherungen kommen. Diese werden nach der Trockenperiode ins Grundwasser ausgewaschen und führen dort zu erhöhten Konzentrationen. Dies könnte in Zukunft, bedingt durch den Klimawandel häufiger vorkommen (Reszler et al., 2011 b).

4.2.2. ÜBERSCHWEMMUNEN UND HOCHWÄSSER

Gefahren durch Hochwässer müssen mit einer umfassenden Herangehensweise behandelt werden. Neben technischen Hochwasserschutzmaßnahmen müssen andere Sektoren, wie Raumordnung, Bauordnung, Katastrophenschutz, Land- und Forstwirtschaft, sowie Ökologie, Naturschutz aber auch Bewusstseinsbildung für ein integriertes Hochwassermanagement berücksichtigt werden, um hochwasserbedingte negative Folgen für menschliche Gesundheit, Umwelt, Kulturerbe und wirtschaftliche Tätigkeiten zu verringern. In Österreich wird die EU-Hochwasserrichtlinie (2007/60/EG) durch den Hochwasserrisikomanagementplan umgesetzt. Darüber hinaus werden Pegelstände an den Pegelmessstellen des hydrographischen Dienstes laufend aktualisiert und geben Hinweise auf erhöhte Abflussgeschehen (<https://ehyd.gv.at/>).

Im Dezember 2020 wurde der Entwurf des 2. Nationalen Hochwasserrisikomanagementplans (RMP 2021) des BMLRT zur öffentlichen Begutachtung veröffentlicht. Darin werden eine vorläufige Bewertung des Hochwasserrisikos für alle Flussgebietseinheiten durchgeführt, Gebiete mit potenziell signifikantem Hochwasserrisiko ausgewiesen sowie Maßnahmen zur Risikoreduktion definiert. Außerdem beinhaltet der Managementplan eine Evaluierung des Maßnahmenprogramms aus dem RMP 2015 (Lebensministerium & Umweltbundesamt, Hochwasserrisikomanagementplan, 2015). Weiterführende Informationen, Ergebnisse, Grundlagen- und Hintergrunddokumente, Faktenblätter zu den einzelnen Bundesländern (auf Gemeindeebene) sowie ein Webviewer, der die ausgewiesenen Risikogebiete geographisch darstellt stehen im [Wasserinformationssystem Austria WISA](#) zur Verfügung.

Im Geopark Karawanken gibt es in fünf der neun Gemeinden Gebiete mit potenziell signifikantem Hochwasserrisiko. Basis zur Identifikation dieser Risikogebiete sind signifikante vergangene Hochwasserereignisse und mögliche zukünftige Hochwasserszenarien, sowie deren negative Folgen (BMLRT, 2020).

In der Gemeinde Eisenkappel-Vellach ergibt sich durch die Vellach und ihren Zubringer, dem Ebriacher Bach eine Gefährdung. Insgesamt umfasst das Risikogebiet in der Gemeinde eine Länge von 3,7 km. Der Ortskern von Eisenkappel liegt hierbei in der gelben Zone des Ebriacher Bachs. Der Gefahrenzonenbereich der Vellach liegt im Bereich des Industriegebiets Zauchen. An der Vellach gab es in den letzten Jahren regelmäßige Hochwasserereignisse, die durch Starkregen ausgelöst wurden. Bis zum Jahr 2027 sind im Hochwasserbereich in Eisenkappel Maßnahmen zur übergeordneten Planung, zur Planung und Umsetzung von linearen Schutzmaßnahmen sowie zur Wildbachverbauung und zum Katastrophenschutz geplant (BMLRT, Risikogebiet 2072).

In der Gemeinde Globasnitz ergibt sich durch den Globasnitzbach eine signifikante Hochwassergefährdung. Die Ortschaften/Ortsteile Podrain, Globasnitz, Kleindorf, St. Stefan und Trandorf sind davon betroffen. Auch vom Feuerbach geht eine potenzielle Hochwassergefährdung aus. Insgesamt umfasst das Risikogebiet in der Gemeinde eine Länge von 5,1 km. Maßnahmen zum Hochwasserschutz an beiden Bächen sind gerade in Umsetzung. Bis zum Jahr 2027 sind wie in Eisenkappel Maßnahmen zur übergeordneten Planung, zur Planung und Umsetzung von linearen

Schutzmaßnahmen sowie zur Wildbachverbauung und zum Katastrophenschutz geplant (BMLRT, Risikogebiet 2058).

Die Gemeinden Bleiburg und Feistritz ob Bleiburg wurden zu dem Risikogebiet 2045 zusammengefasst. Insgesamt umfasst das Risikogebiet in den Gemeinden eine Länge von 8,2 km. Die Risikogebiete liegen entlang des Feistritzbachs und des Loibachs und betreffen die Ortsteile Bleiburg, Loibach, Ebersdorf sowie punktuell die Ortschaften Einersdorf, Schilterndorf und Wiederndorf. In der Gemeinde Feistritz ob Bleiburg ebenso die Ortsteile Hof und Gonowitz (BMLRT, Risikogebiet 2045).

In der Gemeinde Lavamünd ergibt sich eine Gefährdung durch die Drau und die Lavant für die Ortschaft Lavamünd. Der Hochwasserabfluss für die Drau wird über die Drau-Staukette reguliert. Insgesamt umfasst das Risikogebiet in der Gemeinde eine Länge von drei km. Das Wehr des Wasserkraftwerks in Lavamünd liegt oberhalb des Ortskerns. Die Drau tritt dort schon bei kleineren Hochwässern über die Ufer. Bei gleichzeitigem Hochwasser an der Lavant kommt es zu Rückstauwirkungen in die Drau, was zu einer verstärkten Ausuferung führt. Ein Hochwasserschutzprojekt (Errichtung von Schutzmauern) ist derzeit in Umsetzung (BMLRT, Risikogebiet 2042).

Aktuelle Beispiele aus der Region zeigen, wie wichtig ein gut durchdachtes und funktionierendes Hochwassermanagement ist. In Bad Eisenkappel kam es im Dezember 2017 zu einem Föhnsturm mit gleichzeitigem Hochwasserereignis. Zusätzlich zum Starkniederschlagsereignis führte der heftige Föhnsturm zur Schmelze der bereits vorhandenen Schneedecke. Das Versickern des Schmelzwassers und des Niederschlags wurde durch den geforenen Boden fast zur Gänze verhindert. Der Abfluss am Ebriachbach beim Pegel Bad Eisenkappel betrug zur Spitzenzeit des Unwetters 152 m³/s, und entspricht einem 120-jährigen Hochwasserereignis. Die Vellach führte in Bad Eisenkappel wesentlich weniger Hochwasser, sodass Eisenkappel von Überschwemmungen verschont blieb. Die Kraftwerke in Rechberg und in Müllern verklebten und das Wasser trat über die Ufer (Moser J. & Amt der Kärntner Landesregierung Abt. 8, 2017). 2016 kam es durch eine Gewitterfront im Bereich Eisenkappel-Globasnitz zu Überschwemmungen. An den benachbarten Messstationen wurden kaum größere Niederschlagsmengen registriert. Die sehr schnelle Hochwasserwelle konnte durch das Hochwasserrückhaltebecken gedämpft werden und eine größere Überschwemmung in Gösselsdorf konnte verhindert werden. An diesem Beispiel erkennt man die große Bedeutung effizienter Hochwasserschutzvorkehrungen (Moser & Amt der Kärntner Landesregierung Abt. 8, 2016).

4.2.3. HANGRUTSCHUNGEN

Eine Hangrutschung ist eine hangabwärtige Bewegung von Boden oder/und Fels. Die Größe und Tiefe einer Rutschung können stark variieren, von wenigen m² bis hin zu einigen km². Auch die Geschwindigkeiten sind unterschiedlich und reichen von wenigen Millimetern im Jahr bis zu 80 Kilometer pro Stunde.

Ein hangrutschgefährdetes Gebiet ist ein Gebiet, in dem mit hoher Wahrscheinlichkeit Hangrutschungen auftreten können. Diese Rutschungen können natürlichen Gegebenheiten folgen oder vom Menschen ausgelöst werden. Hangrutschungen werden u.a. durch Starkniederschlagsereignisse begünstigt. In 40 Prozent der Fälle trägt der Mensch die Schuld an Rutschungen. Die Risikofaktoren sind Rodung, Besiedelung, Tourismus, Trittschäden, Wildverbiss, Straßenbau, Waldsterben und Staunässe. Hangrutschungen können sich direkt auf Menschen, Tiere und Gebäude und Siedlungen auswirken. Indirekte Folgen von Hangrutschungen können beispielsweise die Unpassierbarkeit von Straßen oder

Ver- und Entsorgungsleitungen sein. Auch Überschwemmungen und Hochwässer können durch das Blockieren des Abflusses verstärkt werden.

Die Bebauung von hangrutschungsgefährdeten Gebieten kann problematisch sein. Oft ist die Gefahr im Vorfeld noch nicht bekannt, oder sie wird von den Zuständigen falsch eingeschätzt. Im Kärntner Flächenwidmungsplan ist eine Baulandwidmung innerhalb von Hochwasser-, Steinschlag-, Lawinen und Murengebieten verboten (ÖREK, 2014).

Eine Sanierung von abgerutschten Böden lässt sich kaum durchführen. Viel mehr geht es darum, Maßnahmen für vergleichbare Gebiete zu finden und an diesen Stellen eine Hangrutschung zu verhindern. Bei bereits abgerutschten Hängen werden freigelegte Steilstufen und Böschungsbereiche gesichert und die Rutschmasse beseitigt. Vorsorgende Gegenmaßnahmen sollen die Bewegungen im Hang verringern. Zu den Maßnahmen zählen unter anderem Drainagen, Änderungen des Profils und Materials und Vegetation (ÖREK, 2014).

In den Gemeinden des Geoparks Karawanken gibt es kleine, mittelgroße bis große Rutschungen, Steinschläge, Felsstürze und Erdströme (Landslide Mapping in Austria, S. 36). Betrachtet man zusätzlich noch die Gefahrenzonierung vom Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus auf eHora, sieht man eindrucksvoll die Bewegungsanfälligkeit des Gebietes. So befinden sich nahezu alle Gemeinden, oder Teile davon, in Gebieten mit mittlerer bis hoher Anfälligkeit für Rutschungen. Der Anteil der geringen bis mittleren Anfälligkeit zu Rutschung macht flächenmäßig den größten Teil aus. Nur wenige Gebiete weisen keine bis geringe Anfälligkeiten auf. Genauere Details können über die Homepage abgefragt werden (www.hora.gv.at).

4.2.4. SCHNEE UND LAWINEN

Als Schnee oder Schneeflocken bezeichnet man bekanntlich gefrorene Wassertröpfchen, die sich an Staubteilchen binden und somit zu Kristallen werden. Schnee kann unterschiedlich klassifiziert werden, je nach Alter, Feuchtigkeitsgehalt, Farbe, Dichte und Auftreten sowie Ursprung. Für unsere Lebenswelt ist der Schutz vor zu hohen Schneelasten und Lawinen besonders wichtig. Lawinen bedrohen vor allem landwirtschaftliche Flächen und Waldbestände, gelegentlich auch Wohn- und Geschäftshäuser. Lawinenabgänge sind von der Hangneigung, der Exposition, der Geländeform und der Schneehöhe abhängig. Des Weiteren sind Niederschlag, Wind, Temperaturen, Feuchtigkeit, Strahlung aber auch der Mensch und seine Interaktionen ausschlaggebend für die Lawinenbildung (Gruber & Hecke, 2015).

In Österreich ist der Lawinenwarndienst (LAWIS) der Bundesländer dafür zuständig in den Wintermonaten täglich Lawinenberichte zu veröffentlichen. Die Lawinenwarnungen werden durch die europäischen Lawinengefahrenstufenskala definiert und sind somit europaweit einheitlich. Diese zeigen die aktuellen Situationen in den Gebieten und können von allen interessierten Personen abgerufen werden. Die Homepage [LAWIS \(lawine-kaernten.at\)](http://lawine-kaernten.at) zeigt die vorhandenen Messtationen, Profile und Ereignisse des letzten Jahre. Für die Gemeinden Geoparks Karawanken sind keine größeren Lawinenereignisse aus dem vergangenen Jahren bekannt, die Siedlungen oder Gebäude betroffen haben.

5. ZUSAMMENFASSUNG DER GRÖSSTEN PROBLEMBEREICHE

Im Rahmen des Projekts KaraWAT wurden in einer Umfrage sowie in einem nationalen Workshop kommunale Stakeholder, Landesbedienstete sowie weitere Expert:innen über die größten Problembereiche in Bezug auf Wasserressourcen in den Geoparkgemeinden befragt ([KaraWAT - Geopark Karawanken \(geopark-karawanken.at\)](https://www.karawat-geopark-karawanken.at)).

Die Teilnehmer:innen der Umfrage (n = 27) setzten sich aus Vertreter:innen von Gemeinden, regionalen Behörden, aber auch dem Tourismussektor, Bildungsinstitutionen sowie der allgemeinen Öffentlichkeit zusammen. Die größten Herausforderungen sahen sie in sich verändernden Niederschlagsverteilungen und -intensitäten, sowie bei der Vorhersage extremer Wetterereignisse. Diese Problematik, die sich durch den Klimawandel weiter verschärfen wird wurde am Problematischsten eingeschätzt. Auch das Wildbachmanagement, die Verschmutzung von Grundwässern sowie Flächen- und Abwassermanagement wurden zum Teil als sehr problematisch genannt. In Bezug auf die Verschmutzung von Wasserreserven wurden Schadstoffeinträge aus Abwässern und Deponieanlagen, Trink- und Grundwasserabnahmen als problematisch erachtet. In Bezug auf das Flächenmanagement beziehungsweise die Landnutzung in den österreichischen Gemeinden des Geoparks wurden Verkehr, Städte als auch Industrie als größte Herausforderung genannt, gefolgt von der Land- und Forstwirtschaft. In Diagramm 2 sind die Umfrageergebnisse der Problembereiche zusammengefasst.

Im Bezug auf die Landnutzung wurde insbesondere die Forstwirtschaft als Problembereich benannt. Durch die Zunahme an Windwürfen und Käferbefällen in den letzten Jahren kam es zu einem hohen Verlust an Waldflächen, die den überwiegenden Teil der Wassereinzugsgebiete im Geoparkgebiet ausmachen. Der Biomasseverlust, die Aufräumarbeiten und damit verbundene Bodenverdichtungen durch Forstmaschinen und Forstwegebau führen zu großen Veränderungen im Abflussgeschehen. Nachhaltige Bewirtschaftungsformen sehen eine Bewirtschaftung der Wälder ohne Kahlschläge (Plenterwirtschaft), Aufforstung mit natürlichen Waldgesellschaften und mit einer gesunden Bodenvegetation vor. Somit werden Ökosystemdienstleistungen, die für ein nachhaltiges Gewässermanagement wichtig sind, gewährleistet. Durch eine Implementierung einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung kann nicht nur der Wald an sich geschützt werden, sondern auch die Ressource Wasser. Bei der Wiederaufforstung fördert die Landesforstdirektion des Landes Kärnten die Bepflanzung von potenziell natürlichen Waldgesellschaften, was langfristig den Bestand sichern als auch die positiven Eigenschaften von Wäldern in Bezug auf das Wassermanagement wiederherstellen soll.

Der Sektor Landwirtschaft wurde im Workshop diskutiert, wobei dieser durch den geringen Flächenanteil intensiv landwirtschaftlich genutzten Flächen in den Geoparkgemeinden eine eher untergeordnete Rolle zugeschrieben wurde. Wie schon in Kapitel 4 erwähnt ist im Bereich der Landwirtschaft vor allem der Grundwasserkörper Jauntal von möglichen Schadstoffeinträgen, insbesondere Stickstoffeinträgen, betroffen, jedoch liegen die Einträge innerhalb der gesetzlich vorgeschriebenen Grenzwerte.

Die hydromorphologischen Veränderungen beziehen sich auf Gewässeraufstauungen und alle dazugehörigen Veränderungen der Natur u.a. zur Energiegewinnung, Hochwasserschutz, Erweiterung des Siedlungsraums oder Gewinnung landwirtschaftlich nutzbarer Flächen (Kapitel 4.1.3). Die Wasserentnahme in Österreich wird hauptsächlich bei Fließgewässern durchgeführt. Wasser wird zum Beispiel für Wasserkraft (82%), Beschneigung von Skipisten (6%) und Aquakulturen (1%) verwendet.

Gerade im Bereich der Beschneigung gibt es viel Risiken. Es ist ein sehr energieaufwendiges und stark wasserverbrauchendes Unterfangen. Die regelmäßige Bearbeitung der Pisten verdichtet den Boden, Regen bzw. Schmelzwasser kann nur schlecht versickern und läuft oberirdisch ab, daher steigt die Bodenerosionsgefahr. Schmelzwasserproben zeigen eine Belastung von Salzen, Mineralien, Bakterien und anderen Stoffen (z.B. Motoröl, Dieselreste und Mikroplastik). Diese können sich negativ auf Menschen und Umwelt auswirken. Ein weiterer Punkt der hydromorphologischen Veränderungen ist die Wasserkraft. Sie ist ein wichtiger Bestandteil der österreichischen Stromgewinnung. Kärnten, als wasserreichstes Bundesland, produziert 90 Prozent des Gesamtstrombedarfs. Laut dem Gewässerbewirtschaftungsplan 2015 sind ein großer Teil der Oberflächengewässer des Geoparkgebietes in einem guten hydromorphologischen Zustand. Einzelne Gewässerabschnitte weisen dennoch Beeinträchtigungen auf. Zum Beispiel Restwasserstrecken in der Gemeinde Zell und Bad Eisenkappel. Auch entlang der Vellach befinden sich einige hydromorphologische Belastungen in Verbindung mit der Wasserkraftnutzung, zum Beispiel Restwasserstrecken und für Fische unpassierbare Wasserstrecken.

Intakte Gewässer dienen als Anziehungspunkte für den Tourismus. Die Herausforderungen für das Wassermanagement ergeben sich durch die touristische Nutzungsintensität und den unterschiedlichen Tourismusangeboten. Auch hier spielt der Klimawandel eine übergeordnete Rolle und beeinflusst die touristisch genutzten Wasserressourcen teilweise stark. Zum Beispiel führt die verkürzte Schneedeckendauer zu Verlusten im Wintertourismus, zum einen wandern Touristen in höher gelegene Regionen ab, und zum anderen steigt der Bedarf an Beschneigung mit Kunstschnee. Teilweise ist auf Grund erhöhter Temperaturen die Produktion von Kunstschnee nicht möglich und den Regionen entgehen die wichtigen touristischen Einnahmen, gerade in Gebirgsregionen ist der Tourismus eine Haupteinnahmequelle darstellt. Durch den Temperaturanstieg in den Tälern und im Flachland können sich im Sommertourismus neue Möglichkeiten für die Bergregionen, auch die Bergregionen des Geoparks, ergeben. Zum Beispiel ist auf der Petzten bereits eine Verschiebung der touristischen Nutzung vom Winter- auf den Sommertourismus bemerkbar.

Es können sich gerade im Bereich der touristischen Nutzung der Wasserressourcen in Zeiten des Klimawandels Probleme (wenig Niederschlag, erhöhte Verdunstungsrate) ergeben bzw. Nutzungskonflikte zwischen Trink- und Nutzwasser im privaten und touristischen Sektor ergeben. Dies ist im Moment noch nicht der Fall. Es kann bereits jetzt das touristische Angebot so angepasst werden (Erhebung und Planung derzeitigen und künftigen Wasserverbrauchs), um Nutzungskonflikte in Zukunft so gut als möglich zu verhindern. Diese Problematiken wurden in den Workshops diskutiert. Vor allem im Bereich der Petzen, aber auch in anderen Karsteinzugsgebieten, wie dem Hochobir sowie der Topica und der Oistra wurden Bewusstseinsbildung, Wegelenkungs-konzepte als auch nachhaltige Infrastrukturplanung als notwendige Elemente des nachhaltigen Grundwasserschutzes genannt.

Im nationalen Stakeholderworkshop wurde diskutiert, dass eine durch den Klimawandel bedingte Zunahme an Extremwetterereignissen und damit verbundene Hochwässer, Windwürfe in Wäldern sowie Murenabgänge die Region künftig vor Herausforderungen im Gewässermanagement stellen werden. Eine Verbesserung von Frühwarnsystemen, der Ausbau von Sicherheitsnetzen, wie Notversorgungsanlagen, Katastrophenmanagement sowie der Ausbau der Vernetzung in der Wasserversorgung innerhalb sowie zwischen Gemeinden wurden in diesem Zusammenhang empfohlen, um mögliche Ausfälle in der Versorgung auszugleichen. Im Moment birgt die Entnahme von Wasser (Oberfläche oder Grundwasser) noch keine größeren Probleme, aber mit dem Fortschritt des Klimawandels könnte sich das ändern. Daher ist es wichtig, dass die Gemeinden bereits jetzt Pläne

zur schonenden Wasserentnahme einführen.

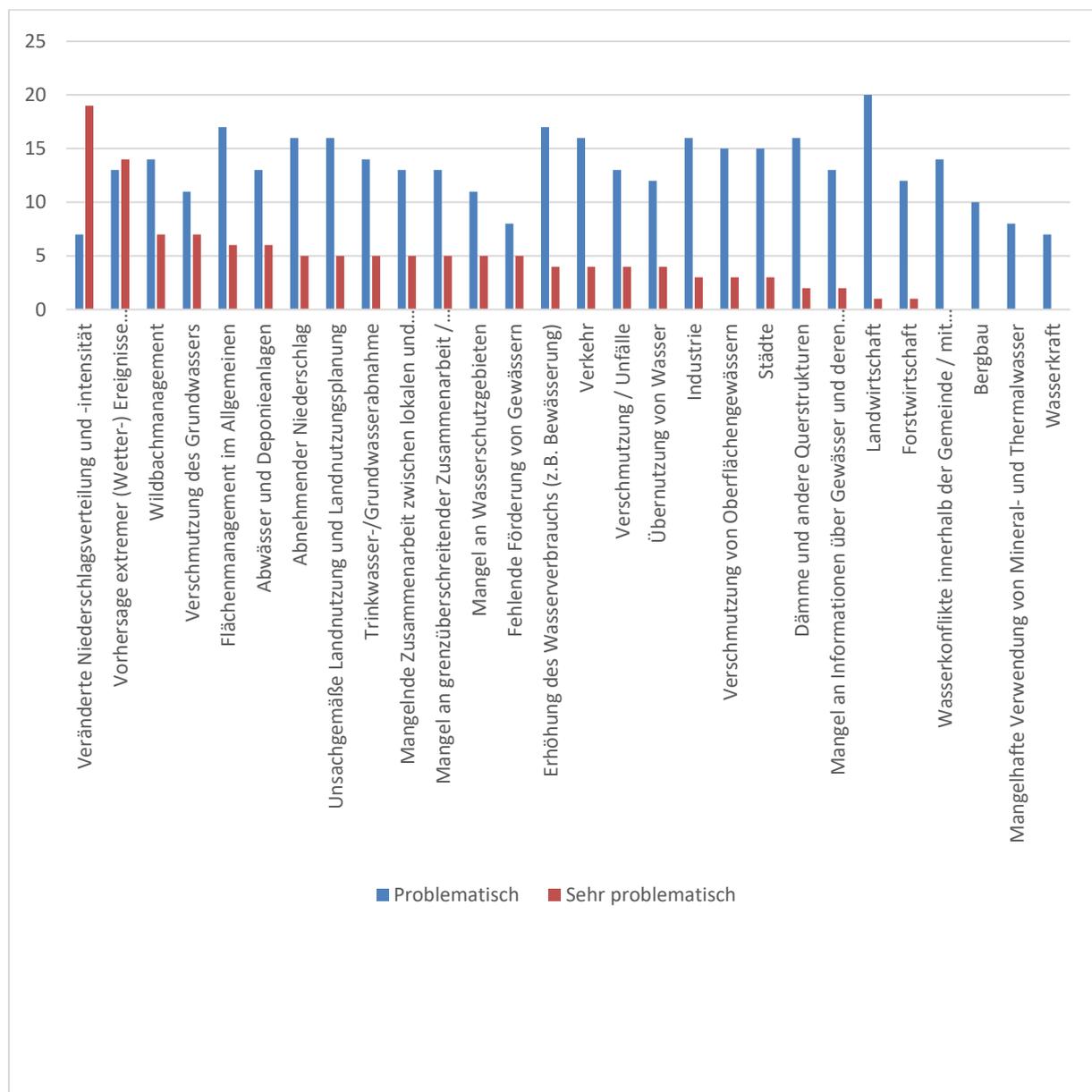


Diagramm 2: Ergebnisse der Umfrage zu Wasserressourcen und -risiken im Karawanken UNESCO Global Geopark.

6. GEMEINSAME AUSLEGUNG DES GEOPARKS

In diesem letzten Kapitel des Berichts über Wasserressourcen und -risiken innerhalb des Karawanken UNESCO Global Geoparks soll eine gemeinsame grenzüberschreitende Auslegung für die Geoparkgemeinden in Österreich und Slowenien skizziert werden. Die Ergebnisse des Berichts sowie der nationalen Workshops in Österreich und Slowenien wurden gesammelt und offene Fragestellungen im Bezug zu grenzüberschreitenden Kooperationsmöglichkeiten in einem Expert:innen- und in einem Gemeindeforum diskutiert.

Hierbei kristallisierten sich vier Schwerpunktthemen, die auf kommunaler Ebene in der

Zusammenarbeit der Partnergemeinden des Geoparks Karawanken gefördert werden können und auf die nachhaltige Gewässermanagementstrategie, welche das Endprodukt des Projekts KaraWAT sein wird, fokussiert sein wird. Diese Schwerpunktthemen umfassen sowohl den Bereich des Hochwasserschutzes, des Katastrophenmanagements, des Trinkwasserschutzes als auch der naturhistorische und bildungsbezogenen Inwertsetzung von Wasserressourcen in den Geoparkgemeinden.

Für einen effektiven Hochwasserschutz ist der Ausbau von Monitoring- und Frühwarnsystemen, sowie die Förderung der länderübergreifenden Kooperation zwischen Gemeinden, als auch zwischen Gemeinden und Landesstellen in Kärnten sowie der Republik Slowenien von besonderer Bedeutung. Eine erfolgreiche länderübergreifende Kooperation findet beispielsweise bereits zwischen dem Hydrographischen Dienst Kärnten und dem ARSO in Slowenien statt. Das ARSO hat Zugriff auf die Daten der Messstellen in Lavamünd und es findet ein regelmäßiger Datenaustausch statt. Ein wichtiger Punkt im Bereich des Monitorings ist eine Harmonisierung der Monitoringsysteme über die Grenze hinweg, um eine Vergleichbarkeit der Daten zu gewährleisten. Ein engmaschiges Monitoring von Pegelwasserständen sowie ein automatisiertes Frühwarnsystem kann Gemeinden noch früher auf herannahende Hochwässer vorbereiten und ein frühzeitiges Einleiten des Katastrophenmanagement fördern. Ein solches Monitoring- und Frühwarnsystem (LoRaWan) wird momentan von der Gemeinde Neuhaus getestet und könnte als mögliches Tool für alle Gemeinden des Geoparks Karawanken weiterentwickelt werden. Hierbei handelt es sich um ein Online-Tool für die Trinkwassernutzung und die Erstellung von Szenarien. Anhand der Modelle, die auf realen Daten basieren, wird entschieden, welche Szenarien für die Bewirtschaftung der künftigen Trinkwassernutzung akzeptabel sind. Das Pilotprojekt wird in Kooperation mit der TU Graz, dem Land Kärnten und einer Tochterfirma der Kelag durchgeführt. Es wurden bereits 3 Wetterstationen und Temperatursensoren verbaut (Stand 16.12.2021). Sie sollen unter anderem dazu dienen, Katastrophen vorherzusagen. Das System kann automatisch die Feuerwehr und den Katastrophenschutz alarmieren. Der Vorschlag lautete, dass das System auf das gesamte Geoparkgebiet ausgedehnt werden könnte. Die geringen Datenmengen, die in Echtzeit übertragen werden, bereiten keine großartigen Probleme im Datentransfer. Folglich ist das System und die dazugehörigen Programme sehr einfach zum Installieren und Verwenden.

Im Bereich des Katastrophenschutzes und -managements finden bereits grenzüberschreitende Unterstützungen des Feuerwehrdienstes statt. Eine länderübergreifende Abstimmung und Zusammenarbeit könnte jedoch noch verstärkt werden.

Im Bezug auf die Trinkwasserversorgung sollte jede Gemeinde ihre Wasserversorgungsanlagen gut kennen und einen Überblick haben, wo es Überschüsse und wo es Defizite gibt. Eine Installation von Sicherheitsnetzen und Ableitungen zu Nachbargemeinden als Backup bei Ausfällen ist zudem für eine Sicherstellung der Versorgung notwendig. Für das Monitoring der Wasserversorgung dient ebenfalls die Gemeinde Neuhaus als Best-Practice Beispiel (LoRaWan). Die Ausbildung von Gemeindemitarbeiter:innen ist ein weiteres Element für die Sicherstellung der Wasserversorgung. In Österreich wurde hierfür das Wassermeister Zertifikat eingeführt. In Intensivschulungen werden den Teilnehmer:innen Kenntnisse der österreichischen Wasserversorgung vermittelt. Zum Beispiel werden Themen zur Wasserqualität, -gewinnung, -aufbereitung, -hygiene und deren Verwaltung unterrichtet. Als Abschluss gibt es ein staatlich anerkanntes Zertifikat. Für Ausbildungsprogramme in der Wasserversorgung kann ein Austausch zwischen Kärnten und Slowenien ein gewinnbringendes Element darstellen.

Um die Qualität des Trinkwassers zu gewährleisten ist zudem der Schutz von Wassereinzugsgebieten essentieller Bestandteil des Wassermanagements. Auf beiden Seiten der Staatsgrenze sind die Prinzipien für den Trinkwasserschutz ähnlich, jedoch unterscheiden sich die Länder in der praktischen Umsetzung. In Österreich gehört das Grundwasser dem Grundbesitzer, welcher auch für den Grundwasserschutz die Verantwortung übernimmt. In Slowenien ist Grundwasser ein öffentliches Gut, der Grundwasserschutz obliegt dem Staat. Der Grundwasserschutz ist in beiden Ländern durch Wasserrechtsgesetze geregelt, in Österreich werden Schutzzonen jedoch auf Basis der ÖWAV Richtlinien abgegrenzt, während in Slowenien die Abgrenzung gesetzlich geregelt wird. Schutzgebiete werden in beiden Ländern in mehrere Schutzzonen gegliedert, welche gewissen Auflagen, Verboten und Beschränkungen unterliegen. Insbesondere die grenzüberschreitenden Aquifere (Petzen, Uschowa, Steiner Alpen) sollten bilateral gemanaged werden. Eine Abstimmung innerhalb der Arbeitsgruppe Trinkwasser Karawanken der grenzüberschreitenden Kommission für die Drau findet regelmäßig statt.

Für die naturhistorische und bildungsbezogene Inwertsetzung von Wasserressourcen ist eine länderübergreifende Strategie der Einbindung von Angeboten zum Thema Wasser ein mögliches Aufgabenfeld des Geopark Karawanken. Ein wichtiger Bestandteil für den Schutz und die nachhaltige Nutzung von Wasserressourcen ist hierbei die Bewusstseinsbildung sowohl für Bewohner:innen als auch für Besucher:innen des Geoparks. Bei der Wasserversorgung wird innerhalb der Bevölkerung keine Beeinträchtigung festgestellt. Ein steigendes Umweltbewusstsein für den Wasserverbrauch ist daher notwendig.

7. LITERATURVERZEICHNIS

- Altlastenatlas K17. (1998, January 21). *Sanierte Altlast K17: Filterwerk Knecht*, Altlastenportal. <https://altlasten.gv.at/atlas/verzeichnis/Kaernten/Kaernten-K17>
- Altlastenatlas K18. (1998, January 28). *Gesicherte Altlast K18: Deponie Hart*, Altlastenportal. <https://www.altlasten.gv.at/atlas/verzeichnis/Kaernten/Kaernten-K18.html>
- Altlastenportal. (2021). *Ursache von Altlasten*. https://www.altlasten.gv.at/Ueber_Altlasten/Ursache.html
- Aste, C. (2021). *Kärnten - Kleinwasserkraft Österreich*. <https://www.kleinwasserkraft.at/bundeslaender/kaernten/>
- BMLRT. (2020). *2. Nationaler Hochwasserrisikomanagementplan (Entwurf)*.
- BMLRT. (2021). *Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan 2021 - Entwurf*.
- BMLRT Abt. 1/3. (2021). *Hydrographisches Jahrbuch - Startseite*. <https://wasser.umweltbundesamt.at/hydjb/index.xhtml>
- BMLRT H2O Fachdatenbank, & WISA. (2021). *H2O Fachdatenbank - Qualitätsdatenabfrage Öffentlich*. <https://wasser.umweltbundesamt.at/h2odb/fivestep/abfrageQdPublic.xhtml>
- BMLRT LE 14-20. (2014). *Austria-Rural Development Programme (National)*.
- BMLRT Schutz- und Schongebiete. (2018). *Schutz- und Schongebiete*. https://info.bmlrt.gv.at/themen/wasser/wasser-oesterreich/wasserrecht_national/planung/Schongebiete.html
- BMNT. (2017). *Klimawandel in der Wasserwirtschaft*. https://www.bmnt.gv.at/wasser/wasser-oesterreich/foerderungen/trinkwasser_abwasser/aktuelle_projekte/klimawandel_wasserwirtschaft.html
- Brenčič, M., & Poltnig, W. (2008). *Grundwasser der Karawanken: Versteckter Schatz*. Geološki zavod Slovenije.
- Brenčič, M., Schlamberger, J., Freundl, G., Poltnig, W., Pucker, B., Kranjc, S., Matoz, H., Tavčar, M., & Mozetič, S. (2013). *Drinking water Protection Zones on karstic aquifers - comparison between practises in Austria and slovenia*. 56.
- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft Umwelt und Wasserwirtschaft. (2015). *Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan 2015. Bundesministerium Für Land- Und Forstwirtschaft, Umwelt Und Wasserwirtschaft*, 356.
- Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (BMNT). (2019). *Leitfaden Gewässerpflegekonzepte*. 500.
- Calder, I. R. (2007). Forests and water-Ensuring forest benefits outweigh water costs. *Forest Ecology and Management*, 251(1–2), 110–120. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.06.015>
- Corine Landuse. (2018). *CLC 2018 - Datensätze - data.gv.at*. <https://www.data.gv.at/katalog/dataset/clc2018>
- de Jong, C. (2020). *Umweltauswirkungen der Kunstschneeproduktion in den Skigebieten der Alpen. Geographische Rundschau, December*, 34–39. https://www.researchgate.net/profile/Carmen-De-Jong/publication/342305335_Umweltauswirkungen_der_Kunstschneeproduktion_in_den_Skigebieten_der_Alpen/links/5fec6b1445851553a00573b1/Umweltauswirkungen-der-Kunstschneeproduktion-in-den-Skigebieten-der-Alpen.pdf
- DI Prem Johannes, & Bauer Helga. (2019). *Holzeinschlagsmeldung über das Kalenderjahr 2019*.
- Engeland, K., & Hisdal, H. (2009). A comparison of low flow estimates in ungauged catchments using regional regression and the HBV-model. *Water Resources Management*, 23(12), 2567–2586. <https://doi.org/10.1007/s11269-008-9397-7>
- Gemeinde Bad Eisenkappel. (2021). *Wirtschaftliche Entwicklung - Bad Eisenkappel*. <https://www.bad-eisenkappel.info/bildung-einrichtungen/kinder-und-bildung/geschichte/wirtschaftliche-entwicklung.html>
- Geopark Karawanken. (n.d.). *Kommunikationsplan*.
- Geopark Karawanken EVTZ. (2016). *EUFUTUR - Geopark Karawanken*. <https://www.geopark->

- karawanken.at/eufutur/
Geoparks Network. (2010). *Guidlines and Criteria for National Geparks*.
Gonser, S. (2002). *Umweltveränderungen in Bergbauregionen*.
Gruber, G., & Hecke, A. (2015). *Implementierung eines Modells zur GIS-gestützten Evaluierung der aktuellen Lawinengefahr Zusammenfassung Einleitung Potenzial von GIS für die Lawinengefahreinschätzung. March*.
Harum, T., Reszler, C., Poltnig, W., Dalla-Via, A., & Ruch, C. (2011). *Alp-Water-Scarce: 4th activity report concerning hydrological-hydrogeological investigations in the pilot sites of the Carinthian Government (Abt. 18)*.
Hegg Christoph. (2003). Zusammenhänge zwischen Wald und Wasserqualität. *Thema Umwelt*, 4/2003, 6–8. www.umwelt-schweiz.ch
Holzeis, F., Kopeinig, C., Mandl, P., Gutsch, E., & Moser, J. (2014). *Wasser in Kärnten, Teil 1 - Wasserhaushalt*.
Institut für angewandte Pflanzenbiologie. (2002). *Auswirkungen auf Ökosysteme*.
Jäger, S. (2020, February 5). *Geopark Karawanken EVTZ: Unterkärntner Nachrichten*. 2020. <https://unterkaerntner.at/index.php?id=3592>
Kleidorfer, M., Zeisl, P., Ertl, T., & Simperler, L. (2019). *Leitfaden Regenwasserbewirtschaftung*. 110.
König Klaus W. (2020, September 12). *Regenabfluss von Verkehrsflächen*. KOMMUNAL. <https://kommunal.at/regenabfluss-von-verkehrsflaechen>
Kultur und Natur | Deutsche UNESCO-Kommission. (n.d.). Retrieved November 15, 2021, from <https://www.unesco.de/kultur-und-natur/geoparks>
Kärntner Abfallwirtschaftsordnung, (2004) (testimony of Land Kärnten). www.ris.bka.gv.at
Land Kärnten. (2005). *Wasser für Kärnten - Empfehlungen für eine nachhaltige Trinkwasserversorgung (Trinkwasserversorgungskonzept Kärnten 2005)*.
Land Kärnten Abt. 8. (2018). *Versorgungsgrad Wasser / Anschlußgrad Kanal*. <https://www.ktn.gv.at/Themen-AZ/Details?thema=11&subthema=58&detail=109>
Land Kärnten KAGIS. (n.d.). *KAGIS - Land Kärnten*. Retrieved November 15, 2021, from <https://kagis.ktn.gv.at/>
Land Kärnten, ZAMG, Uni Graz, Uni Salzburg, ZGIS, & Lebensministerium. (2016). *Klimaszenarien für das Bundesland Kärnten bis 2100. ÖKS15 Klimafactsheet*.
Lebensministerium, & Umweltbundesamt *Hochwasserrisikomanagementplan*. (2015). *HOCHWASSERRISIKO- MANAGEMENTPLAN 2015 RISIKOGEBIET : Lavant an der Mündung in die Drau*.
Lindner, B., DI Dr. Vollhofer, Otto, Mr. R., & DI Dr. Atanasoff-Kardjalieff, K. (2019). *LEITFADEN EINLEITUNG CHLORIDBELASTETER STRASSENWÄSSER IN FLIESSGEWÄSSER LEITFADEN EINLEITUNG CHLORIDBELASTETER STRASSENWÄSSER*.
LWF. (2002). *Stickstoff in Bayerns Wäldern. LWF Aktuelle Magazin Für Wald, Wissenschaft Und Praxis*.
Maier, F. (2016). *Wasserkraft im Dilemma. Umweltwissen Für EntscheidungsträgerInnen, 2*. www.umweltdachverband.at/7Cwww.facebook.com/UmweltdachverbandOesterreich
Moser, J., & Amt der Kärntner Landesregierung Abt. 8. (2016). *Hochwasser am Suchabach, Sagerbergbach, Globasnitzbach und Sittersdorfer Bach*.
Moser J., & Amt der Kärntner Landesregierung Abt. 8. (2017). *Hochwasser Vellach Ebriachbach. In 2017*.
Nöstlinger, W. (2021). *ÖVGW · Aktuell*. <https://www.ovgw.at/aktuell/>
Oberressl & Kanz, & SETEC Engineering. (2021). *Studie Wasserversorgungskonzept Bezirk Völkermarkt Teil 2 - Hydraulische Analyse & Kostenschätzung (Issue September)*.
Obersteiner, E., & Offenthaler, I. (2008). *Critical loads für Schwefel- und Stickstoffeinträge in Ökosysteme*. Umweltbundesamt.
Oftner, M., Lenz, K., & Ziertiz, I. (2020). *Kommunales Abwasser Österreichischer Bericht 2020*.
ÖREK. (2014). *ÖROK-Partnerschaft „ Risikomanagement für gravitative Naturgefahren in der Raumplanung “ Materialienband. Arbeitspapier, 321*.
ÖWAV, ÖVGW, & BMLRT. (2020). *Für den Erhalt unserer Trinkwasser-und Abwassernetze*.
Pichler, A. (n.d.). *Bergbau in Ostkärnten*. Retrieved November 15, 2021, from [~ 47 ~](http://www.indra-</p></div><div data-bbox=)

- g.at/datenbanken/literaturnachweise/lit-nachw-einzel/pichler-buch-ost2/445-454-456-467-204-4-1-23-petzen-baue.htm
- Poltnig, W. (2015). *Die Mineralquellen der Karawanken / Mineralni Izviri Karavank. January 2004.*
- Poltnig, W., & Herlec, U. (2012). *Geologisch – naturschutzfachliche Grundlagen des Geoparks Krawanken.*
- Poltnig, W., Strobl, E., & Brenčič, M. (2005). Hydrogeologische Risikobewertung des Petzengebietes (Karawanken , Kärnten / Slowenien). *Joannea Geol. Paläont*, 6, 17–28.
- Reszler, C., Harum, T., Poltnig, W., & Saccon, P. (2011). *Alp-Water-Scarce: Hydrological and hydrogeological investigations in the pilot sites Jauntal and Lower Gurktal - Final Report.*
- Schachermayer, E., & Lampert, C. (2010). *Aufkommen und Behandlung von Deponiesickerwasser : Bestandsaufnahme an ausgewählten österreichischen Deponien.* Umweltbundesamt.
- Schmalzl, L., & Weiß, P. (2020). *Waldschadensanalyse in der KLAR ! – Region Südkärnten.*
- Schneider, A. (2020). *Die ökonomische Bewertung von Ökosystemdienstleistungen als Grundlage für Landnutzungsentscheidungen am Beispiel von Wald- und Gewässerökosystemen in Österreich Antonia Schneider , BSc. Technische Universität Wien.*
- Schöner, W., & Hasliner, K. (2020). *ExtremA 2019: Aktueller Wissensstand zu Extremereignissen alpiner Naturgefahren in Österreich.* Vandenhoeck & Ruprecht.
- Schürch, M., Herold, T., & Kozel, R. (2003). *Grundwasser-die Funktion des Waldes.* www.bwg.admin.ch
- Spendlingwimmer, R., & Heiß, G. (1998). Hydrogeologische Untersuchungen für das Grundwasserschongebiet Petzen - Jaunfeld 1993/95. *Wasserkunde - Festschrift Ralf BEnischke, Sh.* 3, 81–163.
- Statistik Austria. (2021). *Statistik Austria, Blick auf die Gemeinden.* http://www.statistik.at/web_de/statistiken/index.html
- Umweltbundesamt. (2020). *Flächeninanspruchnahme.* Flächeninanspruchnahme. <https://www.umweltbundesamt.at/umweltthemen/boden/flaecheninanspruchnahme>
- Umweltbundesamt Ammoniak Emission. (2019). *Ammoniak-Emissionen (NH3) 1990–2019.*
- Umweltinspektionsprogramm des Landeshauptmannes von Kärnten (2020-2022). (2020). *IPPC Anlagen Kärnten.*
- Zouros, N. (2004). The European Geoparks Network. *Episodes*, 27(3), 165–171. <https://doi.org/10.18814/epiiugs/2004/v27i3/002>