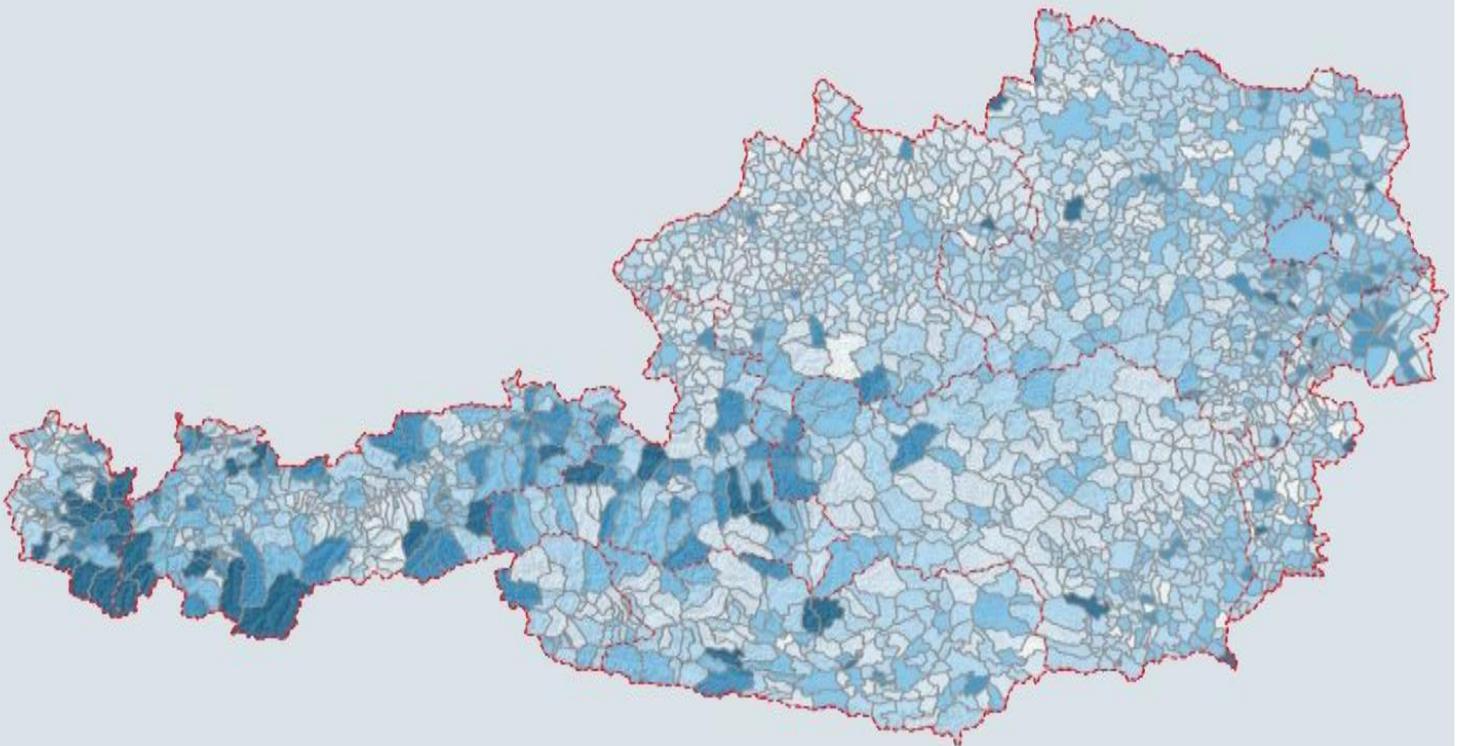


Trinkwasserbedarf in Österreich – Entwicklung eines Bedarfsmodells

Endbericht 03-2021



Impressum

Medieninhaber und Herausgeber:

Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus

Stubenring 1, 1010 Wien

Autorinnen und Autoren: Roman Neunteufel, Nadine Sinemus, Maximilian Grunert,
Verena Germann, Reinhard Perfler unter der Mitarbeit von Marko Rabl und Hanna Pogats

Gesamtumsetzung: Roman Neunteufel

Fotonachweis: Abbildung aus dem Projektergebnis



Wien, 2021. Stand: 23. August 2021

Copyright und Haftung:

Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet, alle sonstigen Rechte sind ohne schriftliche Zustimmung des Medieninhabers unzulässig.

Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Rechtausführungen stellen die unverbindliche Meinung der Autorin/des Autors dar und können der Rechtsprechung der unabhängigen Gerichte keinesfalls vorgreifen.

Inhalt

1 Problemstellung und Ziele	7
1.1 Hintergrund.....	7
1.2 Problembereiche	7
1.3 Projektziel	8
2 Lösungsansatz und Abgrenzung	9
3 Methoden und Grundlagen.....	10
3.1 Datenquellen	11
3.1.1 Bereits verfügbare Daten zu Wassernutzungen.....	11
3.1.2 Zusatzerhebungen bei Wasserversorgungsunternehmen	12
3.1.3 Datenbereitstellung durch das Umweltbundesamt	14
3.1.4 Datenbereitstellung durch das Technische Büro Holler	14
3.1.5 Statistik Austria	14
3.1.6 Erhebungen bei den Landesregierungen.....	15
3.1.7 Zusammenfassung aller erhobenen Daten.....	15
3.2 Plausibilitätsprüfungen	16
3.2.1 Berechnung von Kennzahlen	16
3.2.2 Vergleich verschiedener Datenquellen.....	17
3.2.3 Abstimmung in Länderbesprechungen.....	18
3.3 Wasserbedarfsmodell.....	19
3.3.1 Wasserbedarfsmodell der Gesamt-Kennzahl	19
3.3.2 Vierteilige Aufteilung des Wasserbedarfs	21
3.3.3 Korrekturwerte	22
3.3.4 Spitzenbedarfsmodell	23
3.3.5 Extremjahresmodell.....	23
3.3.6 Zukunftsszenarien.....	24
3.4 Einflussfaktoren auf den Wasserbedarf und Entwicklungsszenarien	24
3.4.1 Bevölkerung	25
3.4.2 Pendlerbewegungen	30
3.4.3 Nächtigungen.....	34
3.4.4 Nebenwohnsitze	39
3.4.5 Klimawandel.....	43
3.5 Abschätzungen der Wassergewinnung	52
3.6 Bilanzierung	56
3.7 Zusammenfassung methodischer Herausforderungen	58
3.8 Unberücksichtigte Entnahmekomponenten in der Wasserversorgung.....	58

3.9 Methodik zur regelmäßigen/jährlichen Aktualisierung der Daten	59
3.9.1 Wasserbedarfsmodell	59
3.9.2 Bezugsquellen für Einflussfaktorendaten	59
3.9.3 Wassergewinnung.....	60
4 Bedarf der Wasserversorgung Ist-Stand	63
4.1 Grundlagendaten zu den Einflussfaktoren auf den Wasserbedarf	63
4.2 Wasserbedarf Ist-Stand	63
4.3 Wassergewinnung Ist-Stand	67
4.4 Zusammenfassung des Wasserbedarfs und Schlussfolgerungen.....	71
5 Bedarf der Wasserversorgung in Extremjahren	74
5.1 Wasserbedarf in Extremjahren.....	75
5.2 Wassergewinnung in Extremjahren.....	80
5.3 Zusammenfassung des Wasserbedarfs in Extremjahren	81
6 Bedarf der Wasserversorgung 2050	83
6.1 Veränderungen der Einflussfaktoren auf den Wasserbedarf bis 2050	83
6.2 Wasserbedarfsszenarien 2050.....	83
6.3 Wassergewinnungsszenarien 2050	89
6.4 Zusammenfassung des Wasserbedarfs 2050	92
7 Zusammenfassung.....	93
7.1 Hintergrund.....	93
7.2 Grundlagen	94
7.3 Ergebnisse.....	95
Verzeichnisse	97
Tabellenverzeichnis	97
Abbildungsverzeichnis.....	98
Literaturverzeichnis.....	101
Abkürzungen.....	106

1 Problemstellung und Ziele

1.1 Hintergrund

Ziel des Gesamtprojektes "Wasserschatz Österreichs" ist ein gemeinsames Verständnis der derzeitigen Situation und möglicher zukünftiger Prognosen und Szenarien von Wasserverfügbarkeit und Wasserbedarf in Österreich, insbesondere auch in Hinblick auf die Auswirkungen des Klimawandels.

Im vorliegenden Forschungsprojekt „Trinkwasserbedarf in Österreich – Entwicklung eines Bedarfsmodells“ wurde dazu der Wasserbedarf der Trinkwasserversorgung untersucht. Innerhalb der Bilanzen von nachhaltig nutzbarem Wasserdargebot und dem gesamten Wasserbedarf aller Sektoren (Trinkwasserversorgung, Dienstleistungen, produzierendes Gewerbe, Industrie und Landwirtschaft) stellt der Wasserbedarf der Trinkwasserversorgung einen wesentlichen Anteil dar.

Kern des Gesamtprojektes ist die Verfügbarkeit von Bilanzen von nachhaltig nutzbarem Wasserdargebot und dem gesamten Wasserbedarf mit der räumlichen Verortung auf Basis der Grundwasserkörper des Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplanes (NGP). Die Ergebnisse des gegenständlichen Forschungsprojekts sind in das Gesamtprojekt "Wasserschatz Österreichs" integriert.

1.2 Problembereiche

Es liegt kein zentrales Register vor, in dem zumindest alle realen Entnahmemengen bewilligungspflichtiger Wasserentnahmen aufscheinen. Abgesehen von großen Wasserversorgungsunternehmen, die zur Lieferung von Entnahmedaten an die Statistik Austria verpflichtet sind, gibt es keine Regelungen zur regelmäßigen Bekanntgabe der realen Entnahmemengen. Über die nicht bewilligungspflichtigen Wasserentnahmen (Haus- und Wirtschaftsbedarf §10, WRG) liegen dementsprechend ebenso keine Daten über Anzahl oder Entnahmemengen vor.

Eine Vollerhebung aller Entnahmemengen ist aufgrund der hohen Anzahl zum Teil kleinster Wasserversorgungsanlagen und Eigenversorgungen nicht vertretbar und es fehlt die Rechtsgrundlage für eine derartige Erhebung.

Die tatsächlichen jährlichen Entnahmemengen können nur über Hochrechnungen anhand von Pro-Kopf-Kennzahlen abgeschätzt werden. Dazu wurde bisher immer die Branchenstatistik der Österreichischen Vereinigung für das Gas- und Wasserfach (ÖVGW) herangezogen und mittels einer geschichteten Stichprobenerhebung hochgerechnet. Die Differenzierung unterschiedlich hoher Wasserverbräuche in unterschiedlichen Versorgungsgebieten erfolgt dabei über eine Klassifizierung der Wasserversorgungsunternehmen, die unter hohem Aufwand und weitgehend nach Expertenmeinung erfolgt. Aufgrund des hohen Aufwandes der Clusterung sowie der Erhebung aktueller Kontextinformationen kann die Klassifizierung nicht regelmäßig nachgeführt werden. Sozioökonomische Veränderungen und Klimawandelauswirkungen sind dadurch nur mittelbar über Stichprobendaten repräsentiert.

1.3 Projektziel

Ziel des gegenständlichen Forschungsprojektes "Bedarfsmodell Wasserversorgung" ist die Beschreibung des derzeitigen und zukünftigen Wasserbedarfs der zentralen Wasserversorgung (inkl. Eigenversorgungen) in Form eines differenzierten Hochrechnungsmodells. Das Hochrechnungsmodell steht auch für zukünftige Ermittlungen des Wasserbedarfs der Wasserversorgung zur Verfügung und verringert den wiederholt erforderlichen Erhebungsaufwand unter Verwendung allgemein verfügbarer statistischer Daten und verfügbarer Aufzeichnungen des Wasserverbrauchs (z.B. ÖVGW Branchenstatistik).

2 Lösungsansatz und Abgrenzung

Das Forschungsprojekt "Bedarfsmodell Wasserversorgung" erhebt alle aktuell verfügbaren Daten zum Wasserbedarf der öffentlichen Wasserversorgung in Form von möglichst langjährigen Datenreihen. Die verfügbaren Daten werden auf vorhandene Datenlücken in Bezug auf die Art der Wasserversorgungen und die Einflussfaktoren auf den Wasserverbrauch, sowie hinsichtlich der benötigten Detailtiefe untersucht und ergänzende Stichprobenerhebungen und Zusatzerhebungen unter Einbindung der Ländervertreter durchgeführt. Entsprechend den Anforderungen des NGP erfolgt eine Differenzierung der Ressourcenart in Grund- oder Quellwasser. Die zeitliche Auflösung erfolgt nach Jahresmengen. Alle Daten werden einer Plausibilisierung unterzogen und danach ein auf Gemeindeebene basierendes und nach Einflussfaktoren differenziertes Hochrechnungsmodell zur Feststellung der derzeitigen Nutzungen erstellt.

Darüber hinaus werden Prognosen für die spezifische Bedarfsentwicklung, basierend auf dem Pro-Kopf-Bedarf je Hauptwohnsitz für den Zeitraum 2050 sowie für Extremjahre vorgenommen. Gemeinsam mit Bevölkerungsprognosen auf Gemeindeebene werden zukünftige Bedarfsszenarien für die öffentliche Wasserversorgung erstellt. Die Ergebnisse der Bedarfsmodelle der öffentlichen Wasserversorgung werden auf regionaler Ebene (NGP-Grundwasserkörper) dargestellt. Dazu ist die Verknüpfung des Wasserbedarfs aus dem Wasserbedarfsmodell mit der Wasserherkunft für jede Gemeinde erforderlich. Mit der Liste der Wasserherkunft je Gemeinde kann der Wasserbedarf einer Entnahme aus einem Grundwasserkörper zugeordnet werden.

Im gegenständlichen Forschungsprojekt wird ausschließlich der Wasserbedarf für die Trinkwasserversorgung der Bevölkerung und die aus zentralen Wasserversorgungsanlagen mitversorgten sonstigen Verbraucher (z.B. mitversorgte öffentliche Einrichtungen, Industrie-, oder Gewerbebetriebe etc.) betrachtet. Dies umfasst alle Arten der zentralen Wasserversorgungen (z.B. Versorgungen durch gemeindeeigene Wasserversorgungsunternehmen, Wassergenossenschaften, Wasserverbände, Fernversorgungen etc.) sowie Einzelversorgungen mit Trinkwasser (z.B. Eigenversorgungen durch Hausbrunnen). Selbstversorgte Industrie-, oder Gewerbebetriebe sowie selbstversorgte landwirtschaftliche Betriebe etc. sind nicht Inhalt des Wasserbedarfsmodells.

3 Methoden und Grundlagen

Für die Gewinnung der nötigen Datengrundlagen für das Wasserbedarfsmodell wurde eine mehrstufige Erhebung (vorhandene Daten, Zusatzerhebungen), mit der Analyse vorhandener Datenlücken und umfangreichen Plausibilisierungsschritten kombiniert. Aufbauend auf allen aktuell verfügbaren Daten wurde ein Modell zur Hochrechnung auf den Ist-Stand (Durchschnitt der Jahre 2014 – 2018) des Wasserbedarfs für die zentrale Wasserversorgung (inkl. Einzelwasserversorgungen) erstellt. Durch eine Erweiterung des Ist-Stand-Modells können Zukunftsszenarien berücksichtigt werden und so der Wasserbedarf für den Zeitraum um das Jahr 2050 abgeschätzt werden. Abbildung 1 zeigt die generellen Bearbeitungsschritte des Forschungsprojektes.

Abbildung 1: Generelle Bearbeitungsschritte



3.1 Datenquellen

Nachfolgend sind die im Forschungsprojekt verwendeten Datenquellen nach thematischen bzw. originären Aspekten untergliedert zusammengefasst.

3.1.1 Bereits verfügbare Daten zu Wassernutzungen

Die **ÖVGW Branchenstatistik** „Daten Wasser (DW1)“ umfasst 166 Datensätze verschiedener Wasserversorgungsunternehmen (WVU). Zwischen 2014 und 2018 standen je nach Datenjahr 23 bis 93 (zumeist rund 80 bis 90) ausreichend vollständige Datensätze zur Entwicklung des Wasserbedarfsmodells zur Verfügung. Die nötigen Details zur Kennzahlenberechnung sind im Wesentlichen die Wasserentnahmemengen, Wasserverluste, verschiedene Arten der Wasserabgaben und die Anzahl der versorgten Einwohner und Einwohnerinnen.

In mehreren **Bundesländern** gibt es verschiedene Projekte, Wasserversorgungskonzepte oder Wasserinformationssysteme mit unterschiedlicher Flächendeckung und unterschiedlicher Detailtiefe in Bezug auf die zur Kennzahlenberechnung benötigten Daten (Ämter der Landesregierungen, 2000, 2012, 2018, 2019, 2020).

Niederösterreich: Aus dem Strategiekonzept „Wasserzukunft Niederösterreich 2050“ (Neunteufel et al., 2019), basierend u.a. auf einer Stichprobe von 28 Gemeinden (detaillierte Realdatenerhebungen aus dem Jahr 2018) der 573 niederösterreichischen Gemeinden, konnten alle Datensätze direkt verwendet werden.

Oberösterreich: Aus den derzeit vorliegenden 143 oberösterreichischen Trinkwasserversorgungskonzepten aus den Jahren 2013 bis 2019 waren Kennzahlenberechnungen für 107 der 440 oberösterreichischen Gemeinden möglich.

Salzburg: Aus drei Salzburger Regionalstudien aus den Jahren 2000 bis 2016 und dem Wasserinformationssystem (SAGIS / WIS) aus den Jahren 2000 bis 2018 waren Kennzahlenberechnungen für insgesamt 68 der 119 Salzburger Gemeinden möglich (Kettl et al., 2018; Nagl et al., 2006; Nagl et al. 2016).

Vorarlberg: Aus den Vorarlberger Trinkwasserversorgungskonzepten aus den Jahren 1999 bis 2007 waren für 95 der 96 Vorarlberger Gemeinden Kennzahlenberechnungen möglich (Adler et al., 2000; Adler et al. 2003a; Adler et al. 2003b; Adler et al. 2006; Galehr et al., 2009; Adler et al. 2010).

Kärnten: Aus zwei Kärntner Machbarkeitsstudien und einem Bezirks-Trinkwasserversorgungskonzept, alle aus dem Jahr 2019, waren für insgesamt 41 der 132 der Kärntner Gemeinden Kennzahlenberechnungen möglich (Oberressl et al., 2019; Steiner, 2019; Wieltschnig, 2019).

Steiermark: Zum „Wasserversorgungsplan Steiermark 2015“ (Salamon et al., 2015) wurden seitens der Landesregierung die Hintergrunddaten zur Verfügung gestellt. Aus diesen gemeindebezogenen Daten konnten für 93 der 188 Steierischen Gemeinden Kennzahlen berechnet werden.

Zur Entwicklung des Wasserbedarfsmodells wurden im Allgemeinen nur aktuellere Kennzahlenberechnungen aus den Jahren 2014 bis 2018 herangezogen. Kennzahlenberechnungen basierend auf früheren Datenjahren wurden vorrangig zur Plausibilitätsprüfung verwendet bzw. nur nach Rücksprachen mit den jeweiligen Landesregierungen als Realdaten in die Gesamtergebnisse des Wasserbedarfs aufgenommen aber nicht für die Modellentwicklung genutzt.

3.1.2 Zusatzerhebungen bei Wasserversorgungsunternehmen

Basierend auf einer Analyse der bereits verfügbaren Daten jedes Bundeslandes und nach den vorläufigen Einflussfaktoren auf den Wasserbedarf (Pendlerindex, klimatische Wasserbilanz und der einfachen Verfügbarkeit von Eigenversorgungen abgebildet durch die Lage innerhalb von Bewässerungsgebieten) wurden Gemeinden für die zusätzlichen Stichprobenerhebungen ausgewählt. Mit den Zusatzerhebungen sollten vorhandene Datenlücken geschlossen und die großen regionalen Wassertransfers durch Wasserverbände und Fernversorgungen erhoben werden.

Die Stichprobenauswahl wurde in individuellen Länderbesprechungen (erste Runde der Länderbesprechungen) mit den zuständigen Beamten der Landesregierungen abgestimmt. Eigens für die Zusatzerhebungen bei Gemeinden bzw. Wasserverbänden und Fernversorgungen entwickelte Erhebungsformulare (Excellisten) wurden den Landesregierungen übermittelt und von diesen an die ausgewählten Gemeinden und WVU versendet. In einigen Fällen wurde von den Landesregierungen auch nur der Kontakt hergestellt bzw. wurden einige WVU direkt kontaktiert und um Datenlieferung ersucht.

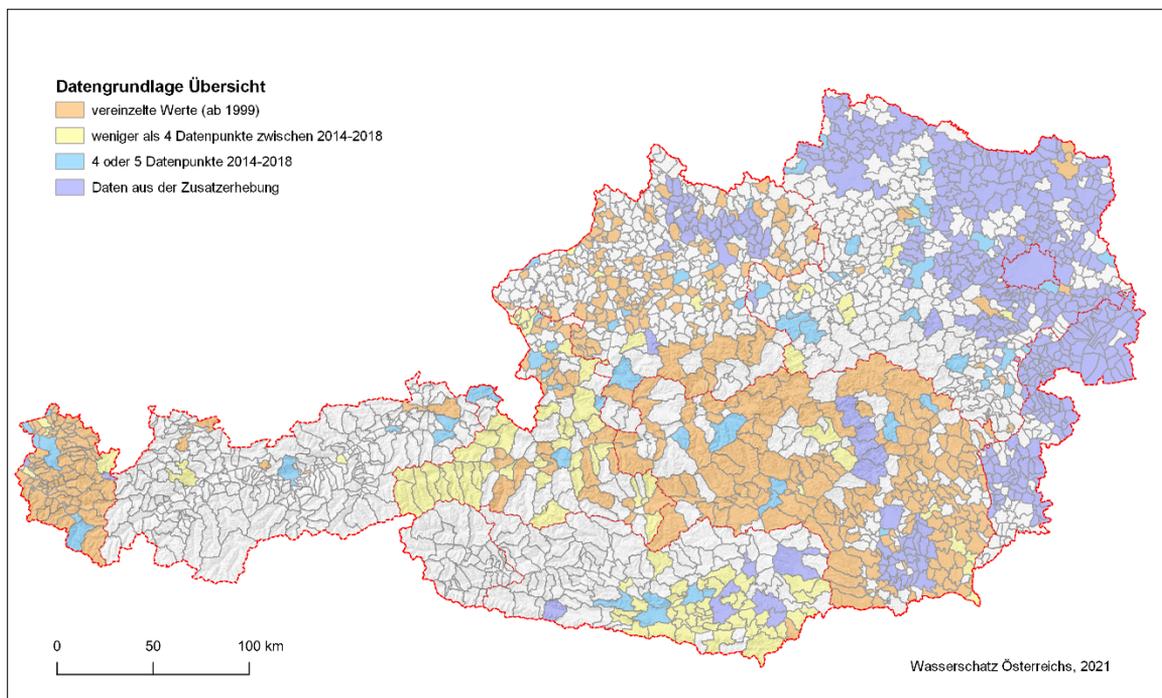
Aus den Zusatzerhebungen konnten insbesondere durch die Einbindung großer Verbände und Fernversorger insgesamt 358 Datensätze einzelner Gemeinden zur Modellentwicklung

gewonnen werden. Zum Teil konnten nicht alle in der Stichprobenauswahl festgelegten Gemeinden Daten zur Verfügung stellen. Dies wurde aber durch umfangreiche Datenverfügbarkeiten anderer Gemeinden mehr als ausgeglichen.

In Abbildung 2 ist die Datengrundlage nach Zusammenführung aller Datenquellen dargestellt. Die farbliche Codierung entspricht der verfügbaren Detailtiefe der Daten. *Orange* steht für Gemeinden mit vereinzelt Datensätzen außerhalb des Referenzzeitraumes 2014 bis 2018, *gelb* für Gemeinden mit bis zu 3 Datenjahren im Referenzzeitraum, *hellblau* für Gemeinden mit 4 oder 5 Datenjahren im Referenzzeitraum und *violett* für Gemeinden mit 5 Datenjahren im Referenzzeitraum und weiteren Details aus den Zusatzerhebungen. Für die weiß dargestellten Gemeinden stehen keinerlei Realdaten zur Verfügung. Der Wasserbedarf dieser Gemeinden sowie Datenlücken in vorhandenen Datensätzen werden mit dem Wasserbedarfsmodell abgeschätzt.

Insgesamt standen Datensätze von rund 1040 verschiedenen Gemeinden in unterschiedlicher Datenqualität zur Verfügung. Von rund 540 Gemeinden waren plausible, aktuelle Datensätze (innerhalb 2014 – 2018) verfügbar, die zur Modellentwicklung herangezogen wurden.

Abbildung 2: Datengrundlage Überblick



Quelle: BEV, 2020; basemap.at, 2020; BOKU

3.1.3 Datenbereitstellung durch das Umweltbundesamt

Seitens des Umweltbundesamtes (UBA) wurden die aktuelle Liste österreichischer Gemeinden (Stand 1.1.2018), Listen über Gemeindezusammenlegungen im relevanten Zeitraum in den Jahren vor 2018, GIS-Grundlagen (Gemeindegrenzen, Grundwasserkörpergrenzen, Bewässerungsgebiete und Grundwasserflurabstandsauswertungen), Listen mit den aktuellen Zahlen der Großvieheinheiten je Gemeinde sowie ein Auszug aus dem Wasserbuch (GBA-Auszug) mit allen bewilligten Wasserentnahmen zur Verfügung gestellt.

3.1.4 Datenbereitstellung durch das Technische Büro Holler

Seitens des Technischen Büros Holler wurden von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) die Zeitreihen der Wetterdaten (*Spartacus* und *Winfore* Datensätze, Monatsmittel, Raster 1x1km) der vergangenen Jahre (1990-2018) angekauft. Daraus wurden für jede Gemeinde gemittelte Werte für Niederschläge (N), potentielle Evapotranspiration (ETp) und die klimatische Wasserbilanz (N-ETp) berechnet und zur Verfügung gestellt.

3.1.5 Statistik Austria

Von der Statistik Austria wurde der aktuelle Pendlersaldo (Statistik Austria, 2019a) und die Bevölkerungszahlen bezogen (Statistik Austria, 2019b, 2020a). Auf dieser Datengrundlage wurde der im Wasserbedarfsmodell verwendete Pendlerindex als Pendlerbewegung pro Hauptwohnsitz berechnet.

Für die jährlichen Bevölkerungsdaten wurde als Stichtag jeweils der 1.1. des Folgejahres verwendet (Statistik Austria, 2019b). Die berechneten Daten für das Jahr 2018 beruhen somit auf Bevölkerungszahlen je Gemeinde vom 1.1.2019. Als Stichtag für den Gebietstand der Gemeinden wurde der 1.1.2018 gewählt und die Bevölkerungszahlen früherer Jahre entsprechend den Gemeindezusammenlegungen zusammengeführt.

Für die Berechnung der Pendlerinnen und Pendler sowie der weiteren Wohnsitze („Nebenwohnsitze“) je Hauptwohnsitz wurden zusätzlich die Bevölkerungszahlen mit Stand 31.10. des jeweiligen Jahres, ebenfalls umgelegt auf den Gebietsstand des 1.1.2018 herangezogen, da die Daten für Einpendlerinnen und Einpendler sowie der Auspendlerinnen und Auspendler als auch die Nebenwohnsitze mit ebendiesem Stichtag erhoben wurden (Statistik Austria, 2020a).

3.1.6 Erhebungen bei den Landesregierungen

Die **Wasserherkunft** für jede Gemeinde wurde durch Abschätzungen der zuständigen Beamten der Landesregierung bzw. alternativ durch eine Auswertung auf Basis der Konsensmengen und jeweils in Kombination mit Realdatenerhebungen bei den WVU durchgeführt. In Fällen der Auswertungen auf Basis der Konsensmengen wurden den Landesregierungen die vorbefüllten Listen zur Plausibilitätsprüfung und für Ergänzungen zur Verfügung gestellt und z.T. in individuellen Besprechungen überarbeitet.

Im Zuge der Länderbesprechungen wurden die Landesregierungen um eine Aktualisierung der **Wasserbuchauszüge** ersucht, da der bereits verfügbare Auszug der Geologischen Bundesanstalt (GBA) nur maximal entnehmbaren Sekundenliter als Angabe der Konsensmengen beinhaltete und keine Jahreskonsensmengen ausgewiesen waren. Die Aktualisierung der Wasserbuchauszüge erfolgte allerdings zum Teil erst mit großer Verzögerung, sodass für die unterstützenden Analysen der Wasserherkunft vorerst fast ausschließlich der GBA-Auszug zur Verfügung stand.

Die Landesregierungen wurden darüber hinaus um **Bevölkerungszahlen** auf Gemeindeebene sowie, wenn verfügbar, um Prognosen zu diesen Daten gebeten. Gegebenenfalls konnten diese Datenquellen mit den Bevölkerungsprognosen auf Grundlage der ÖROK Bezirksprognosen (ÖROK, 2019) abgeglichen werden. Zusätzliche Informationen bezüglich Bevölkerungsprognosen, Nächtigungen, weiteren Wohnsitzen („Nebenwohnsitze“) und Pendlerbewegungen wurden, wenn verfügbar, den Wasserversorgungskonzepten entnommen sowie durch weitere Recherchen auf den Websites der Landesregierungen bzw. der Tourismusabteilungen der Länder ergänzt und Informationen zu den oben genannten Daten aus vergangenen Jahren sowie Prognosen dazu gesammelt und abgeschätzt.

3.1.7 Zusammenfassung aller erhobenen Daten

Alle erhobenen Daten zu Wassermengenangaben (Entnahmen, Verlustangaben, zurückgeleitetes Wasser, Jahressystemeinspeisung, Wasserabgaben an verschiedene Verbrauchergruppen) und Bevölkerungszahlen sowie die daraus berechneten Kennzahlen wurden gemeinsam mit den verfügbaren Kontextinformationen (Gemeindenamen, Gemeindekennzahlen, Pendlerindex, klimatische Wasserbilanz etc.) in einer Liste – der sogenannten „Gemeindematrix“ – zusammengeführt. In dieser Liste sind auch die jeweiligen Datenquellen angegeben, um einzelne Werte zurückverfolgen zu können. Verwendet wurden die Gemeinden und deren Kennziffer aus dem Jahr 2018. Alle Daten wurden mit Hilfe der eindeutigen Gemeindekennziffer den einzelnen Gemeinden zugeordnet, um Verwechslungen

durch gleiche oder ähnliche Ortsnamen vorzubeugen. Zwischen 2000 und 2018 wurden in Österreich rund 400 Gemeinden zusammengelegt, sodass die verwendete Gemeindefliste 2098 Einträge hat. Wien wird hierbei als eine Gemeinde betrachtet und nicht in 23 Bezirke unterteilt. Für alle Gemeinden, bei denen Daten vor der Zusammenlegung vorhanden waren, wurden diese für die zusammengelegte Gemeinde aufsummiert.

Insgesamt standen Datensätze von rund 1040 verschiedenen Gemeinden in unterschiedlicher Datenqualität zur Verfügung. Von rund 540 Gemeinden waren plausible, aktuelle Datensätze (innerhalb 2014 – 2018) verfügbar die zur Modellentwicklung herangezogen wurden. Aus den übrigen Datensätzen wurden soweit wie möglich die Realdaten des Wasserverbrauchs als Ergänzung zum Modell verwendet (rund 70 Gemeinden) bzw. Plausibilitätsprüfungen durchgeführt. Für die Gemeinden mit sehr alten oder unplausiblen Datensätzen sowie für Gemeinden für die gar keine Daten erhoben werden konnte (insgesamt rund 1500 Gemeinden), wurden letztendlich die Modelldaten zur Abschätzung des Wasserbedarfs verwendet.

Alle verfügbaren Informationen und Auswertungen zur Wasserherkunft je Gemeinde wurden in einer weiteren Liste – der sogenannten „Wasserherkunft-Gemeindefliste“ – zusammengeführt. Die Wasserherkunft je Gemeinde besteht dabei gegebenenfalls aus einer gemeindeeigenen Versorgung, Einzelversorgungen oder Genossenschaftsversorgungen, Versorgungen von Wasserverbänden oder aus Fernversorgungssystemen. Die Zuordnung der Entnahmen zu den NGP-Grundwasserkörpern (bzw. entsprechend der im Projekt verwendeten kleinteiligeren Unterteilung der NGP-Grundwasserkörper) erfolgte unterteilt nach Gewinnungen aus Quellen und Brunnen aus oberflächennahen Grundwasserkörpern und Tiefengrundwasserkörpern.

3.2 Plausibilitätsprüfungen

3.2.1 Berechnung von Kennzahlen

Zur Durchführung der Plausibilitätsprüfungen wurden in erster Linie Pro-Kopf-Bedarfskennzahlen berechnet und mit typischen Werten verglichen.

Aus der gesamt verkauften (abgegebenen) Wassermenge an Endkundinnen und Endkunden (Direktversorgte) und der Anzahl der versorgten Einwohnerinnen und Einwohner mit Hauptwohnsitz wurde die Kennzahl **„Liter pro versorgten Einwohner mit Hauptwohnsitz**

und Tag inkl. allen sonstigen mitversorgten Verbrauchern (Industrie, Gewerbe, Landwirtschaft etc.) L/(HW*Tag)“ berechnet. Diese Kennzahl dient in weiterer Folge auch zur Verwendung im Wasserbedarfsmodell (Hochrechnungskennzahl). Typische Werte dieser Kennzahl liegen im Bereich von rund 130 (Q₂₅) bis 200 (Q₇₅) L/(HW*Tag) mit einer Bandbreite von rund 100 L/(HW*Tag) (reiner Haushaltswasserbedarf auf niedrigem Niveau) bis zu 300 oder 400 L/(HW*Tag) (Haushaltswasserbedarf inklusive hohen sonstigen mitversorgten Verbrauchern wie Industrie, Gewerbe, Landwirtschaft etc. bzw. hohen Nächtigungszahlen oder vielen Nebenwohnsitzen). In einigen Einzelfällen mit wasserintensiven mitversorgten sonstigen Verbrauchern kann diese Kennzahl auch noch wesentlich höher sein.

Aus der an Haushalte, öffentliche Gebäude und Dienstleistungsgewerbe verkauften (abgegebenen) Wassermenge und der Anzahl der versorgten Einwohnerinnen und Einwohner mit Hauptwohnsitz, Nebenwohnsitz und Nächtigungszahlen wurde die Kennzahl „Liter pro gesamt versorgten Einwohner und Tag“ berechnet. Nebenwohnsitze wurden dabei mit 50 %, Nächtigungen mit 1/365 eines Hauptwohnsitzes berücksichtigt. Dies entspricht der allgemein verwendeten Berechnung der Zahl der „versorgten Einwohner gesamt“ aus dem Benchmarking der österreichischen Wasserversorgung sowie der ÖVGW Branchenstatistik. Typische Werte dieser Kennzahl liegen im Bereich von rund 105 (Q₂₅) bis 140 (Q₇₅) Liter pro Einwohner und Tag.

Für Kennzahlenwerte, die außerhalb der typischen Bereiche lagen, wurden die Eingangsdaten einer generellen Überprüfung unterzogen. In vielen Fällen konnten anhand der verfügbaren Zeitreihe Datenfehler in den Rohdaten entdeckt und zum Teil auch korrigiert werden, wenn die Datenfehler offensichtlich waren (z.B. Kommafehler in den Wassermengen, falsche Zuordnung verschiedener Anteile von Wassermengen wie Gewinnung, Einspeisung und Abgabe etc.). Bei sehr hohen Werten wurden die Eingangsdaten der Wassermengen auf mögliche mitversorgte wasserintensive Industrie- oder Gewerbebetriebe hin untersucht.

3.2.2 Vergleich verschiedener Datenquellen

Im Falle von mehreren vorliegenden Datenquellen wurden die Kennzahlen bzw. die Eingangsdaten der Kennzahlenberechnung einem Vergleich unterzogen. In Fällen von Differenzen wurde individuell beurteilt, welche Datenquelle zur weiteren Verwendung herangezogen werden sollte. Im Allgemeinen wurde den vollständigeren Datenangaben der Vorzug gegeben. Z.B. Differenzierte Wassermengenangaben nach Gewinnung, Einspeisung und Abgabe wurden gegenüber einem Einzelwert bevorzugt (insbesondere wenn die Definition

nicht nachvollziehbar war), längere Zeitreihen wurden gegenüber einem Einzelwert bevorzugt, genaue Zahlenangaben gegenüber gerundeten Zahlen, differenzierte Zeitreihen gegenüber offensichtlich fortgeschriebenen (extrapolierten) Angaben.

3.2.3 Abstimmung in Länderbesprechungen

Nach Fertigstellung der ersten Versionen des Wasserbedarfsmodells wurden die aus den unterschiedlichen Datenquellen verfügbaren Kennzahlen aus Realdaten mit den modellierten Kennzahlen aller Gemeinden verglichen und besonders hohe Abweichungen (typischerweise Realkennzahlen über 130 % bzw. unter 80 % des Modellwertes) markiert und besprochen.

Bei Vorliegen von deutlich höheren Realkennzahlen gegenüber den Kennzahlen des Wasserbedarfsmodells wurde in den Besprechungen mit den Bundesländern (zweite Runde der Länderbesprechungen) empfohlen, jedenfalls den Realkennzahlen zu folgen, da in diesen Fällen Sondersituationen vorliegen könnten, die im Modell durch die Einflussfaktoren nicht ausreichend stark abgebildet werden konnten (z.B. wasserintensiver mitversorgter Betrieb in der Gemeinde). In diesen Fällen hätten die Modellkennzahlen den Wasserbedarf der Gemeinde unterschätzt.

Bei Vorliegen von deutlich niedrigeren Realkennzahlen gegenüber den Kennzahlen des Wasserbedarfsmodells und wenn die Realkennzahl in einem atypisch niedrigen Bereich (unter $100 \text{ L}/(\text{HW} \cdot \text{Tag})$) lag, wurde in den Besprechungen mit den Bundesländern (zweite Runde der Länderbesprechungen) empfohlen, eher den Modellkennzahlen gegenüber den Realkennzahlen zu folgen. Ursachen für besonders niedrige Realkennzahlen in einigen Gemeinden waren unvollständig erfasste Wassermengen (z.B. nur der Wasserbedarf der Gemeindewasserversorgung bekannt, Wassergenossenschaften nicht erhoben oder hoher Anteil von Einzelversorgungen) bei gleichzeitig vollständig erfassten Bevölkerungszahlen der Gemeinde. In diesen Fällen hätten die Realkennzahlen den Wasserbedarf der Gemeinde unterschätzt.

Im Allgemein wurde diesen Vorschlägen in den Länderbesprechungen zugestimmt. In einigen individuellen Fällen wurden begründet andere Kennzahlenwerte in das Ergebnis des Wasserbedarfsmodells übernommen.

Bei Vorliegen von plausiblen Realkennzahlen und geringen Abweichungen zu den Kennzahlen des Wasserbedarfsmodells einer Gemeinde wurden generell die Realkennzahlen in das Ergebnis des Wasserbedarfsmodells übernommen.

3.3 Wasserbedarfsmodell

3.3.1 Wasserbedarfsmodell der Gesamt-Kennzahl

Das Wasserbedarfsmodell wurde anhand einer multiplen linearen Regression aufgebaut. Mit einer Regression wird überprüft, ob ein linearer Zusammenhang zwischen Variablen besteht. Dabei wird zwischen der „erklärenden Variable“ X und der „Zielvariable“ Y unterschieden. Der Zusammenhang wird mit Hilfe der Gleichung

$$Y = \alpha + \beta_1 * X_1 + \beta_2 * X_2 + \dots + \beta_i * X_i$$

untersucht, wobei ausschließlich lineare Beziehungen überprüft werden (Bender et al., 2002). Der Wert α gibt den Achsenabschnitt an, β_i sind die Regressionskoeffizienten, welche den Einfluss der einzelnen erklärenden Variablen auf die Zielvariable anzeigen. Im Falle des Wasserbedarfsmodells ist die Zielvariable der Pro-Kopf-Wasserbedarf je Gemeinde unter Miteinbezug von mitversorgten sonstigen Verbrauchern wie Dienstleistungsgewerbe, Industrie, produzierendes Gewerbe und Landwirtschaft. Als erklärende Variablen wurden folgende Einflussfaktoren untersucht:

- Potentielle Evapotranspiration (ETp)
- Klimatische Wasserbilanz (N-ETp)
- Nächtigungszahlen je Hauptwohnsitz
- Nebenwohnsitze je Hauptwohnsitz
- Großvieheinheiten (GVE)
- Bewässerungsgebiete
- Pendlerindex (berechnet aus $\frac{\text{Einpendler} - \text{Auspendler}}{\text{Bevölkerungszahl}}$)
- Einfluss der einzelnen Bundesländer
- Bevölkerungszahl (absolut)

In das endgültige Modell sind die Variablen Pendlerindex, Potentielle Evapotranspiration, Nächtigungen je Hauptwohnsitz und Nebenwohnsitze je Hauptwohnsitz eingeflossen. Die

übrigen untersuchten Variablen wurden ausgeschlossen, da sie keinen statistisch signifikanten Einfluss auf die Wassernutzung hatten.

Der Vergleich mit der Hochrechnung für den Wasserversorgungsplan Steiermark zeigt eine ähnliche Herangehensweise für die Prognose des Pro-Kopf-Bedarfs (Schippeck, 1999). Auch hier wurde eine multiple lineare Regression für die Hochrechnung auf Gemeindeebene verwendet. Allerdings wurden im steirischen Modell z.T. andere Einflussfaktoren berücksichtigt und es wurde im ersten Schritt eine Clusteranalyse durchgeführt, mit der die steirischen Gemeinden in mehrere Kategorien unterteilt wurden. Eine Clusteranalyse auf Bundesebene hat hingegen keine zielführenden Ergebnisse geliefert. Auf eine Kategorisierung der österreichischen Gemeinden wurde im gegenständlichen Wasserbedarfsmodell daher verzichtet.

Eine Prämisse für alle verwendeten Variablen war, dass die Daten allgemein verfügbar sind und regelmäßig erneuert werden (z.B. Daten, die über die Statistik Austria oder die ZAMG bereitgestellt werden).

Zur Berechnung des Ist-Standes wurde für alle Variablen der mittlere Wert aus den Jahren 2014-2018 verwendet. Aus den verfügbaren Datenquellen konnte für diesen Zeitraum für insgesamt 629 Gemeinden eine Kennzahl zur Pro-Kopf-Wassernutzung berechnet werden. Alle Kennzahlen wurden auf Plausibilität geprüft, bevor sie als Stichprobendaten für die multiple lineare Regression herangezogen wurden. Um Extremwerte innerhalb der Stichproben zu ermitteln wurde der Quartilsabstand $Q_{75}-Q_{25}$ herangezogen. Alle Werte, die weiter außerhalb als das 1,5fache des Quartilsabstandes liegen, wurden als Extremwerte angesehen und es wurde gesondert durch begründete Expertenbeurteilung bewertet, ob diese für die Modellbildung geeignet waren und verwendet werden sollten oder als atypische Werte nicht in die Modellbildung miteinbezogen werden sollten. Für den Modellaufbau standen letztendlich 540 Gemeinden mit Realdatensätzen zur Verfügung.

Mit den für das Wasserbedarfsmodell berechneten Regressionskoeffizienten β_i kann für jede Gemeinde ein gesamter Pro-Kopf-Bedarf ermittelt werden. Diese Gesamt-Kennzahl versteht sich als Wasserbedarf pro Hauptwohnsitz in einer Gemeinde und inkludiert die privaten Haushalte und alle sonstigen mitversorgten Verbraucher wie Dienstleistungsgewerbe, öffentliche Einrichtungen, Industrie, produzierendes Gewerbe und Landwirtschaft sofern diese ihr Wasser aus der öffentlichen Wasserversorgung beziehen. Die Modellgüte wurde mit Hilfe von Daten überprüft, die älter sind als 2014. Bei besonders hohen Abwei-

chungen von Modell-Kennzahlen des Ist-Standes zu den Realdaten erfolgte eine Ausweitung der Gemeinden zur individuellen Überprüfung und Rückmeldung durch die Landesbeamten der jeweiligen Bundesländer. Die Gesamt-Kennzahl des Wasserbedarfs pro Hauptwohnsitz in einer Gemeinde ist auf Basis der für den Modellaufbau verwendeten großen Stichprobe (540 Gemeinden) und den individuellen Überprüfungen gut abgesichert, zumal immer wenn plausible Realdaten einer Gemeinde erhoben werden konnten, diese für den endgültigen Kennzahlenwert verwendet wurden und Modelldaten nur für Gemeinden ohne jegliche Datenverfügbarkeit herangezogen wurden.

3.3.2 Vierteilige Aufteilung des Wasserbedarfs

Zur Erfüllung der Informationserfordernisse des NGP ist eine prozentuale Aufteilung des Wasserbedarfs in vier Kategorien – (1) private Haushalte, (2) Dienstleistungsgewerbe, (3) Industrie und produzierendes Gewerbe und (4) Landwirtschaft – erforderlich. Diese Information liegt jedoch bei den Wasserversorgungsunternehmen üblicherweise nicht vor. Um dennoch eine Abschätzung der Aufteilung in die vier Kategorien vornehmen zu können, wurde diese Differenzierung in die Zusatzerhebung bei ausgewählten WVU integriert. Durch diese Differenzierung und mit Hilfe weiterer Literaturwerte (Neunteufel et al., 2012) ließ sich eine Aufteilung des Wasserbedarfs abschätzen. Diese Abschätzung basiert jedoch nur auf einer viel kleineren Stichprobe als das Wasserbedarfsmodell der Gesamt-Kennzahl und ist daher mit größeren Unsicherheiten behaftet.

Insgesamt 9 WVU konnten durch eine interne Sonderauswertung ihrer Kundinnen und Kunden die vierteilige Aufteilung des Wasserbedarfs angeben. Für eine weitaus größere Anzahl von Gemeinden (153) war die in der ÖVGW Branchenstatistik übliche Aufteilung des Wasserbedarfs in zwei Kategorien – (A) private Haushalte, öffentliche Einrichtungen und Dienstleistungsgewerbe (entspricht der Summe der vierteiligen Kategorien (1) und (2)) und (B) Industrie, produzierendes Gewerbe und Landwirtschaft (entspricht der Summe der vierteiligen Kategorien (3) und (4)) – verfügbar. Da die 9 Stichproben nicht ausreichend für den Aufbau eines linearen Regressionsmodells waren, wurde zunächst ein Modell erstellt, welches den Wasserbedarf für alle Gemeinden in die zwei Kategorien der ÖVGW Branchenstatistik aufteilt. Anschließend wurde ein synthetisches Modell für den Haushalts-Wasserbedarf (Kategorie (1)) erstellt. Der Pro-Kopf-Bedarf wurde dazu mit den Daten der österreichischen Endverbraucher-Studie (Neunteufel et al., 2012) und statistischen Angaben zu den Wohngebäuden der jeweiligen Gemeinde abgeschätzt. Die Kategorie „eine und zwei Wohneinheiten“ je Gebäude wurde dabei stellvertretend für Wohnformen mit privaten Gärten herangezogen, bei mehr als zwei Wohneinheiten je Gebäude wurde von einer

Wohnform ohne private Gärten ausgegangen. Der Pro-Kopf-Bedarf für das mitversorgte Dienstleistungsgewerbe inkl. öffentlicher Einrichtungen, wurde aus der Differenzbildung des Modellwertes der Kategorie (B) und dem synthetisch berechneten Wert des Haushaltsverbrauchs (Kategorie (1)) berechnet. Für den landwirtschaftlichen Anteil (Kategorie (4)) wurde ein Pro-Kopf-Bedarf bis maximal $5 \text{ L}/(\text{HW} \cdot \text{Tag})$ angenommen, wenn dies entsprechend dem verbleibenden Anteil der Kategorie (B) an der Gesamt-Kennzahl nach Abzug der Kategorie (A) plausibel erschien. Der verbliebene Anteil des gesamten Pro-Kopf-Verbrauchs wurde der Kategorie (3) Industrie und produzierendes Gewerbe zugeschrieben.

3.3.3 Korrekturwerte

Die Regression, welche für das Wasserbedarfsmodell der Gesamt-Kennzahl im Ist-Stand ermittelt wurde, bildet die Basis sowohl für die Modelle der Zukunftsszenarien 2050 sowie auch für die Extremjahresbetrachtung. Da die Modellwerte naturgemäß von den Realwerten zum Teil abweichen, wurden Korrekturwerte ermittelt, um eine Überschätzung bzw. Unterschätzung bei der Anwendung des Modells zu vermeiden, wenn das Modell zum Schließen von Datenlücken in der Zeitreihe oder für zukünftige Abschätzungen eingesetzt wird. Diese Korrekturwerte entsprechen der Differenz aus Modellwert zu Realwert der Stichprobendatensätze. Diese Differenz kann einerseits durch mitversorgte Industrie hervorgerufen werden, die das Bedarfsmodell in solcher Höhe nicht abbildet. Andererseits kann es Unterschiede in den Pro-Kopf-Kennzahlen des Haushaltsbedarfs zwischen den Modell- und Realdaten geben, die aus unbekanntem Einflussfaktoren resultieren. Die Berechnung des Korrekturwertes erfolgt daher aus zwei Anteilen: Zunächst wird die Pro-Kopf-Kennzahl der Haushalte und des Dienstleistungsgewerbes korrigiert. Da der Bedarf von Haushalten und Dienstleistungsgewerbe sich in Abhängigkeit der Einwohnerzahlen widerspiegelt, ist die Anpassung des Pro-Kopf-Bedarfs notwendig. Hierfür wird die Einteilung des gesamten Bedarfs in vier Kategorien – (1) Haushalte, (2) Dienstleistungsgewerbe, (3) Industrie und produzierendes Gewerbe, (4) Landwirtschaft – zu Hilfe gezogen. Danach wird die Differenz zwischen Realwert und Modellwert des Pro-Kopf-Wasserbedarfs gebildet und aliquot auf die vier Kategorien aufgeteilt. Der Anteil der Haushalte (1) und des Dienstleistungssektors (2) wird direkt zu der Pro-Kopf-Kennzahl aufaddiert. Dieser Anteil der Korrektur berücksichtigt somit weiterhin die Abhängigkeit von den Bevölkerungszahlen. Zur Korrektur des Bedarfs von Industrie, produzierendem Gewerbe und Landwirtschaft wird die Differenz aus Real- und Modellwert wieder aliquot auf die Kategorien aufgeteilt, wobei der Korrekturwert für die Kategorien (3) Industrie und produzierendes Gewerbe und (4) Landwirtschaft in diesem Fall nicht als Pro-Kopf-Kennzahl, sondern als Absolutzahl in m^3/a angege-

ben wird. Es wird dadurch die Annahme berücksichtigt, dass der Wasserbedarf von Industrie und produzierendem Gewerbe unabhängig von steigenden oder sinkenden Bevölkerungszahlen innerhalb der Standortgemeinde ist.

Für Gemeinden, für die einzelne Realdaten verfügbar sind, werden die Korrekturwerte den Modellwerten zuaddiert und dienen so der Vervollständigung von Lücken in Jahresreihen für die Maximaljahresbetrachtung. Die Korrekturwerte werden ebenso bei der Erstellung der Zukunftsszenarien verwendet, um bekannte Sondersituationen weiterhin zu berücksichtigen.

3.3.4 Spitzenbedarfsmodell

Des Weiteren wurde ein Regressionsmodell zur Ermittlung des Spitzenbedarfs je Gemeinde erstellt. Als Zielvariable wurde der Tagesspitzenfaktor gewählt. Dieser ist der Quotient aus der Systemeinspeisung am Spitzentag eines Jahres und der mittleren Systemeinspeisung. Für dieses Spitzentags-Modell lagen insgesamt 295 Stichprobendaten vor. Als Einflussfaktoren wurden die Variablen Pendlerindex, potentieller Evapotranspiration (ETp), Nächtigungen je Hauptwohnsitz und Nebenwohnsitze je Hauptwohnsitz untersucht. In das Modell des Spitzentagsverbrauchs sind letztendlich nur die Variablen Pendlerindex und Nächtigungen je Hauptwohnsitz eingeflossen, da die anderen Variablen entweder keinen nachvollziehbaren oder keinen statistisch signifikanten Einfluss auf den Spitzenfaktor hatten.

3.3.5 Extremjahresmodell

Das Extremjahresmodell ist methodisch gleich zum mittleren Modell des Ist-Stands aufgebaut, wobei für die erklärenden Variablen nicht die Mittelwerte der Jahre 2014-2018 verwendet wurden, sondern die Werte der einzelnen Jahre, wodurch für jedes Jahr von 2014-2018 ein Verbrauchswert je Gemeinde berechnet werden konnte. Beim Extremjahresmodell wurde für jede Gemeinde das Jahr zwischen 2014-2018 mit dem höchsten Verbrauch bestimmt. Es wird somit für das Modell eine Kombination aus unterschiedlichen Jahren betrachtet. Insgesamt 192 Gemeinden haben durchgängig für die Jahre 2014-2018 Verbrauchsdaten geliefert. Bei 1479 Gemeinden waren keine Realdaten vorhanden, bei 427 Gemeinden gab es teilweise Realdaten deren Lücken mit Modelldaten und Korrekturwerten geschlossen wurden.

3.3.6 Zukunftsszenarien

Die Modelle für die Zukunftsszenarien wurden analog zum Modell des Ist-Stands aufgebaut. Als erklärende Variablen wurden die Szenarien von potentieller Evapotranspiration (ET_p) sowie die extrapolierten Werte von Nächtingungen je Hauptwohnsitz, Nebenwohnsitze je Hauptwohnsitz und Pendlerindex verwendet. Für die Klimaszenarien RCP 4,5 mittel, RCP 8,5 mittel und RCP 8,5 trocken bleiben die extrapolierten Variablen Nächtingungen je Hauptwohnsitz, Nebenwohnsitze je Hauptwohnsitz und Pendlerindex gleich. Lediglich die potentielle Evaporation variiert zwischen den Szenarien. Auf die in den Szenarien getroffenen Annahmen wird im folgernden Kapitel (3.4) näher eingegangen. Wie schon bei der Extremjahresbetrachtung wurden auch bei den Szenarien für Gemeinden mit Realdaten die Korrekturwerte angesetzt.

Um Einsparungen durch Effizienzsteigerungen z.B. von Haushaltsgeräten zu berücksichtigen wurde eine bestehende Literaturrecherche aus der österreichischen Endverbraucher-Studie (Neunteufel et al., 2012) zur Entwicklung des Verbrauchs von Haushaltsgeräten um aktuelle Datensätze ergänzt. Die Betrachtungen wurden stellvertretend auf die Verbrauchsentwicklung von Waschmaschinen beschränkt, da dies einen großen Anteil des Haushaltswasserbedarfs repräsentiert und bei anderen großen Anteilen keine oder kaum Veränderung erwartet werden (Waschmaschinentest, 2020). In Summe wurde die Reduktion des Gesamtbedarfs in Haushalten durch Effizienzsteigerungen der Größenordnung von 2 % geschätzt und in den Modellen für die Zukunftsszenarien berücksichtigt.

3.4 Einflussfaktoren auf den Wasserbedarf und Entwicklungsszenarien

Die Bevölkerungsentwicklung hat nachvollziehbarer Weise einen direkten Einfluss auf den gesamten Wasserbedarf der Wasserversorgung. Darüber hinaus wirken sozioökonomische Faktoren und das Klima beeinflussend auf den spezifischen Wasserbedarf (Pro-Kopf-Bedarf).

Bei den sozioökonomischen Faktoren geht es zum einen um die Lebensweise in den privaten Haushalten (z.B. Wohnformen mit und ohne private Gärten) und zum anderen um die mitversorgten sonstigen Verbraucher wie öffentliche Einrichtungen, Gewerbebetriebe und gegebenenfalls auch Industrie und Landwirtschaft, die Wasser aus einer öffentlichen Versorgung beziehen. Für den Einfluss der individuellen Lebensweise der Menschen auf den

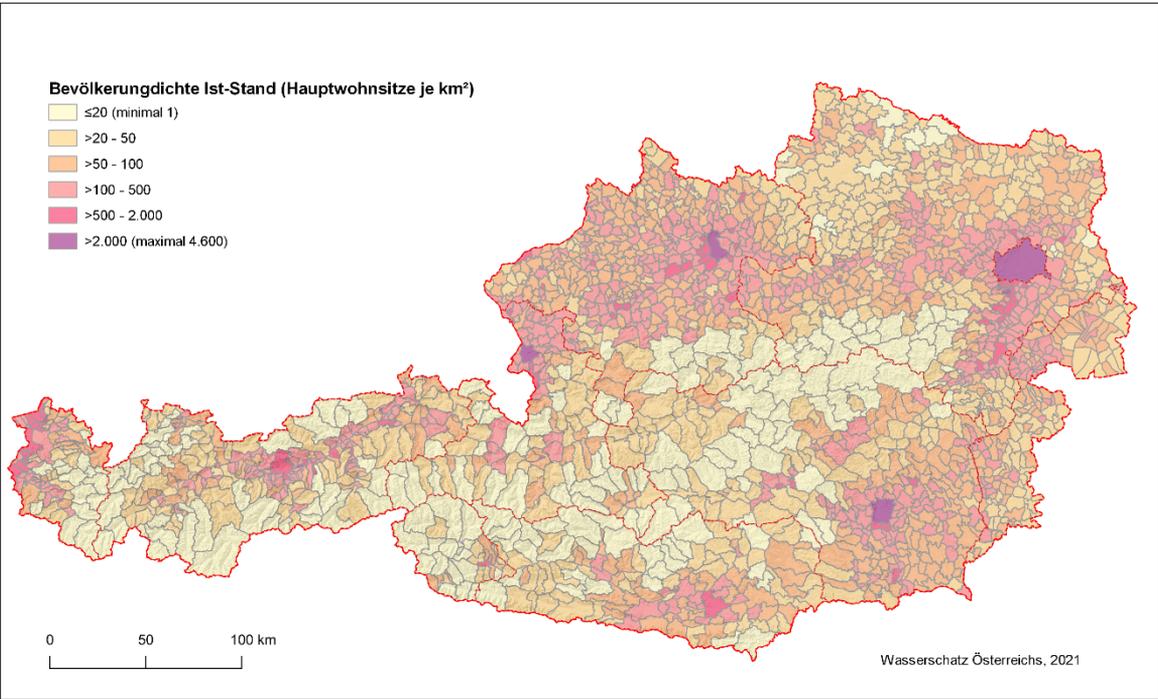
Wasserbedarf in den privaten Haushalten gibt es zwar hinlänglich bekannte Zusammenhänge aber keine allgemein verfügbaren statistischen Daten, die eine repräsentative Lebensweise aller Menschen einer Region (z.B. Gemeinde) abbildet. Somit können diese Aspekte der sozioökonomischen Faktoren nicht in den österreichweiten modellhaften Ansatz des Wasserbedarfs integriert werden und es müssen Durchschnittswerte angenommen werden. Für die mitversorgten sonstigen Verbraucher kann ein näherungsweiser Zusammenhang über die über die Pendlerbewegungen ausgedrückt werden, der Tourismus wird über die Anzahl der Nächtigungen abgebildet und zudem kann die Anzahl der Nebenwohnsitze als bedarfsrelevanter Faktor eingebunden werden.

Der Klimaeinfluss wird über die potentielle Evapotranspiration abgebildet, die wiederum zu wesentlichen Teilen von der Temperatur abhängt.

3.4.1 Bevölkerung

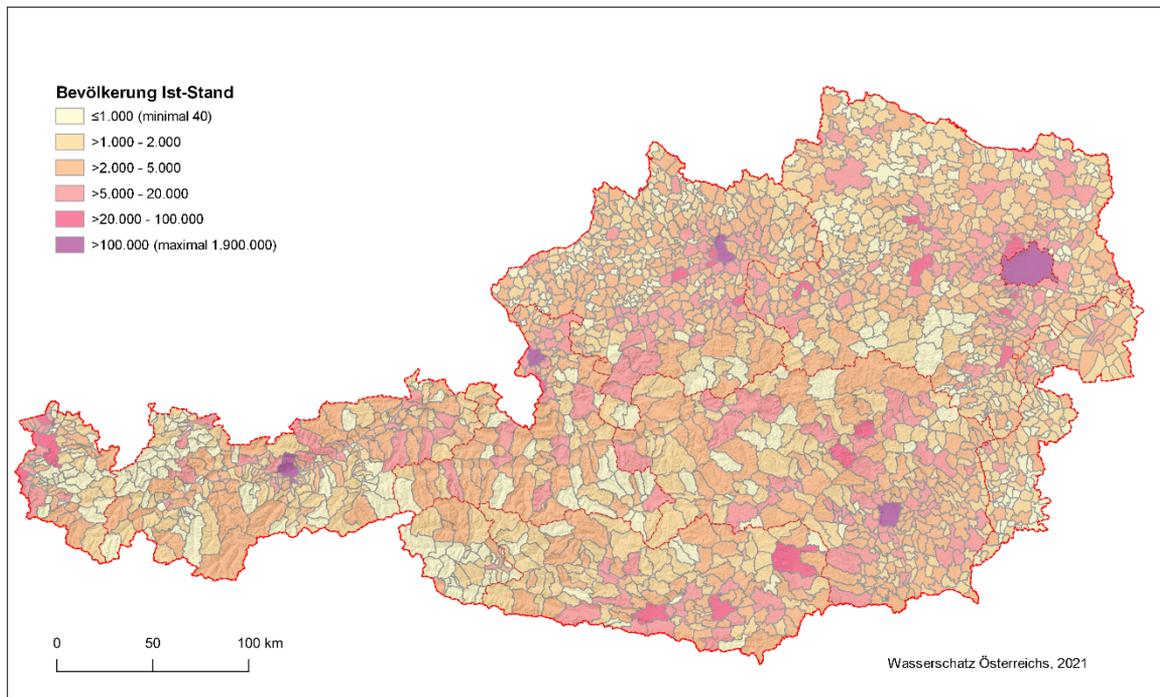
Die Bevölkerungszahl entspricht jeweils den gemeldeten Hauptwohnsitzen einer Gemeinde. Der Ist-Stand der Bevölkerungsdichte ist in Abbildung 3 dargestellt, die Absolutzahl der Bevölkerung in Abbildung 4. Die Zahlen entsprechen dem Mittelwert der Jahre 2014-2018 der Hauptwohnsitze jeder Gemeinde (Stichtag 1.1. des Folgejahres).

Abbildung 3: Ist-Stand (Mittelwert 2014-2018) der Bevölkerungsdichte (Hauptwohnsitze je km²) auf Gemeindeebene (Stichtag: 1.1. des jeweiligen Folgejahres)



Quelle: Statistik Austria, 2019b; BEV, 2020; basemap.at, 2020; BOKU

Abbildung 4: Ist-Stand (Mittelwert 2014-2018) der Bevölkerung (Anzahl der Hauptwohnsitze) auf Gemeindeebene (Stichtag: 1.1. des jeweiligen Folgejahres)



Quelle: Statistik Austria, 2019b; BEV, 2020; basemap.at, 2020; BOKU

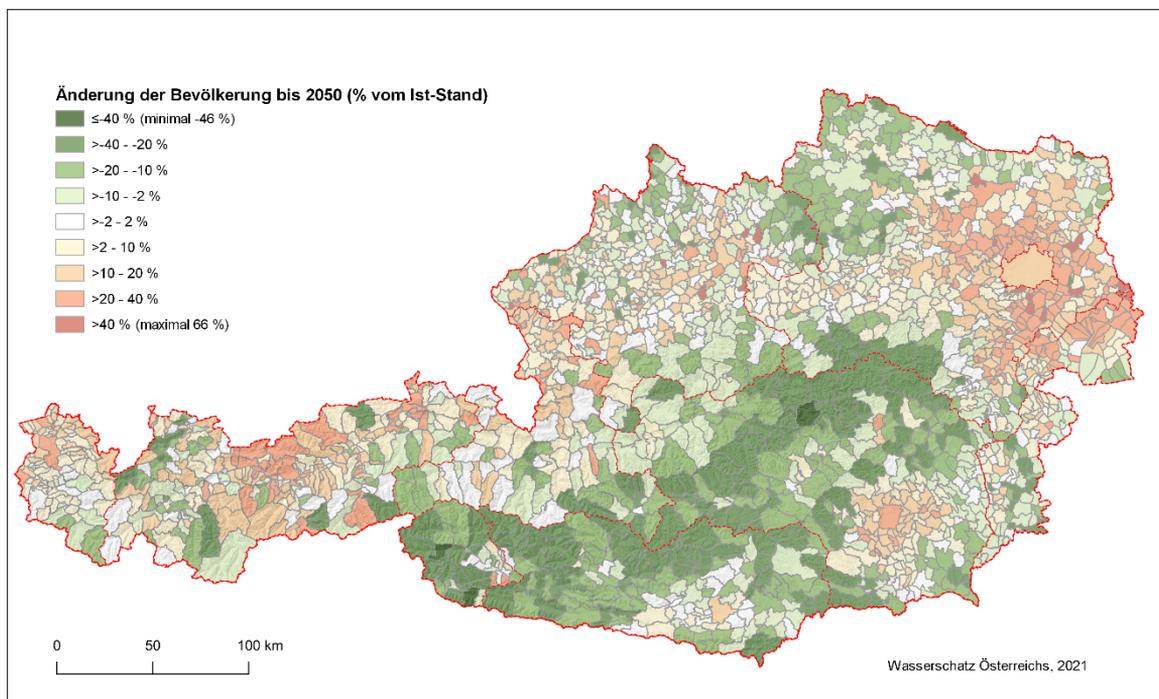
Für die Bevölkerungsprognose bis 2050 wurden für Salzburg (Amt der Salzburger Landesregierung, 2019), Tirol (Amt der Tiroler Landesregierung, 2018) und Wien (Magistrat der Stadt Wien, 2020) eigens Daten zur Verfügung gestellt. Für die restlichen Bundesländer wurden Prognosen aus der kleinräumigen ÖROK-Prognose 2018 auf Bezirksebene (ÖROK, 2019), den tatsächlichen Bevölkerungszahlen auf Gemeindeebene der vergangenen Jahre laut Statistik Austria (2019b) und anderen, bereits verfügbaren Bevölkerungsprognosen auf Gemeindeebene (Amt der Vorarlberger Landesregierung Abteilung VIId – Wasserwirtschaft, 2000; Amt der Vorarlberger Landesregierung, 2019; Abt. Statistik des Landes OÖ., 2020; Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, 2019, Amt der Kärntner Landesregierung, 2019, Amt der Steiermärkischen Landesregierung, 2019) erstellt. Um innerhalb der Bezirke unterschiedliche Entwicklungen je Gemeinde zu berücksichtigen, wurden die zur Verfügung stehenden Prognosen und Trends der Vergangenheit je Gemeinde untersucht, auf das Jahr 2050 extrapoliert und dann bezirkweise auf die ÖROK-Prognose 2018 (ÖROK, 2019) angepasst. Innerhalb der Bezirke ergeben sich aus den Extrapolationen unterschiedliche Trends je Gemeinde.

Bei bezirkweisen ÖROK-Prognosen, die größer als die Summe der Gemeindetrends sind, wurden positive Differenzen beibehalten und negative Differenzen anteilig reduziert, damit

das Ergebnis insgesamt der ÖROK-Prognose 2018 (ÖROK, 2019) entspricht. Bei ÖROK-Prognosen, die unter der Summe der Gemeindetrends liegen, wurden negative Differenzen beibehalten und positive Differenzen anteilig reduziert. Somit wurden die auf die Gemeinden umgelegte ÖROK-Prognose 2018 (ÖROK, 2019) und die Gemeindetrends soweit möglich als maximale Grenzen der Prognose je Gemeinde angesetzt.

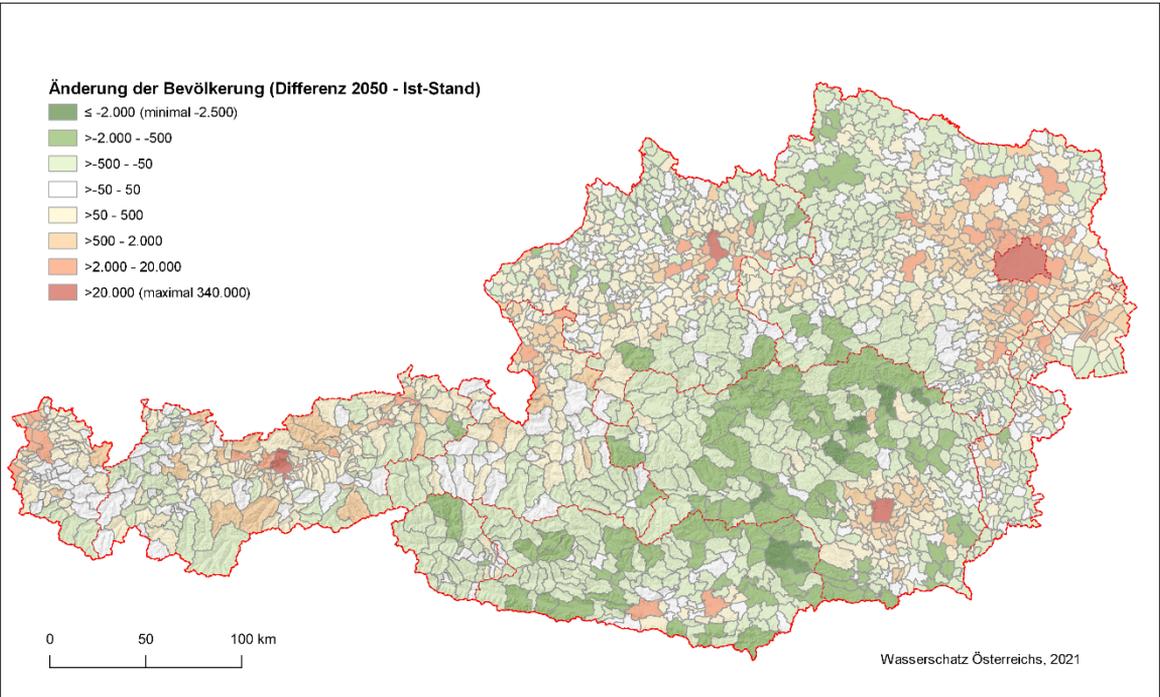
In Abbildung 5, Abbildung 6 und Abbildung 7 sind die Veränderungen der Bevölkerung bzw. der Bevölkerungsdichte bis 2050 entsprechend der hier verwendeten Prognose dargestellt. Die dargestellten Änderungen der Bevölkerung bis 2050 auf Gemeindeebene in % des Ist-Standes entsprechen gleichzeitig der Änderung der Bevölkerungsdichte bis 2050 in % des Ist-Standes.

Abbildung 5: Änderung der Bevölkerung bis 2050 auf Gemeindeebene in Prozent des Ist-Standes (Mittelwert 2014-2018)



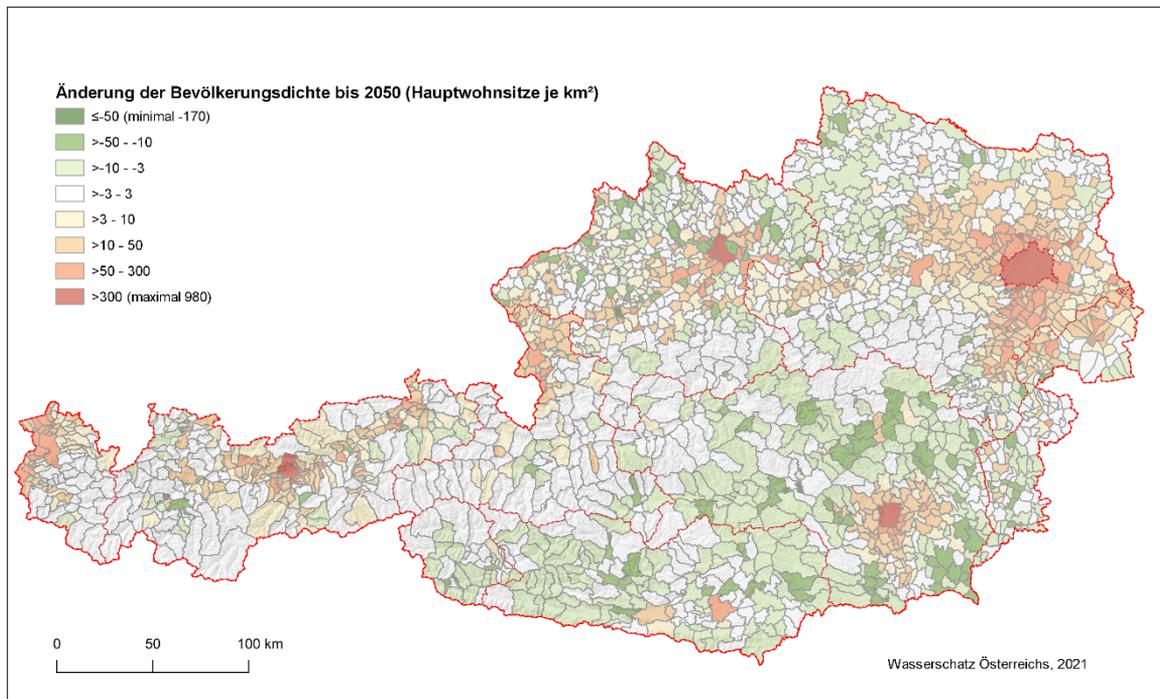
Quelle: Statistik Austria, 2019b; ÖROK 2019; Ämter der Landesregierungen, 2019, 2020; basemap.at, 2020; BOKU

Abbildung 6: Änderung der Bevölkerung bis 2050 auf Gemeindeebene (Differenz 2050 - Ist-Stand)



Quelle: Statistik Austria, 2019b; ÖROK 2019; Ämter der Landesregierungen, 2019, 2020; basemap.at, 2020; BOKU

Abbildung 7: Änderung der Bevölkerungsdichte bis 2050 auf Gemeindeebene (Differenz 2050 - Ist-Stand) in Hauptwohnsitze je km²



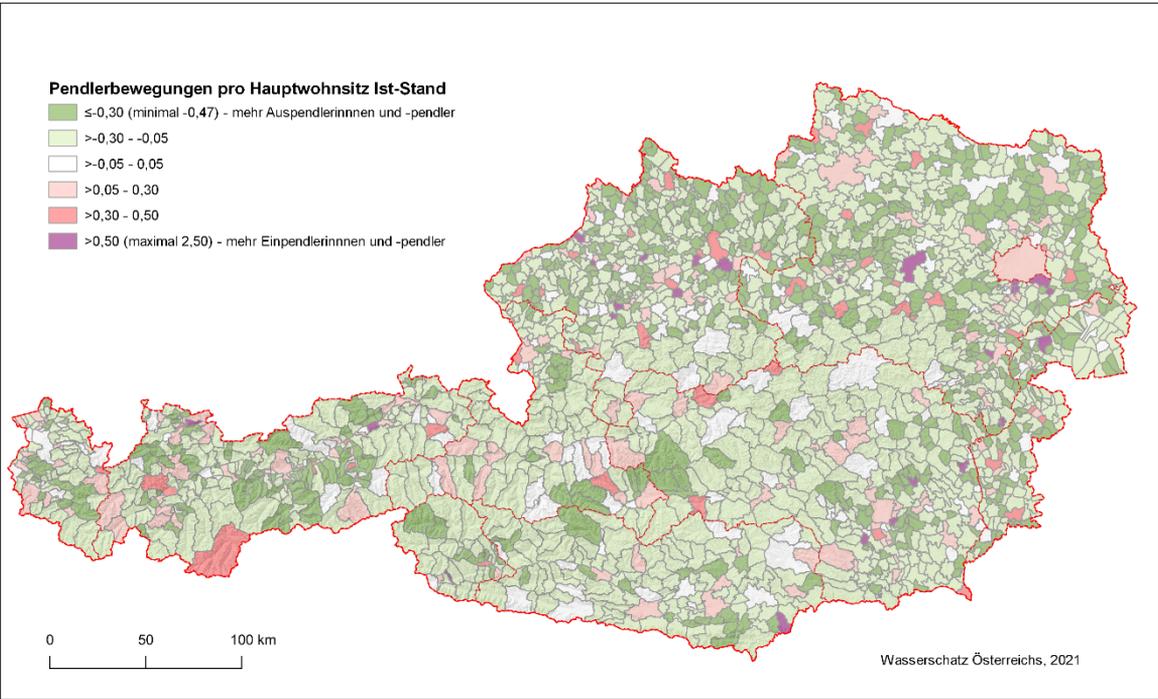
Quelle: Statistik Austria, 2019b; ÖROK 2019; Ämter der Landesregierungen, 2019, 2020; basemap.at, 2020; BOKU

3.4.2 Pendlerbewegungen

Für den Einfluss der mitversorgten sonstigen Verbraucher wie öffentliche Einrichtungen, Gewerbebetriebe, Industrie und Landwirtschaft, die Wasser aus einer öffentlichen Versorgung beziehen, lässt sich über den Umweg der Pendlerbewegungen ein nahvollziehbarer Zusammenhang herstellen. Der sogenannte Pendlersaldo (errechnet aus Einpendlern und Einpendlerinnen und Auspendlern und Auspendlerinnen je Gemeinde) ist eine allgemein verfügbare statistische Information, die als Einflussfaktor im modellhaften Ansatz des Wasserbedarfs verwendet werden kann. Dadurch werden Rückschlüsse auf einzelne Gemeinden möglich, über deren Wasserbedarf sonst keine Informationen vorliegen.

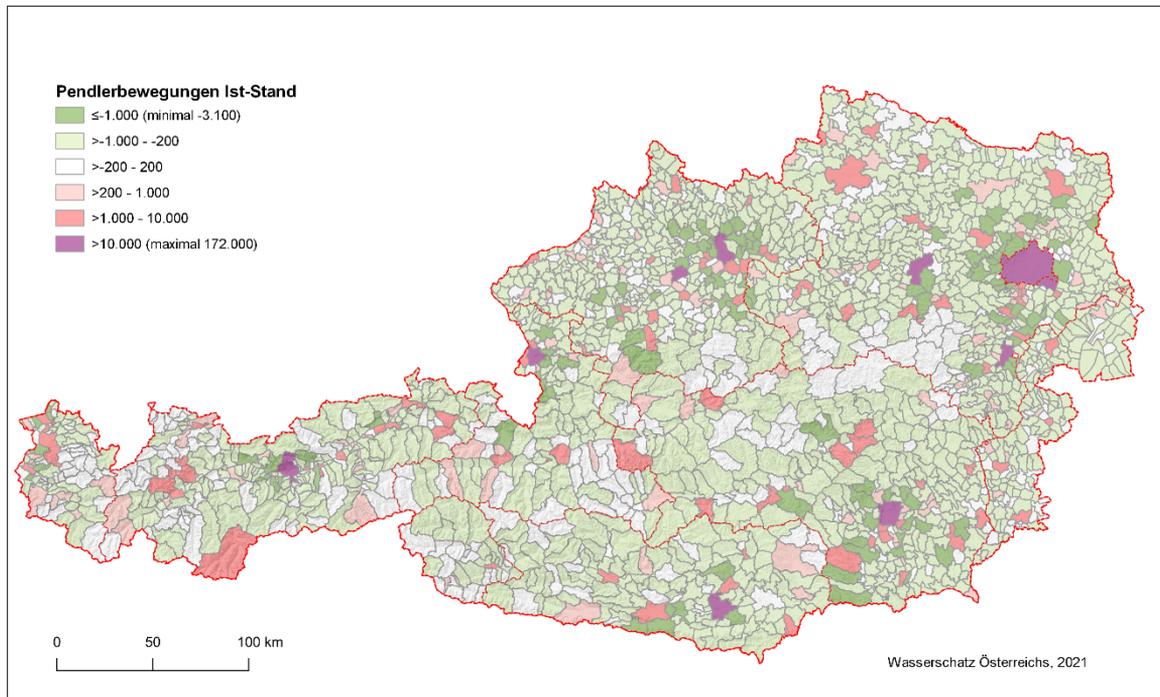
Die Daten zu den Pendlerbewegungen (Differenz Einpendlerinnen und Einpendler – Auspendlerinnen und Auspendler) je Gemeinde wurden von der Statistik Austria für die Jahre 2011-2018 bezogen (Statistik Austria, 2020b). Diese basieren auf Daten der abgestimmten Erwerbsstatistik mit dem Stichtag 31.10. des jeweiligen Jahres. Abbildung 8 und Abbildung 9 zeigen den Ist-Stand (Mittelwert 2014-2018) der Pendlerbewegungen je Gemeinde.

Abbildung 8: Pendlerbewegungen je Hauptwohnsitz Ist-Stand (Mittelwert 2014-2018, Stichtag 31.10.)



Quelle: Statistik Austria, 2020a, 2020b; Abgestimmte Erwerbsstatistik 2014-2018; BEV, 2020; basemap.at, 2020; BOKU

Abbildung 9: Pendlerbewegungen Ist-Stand (Mittelwert 2014-2018, Stichtag 31.10.)

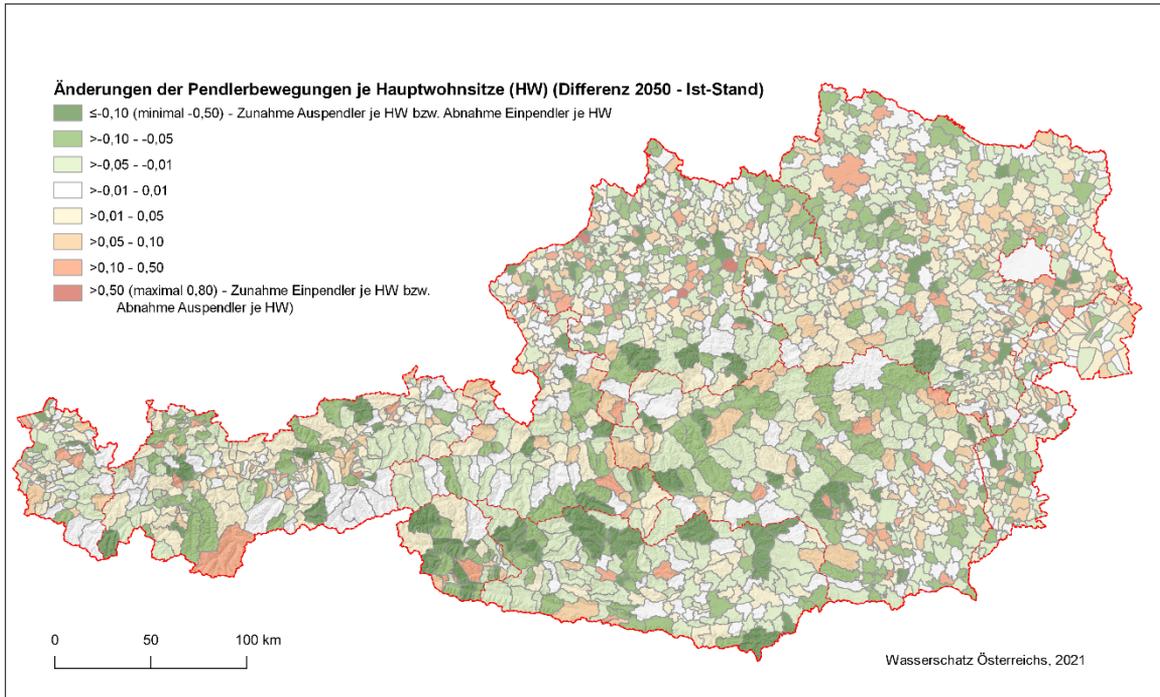


Quelle: Statistik Austria, 2020b; Abgestimmte Erwerbsstatistik 2014-2018; BEV, 2020; basemap.at, 2020; BOKU

Zur Erstellung der Prognosen bis 2050 wurden, ähnlich der Vorgangsweise bei den anderen Einflussfaktoren, aus den vorhandenen Daten der Anzahl der Einpendlerinnen und Einpendler und Auspendlerinnen und Auspendler je Gemeinde zunächst ein logarithmischer Trend ($y = a \cdot \ln(x) + b$) der Einpendlerinnen und Einpendler und Auspendlerinnen und Auspendler je Gemeinde bis 2050 berechnet. Die Prognosewerte aus diesen Trends wurden mittels verschiedener Kriterien auf Auffälligkeiten (Ausreißer) überprüft. Die Verläufe auffälliger Trends wurden grafisch dargestellt, visuell mit dem linearen Trend verglichen und die Prognosen individuell, im Allgemeinen innerhalb der Grenzen zwischen linearem Trend und logarithmischem Trend, festgelegt. Mit den Daten der Einpendlerinnen und Einpendler und Auspendlerinnen und Auspendler wurden die Pendlerbewegungen (Differenz der Einpendlerinnen und Einpendler und Auspendlerinnen und Auspendler je Hauptwohnsitz) berechnet. Abschließend wurden die Abschätzungen in eine Österreichkarte überführt und nochmals auf allfällige Ausreißer kontrolliert und die Prognosewerte gegebenenfalls erneut überprüft und korrigiert. Die abgeschätzten Änderungen der Pendlerbewegungen je Gemeinde sind in Abbildung 10 und Abbildung 11 dargestellt. Ein negativer Wert entspricht dabei einer Zunahme der Auspendlerinnen und Auspendler oder einer Abnahme der Einpendlerinnen und Einpendler je Hauptwohnsitz. Ein positiver Wert entspricht einer

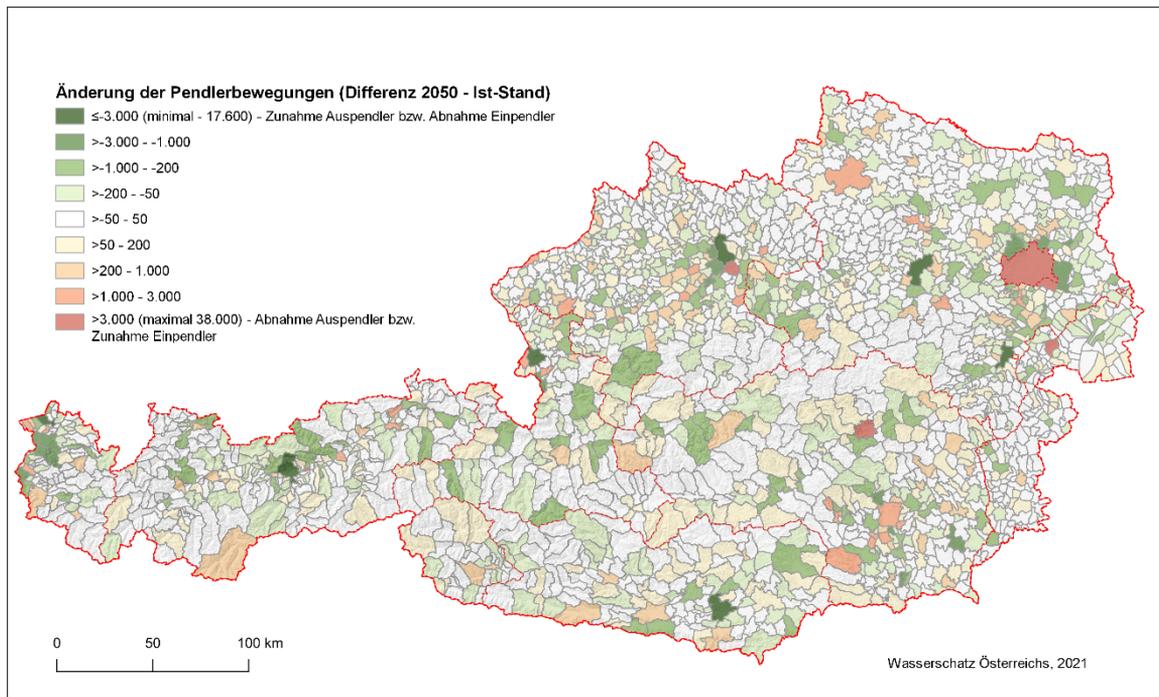
Abnahme der Auspendlerinnen und Auspendler oder einer Zunahme der Einpendlerinnen und Einpendler je Hauptwohnsitz.

Abbildung 10: Änderung der Pendlerbewegungen pro Hauptwohnsitz (Differenz 2050 – Ist-Stand) (Mittelwert der Jahre 2014-2018))



Quelle: Statistik Austria, 2020a, 2020b; Abgestimmte Erwerbsstatistik 2014-2018; BEV, 2020; basemap.at, 2020; eigene Extrapolation; BOKU

Abbildung 11: Änderung der Pendlerbewegungen (Differenz 2050 – Ist-Stand) (Mittelwert der Jahre 2014-2018)).



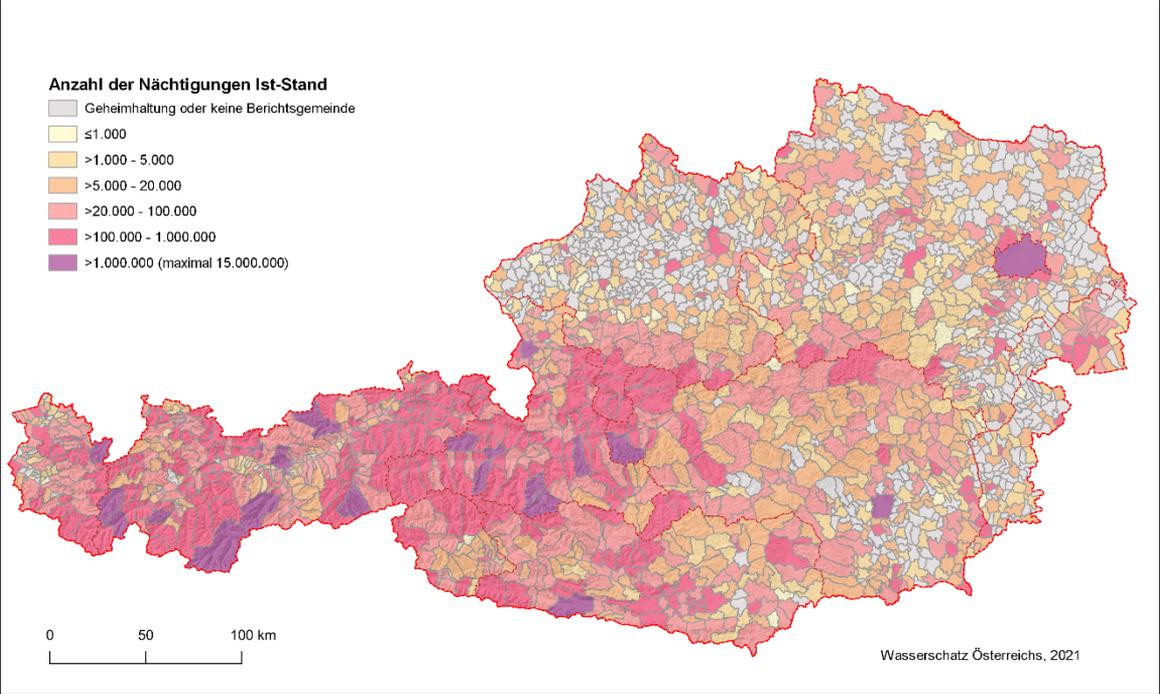
Quelle: Statistik Austria, 2020b; Abgestimmte Erwerbsstatistik 2014-2018; BEV, 2020; basemap.at, 2020; eigene Extrapolation; BOKU

3.4.3 Nächtigungen

Neben den Pendlerbewegungen wird den Nächtigungen als Teil der sozioökonomischen Faktoren besonderes Augenmerk geschenkt, da sich die Nächtigungen direkt auf den Wasserverbrauch auswirken.

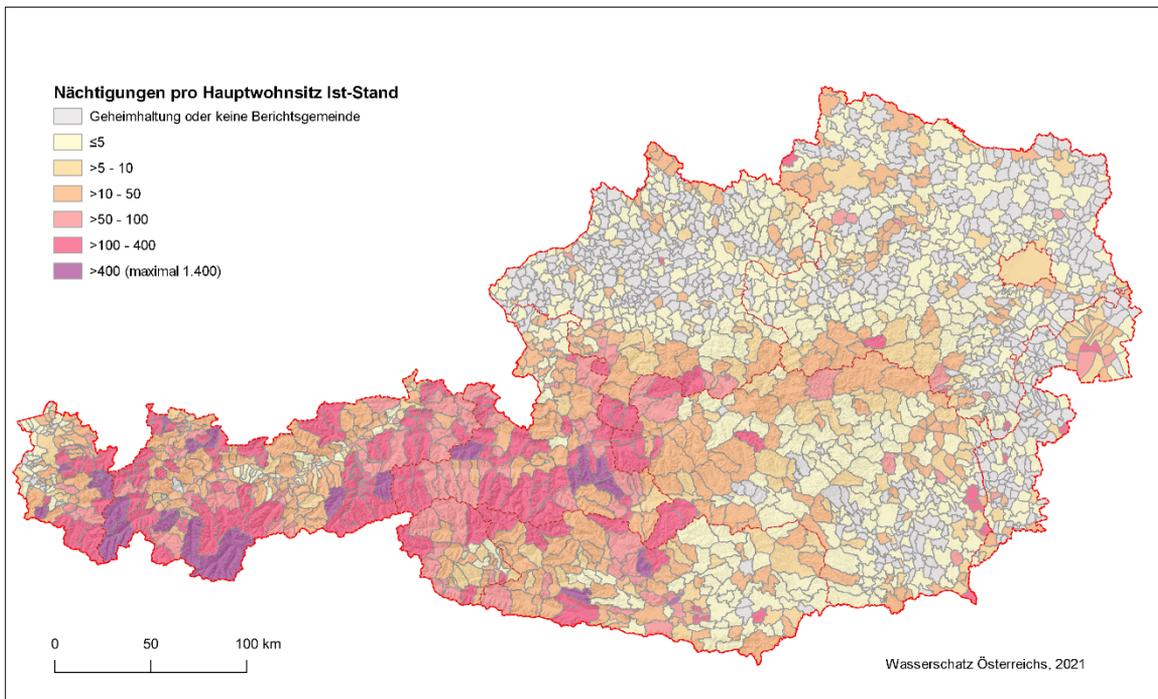
Daten zu den Nächtigungen wurden von der Statistik Austria für die Jahre 2011, 2014-2019 erworben (STATcube – Statistische Datenbank von STATISTIK AUSTRIA, 2020). Die Daten sind nur für sogenannte Berichtsgemeinden verfügbar. Das sind vereinfachend jene Gemeinden mit mehr als 1000 Nächtigungen pro Kalenderjahr. Darüber hinaus sind keine Informationen über Gemeinden mit weniger als drei Beherbergungsbetrieben verfügbar, da diese der Geheimhaltung unterliegen (Statistik Austria, 2011). Innerhalb des Betrachtungszeitraums lagen Daten von 1.464 Gemeinden vor. Für die Nicht-Berichtsgemeinden und jene die der Geheimhaltung unterliegen wurde die Nächtigungszahl als nicht ausschlaggebend für den Wasserbedarf angenommen und mit null angesetzt. Abbildung 12 und Abbildung 13 zeigen den Ist-Stand (Mittelwert 2014-2018) der Nächtigungen je Gemeinde.

Abbildung 12: Anzahl der Nächtigungen je Gemeinde Ist-Stand (Mittelwert 2014-2018)



Quelle: STATcube – Statistische Datenbank von STATISTIK AUSTRIA, 2020; BEV, 2020; basemap.at, 2020; BOKU

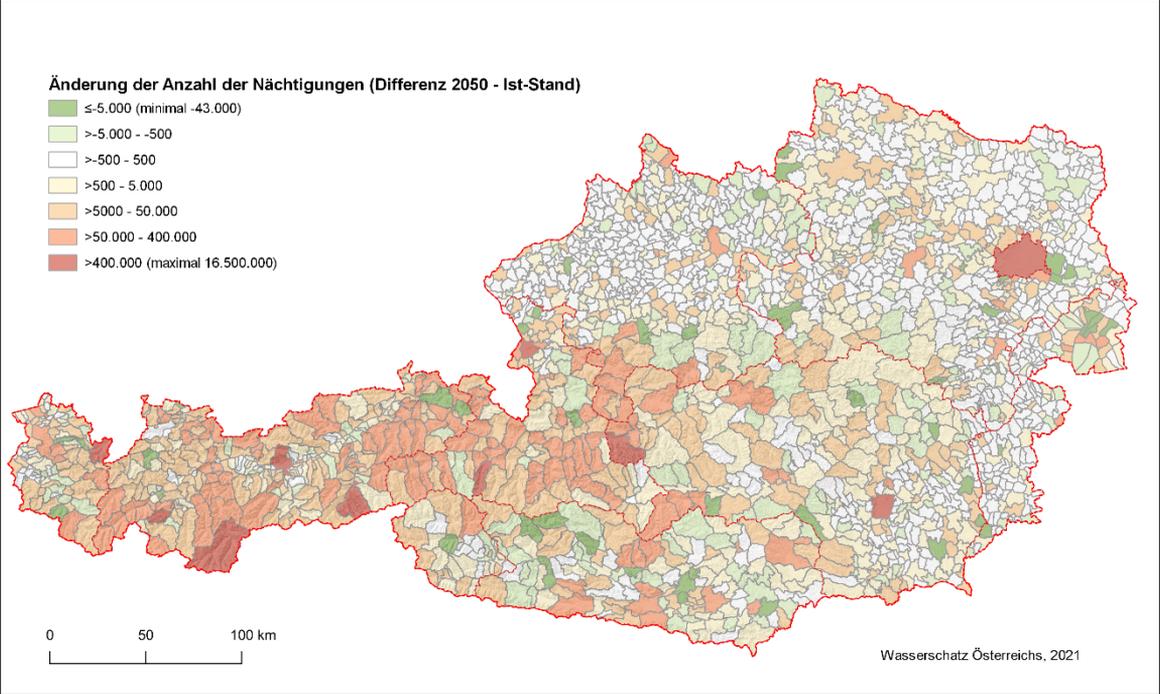
Abbildung 13: Anzahl der Nächtigungen pro Hauptwohnsitz je Gemeinde Ist-Stand
(Mittelwert 2014-2018)



Quelle: STATcube – Statistische Datenbank von STATISTIK AUSTRIA, 2020; Statistik Austria, 2019b; BEV, 2020; basemap.at, 2020; BOKU

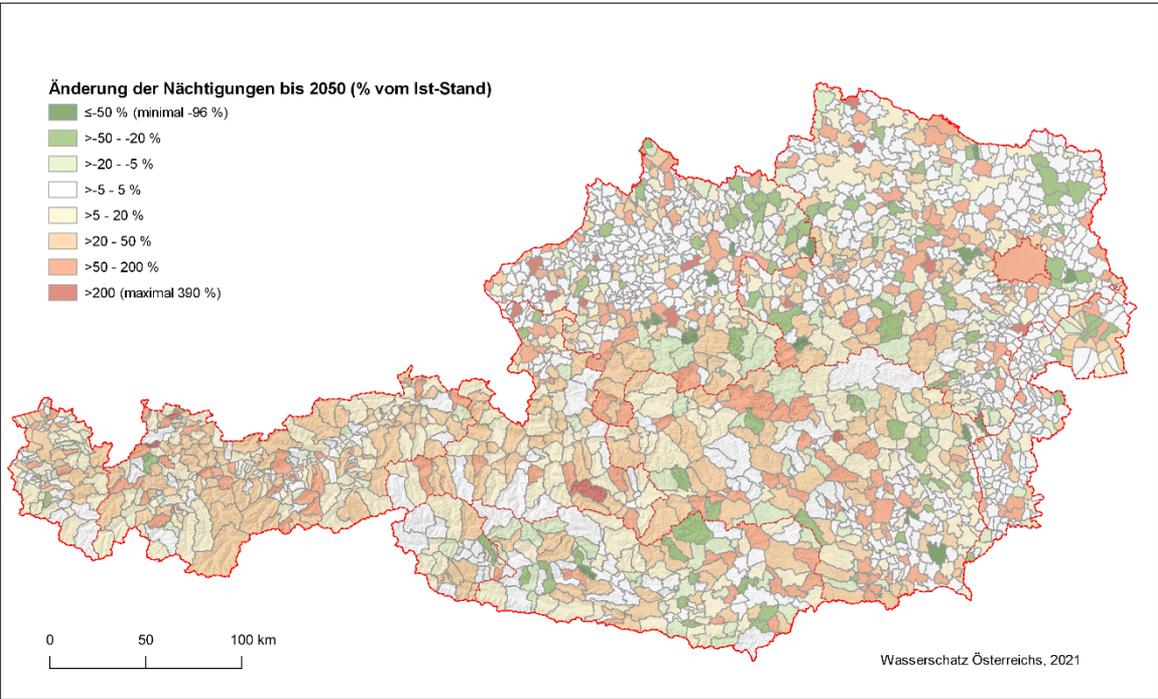
Zur Erstellung der Prognosen bis 2050 wurde, ähnlich wie zuvor, aus den vorhandenen Daten der Anzahl der Nächtigungen zunächst ein logarithmischer Trend ($y = a \cdot \ln(x) + b$) je Gemeinde bis 2050 berechnet. Die Prognosewerte aus diesen Trends wurden mittels verschiedener Kriterien auf Auffälligkeiten (Ausreißer) überprüft. Die Verläufe auffälliger Trends wurden grafisch dargestellt, visuell mit dem linearen Trend verglichen und die Prognosen individuell, im Allgemeinen innerhalb der Grenzen zwischen linearem Trend und logarithmischem Trend, festgelegt. Abschließend wurden die Abschätzungen in eine Österreichkarte überführt und nochmals auf allfällige Ausreißer kontrolliert und gegebenenfalls erneut überprüft und korrigiert. Die abgeschätzten Änderungen der Nächtigungen je Gemeinde sind in Abbildung 14 als Differenz 2050 – Ist-Stand (Mittelwert 2014-2018) dargestellt, in Abbildung 15 in % vom Ist-Stand und in Abbildung 16 als Differenz 2050 – Ist-Stand je Hauptwohnsitz.

Abbildung 14: Änderungen der Anzahl der Nächtigungen bis 2050



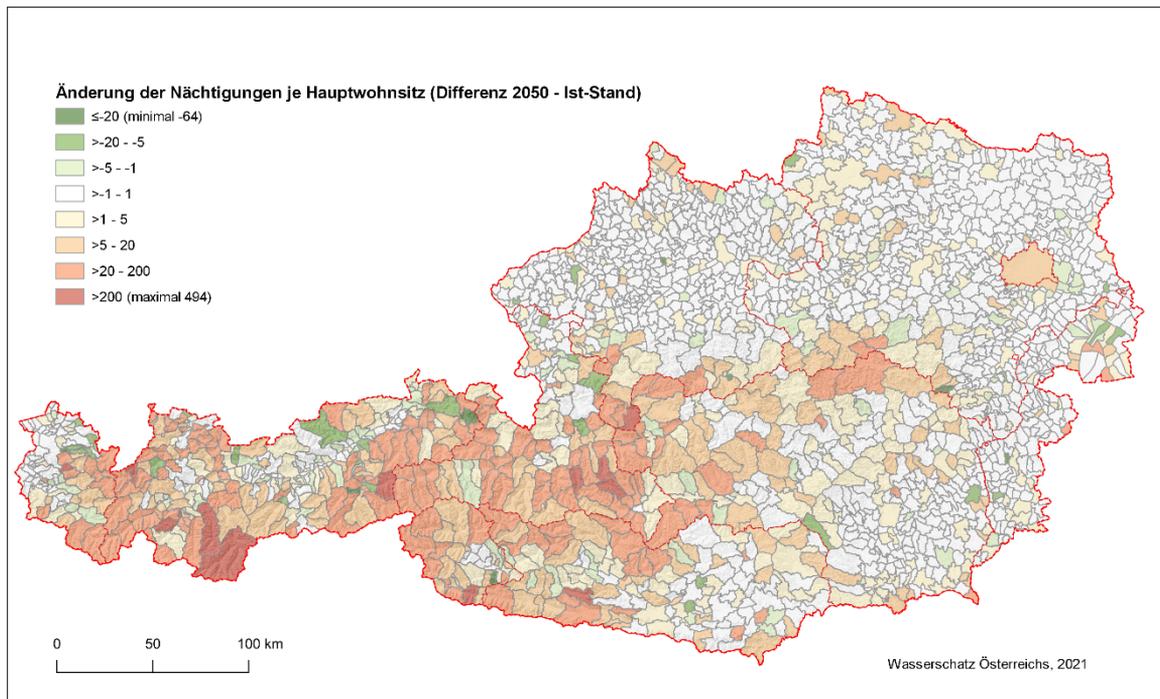
Quelle: STATcube – Statistische Datenbank von STATISTIK AUSTRIA, 2020; BEV, 2020; basemap.at, 2020; BOKU

Abbildung 15: Änderungen der Nüchtigungen bis 2050 in % des Ist-Standes (Mittelwert 2014-2018)



Quelle: STATcube – Statistische Datenbank von STATISTIK AUSTRIA, 2020; BEV, 2020; basemap.at, 2020; BOKU

Abbildung 16: Änderungen der Nächtigungen pro Hauptwohnsitz (Differenz 2050 – Ist-Stand) (Mittelwert der Jahre 2014-2018))



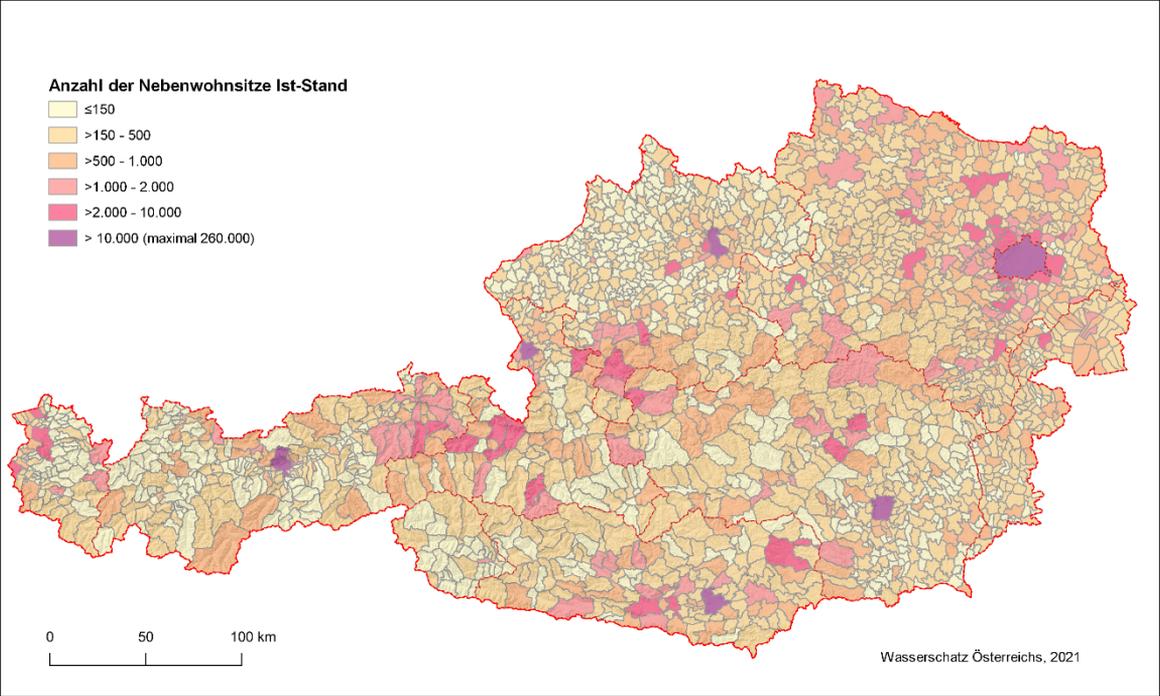
Quelle: STATcube – Statistische Datenbank von STATISTIK AUSTRIA, 2020; Statistik Austria, 2019b; BEV, 2020; basemap.at, 2020; BOKU

3.4.4 Nebenwohnsitze

Beim Aufenthalt von Personen an einem Nebenwohnsitz wird zwar gleichzeitig an deren Hauptwohnsitz weniger bzw. kein Wasser genutzt, insgesamt ist der Verbrauch von Personen mit Nebenwohnsitzen jedoch höher, da am Nebenwohnsitz zusätzliche Nutzungen (z.B. Putzen, Garten gießen) erfolgen. Der Minderverbrauch an den Hauptwohnsitzen ist dabei in jenen Gemeinden bereits in einem typischerweise geringeren spezifischen Bedarf berücksichtigt. Darüber hinaus können Personen mit Nebenwohnsitzen in Österreich auch aus dem Ausland kommen. Tätigkeiten wie zum Beispiel Wäsche waschen wird aber im Allgemeinen nicht an den Nebenwohnsitzen durchgeführt, wodurch sich üblicherweise an Nebenwohnsitzen ein geringerer spezifischer Wasserbedarf ergibt als an Hauptwohnsitzen.

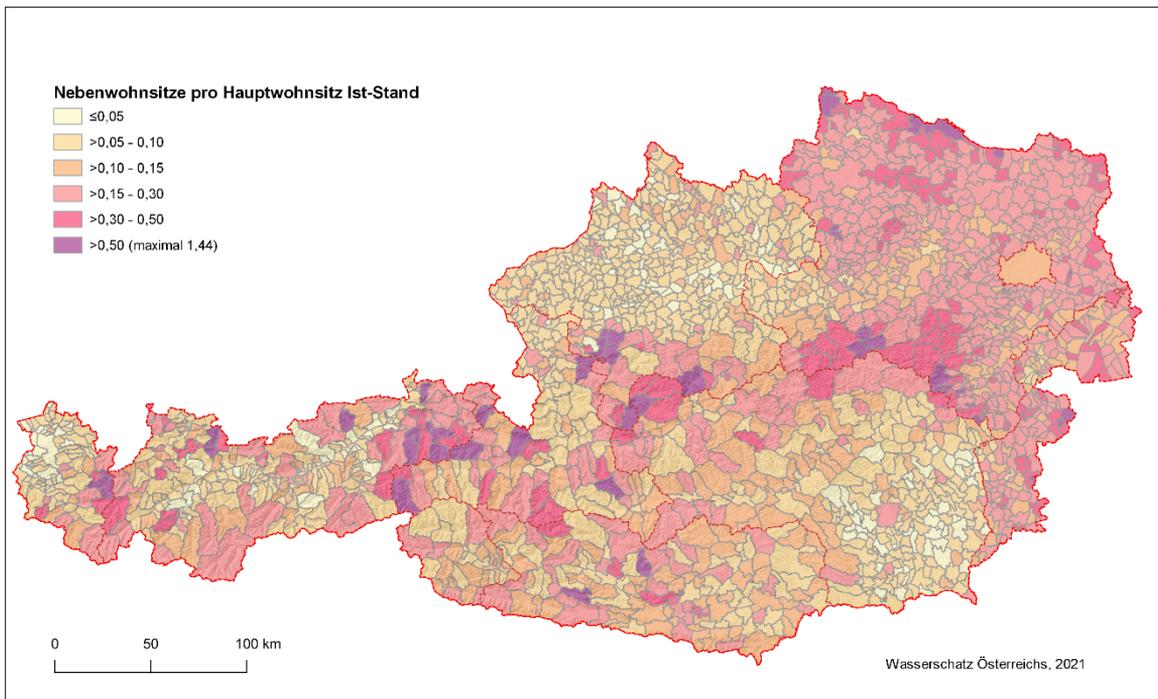
Daten zur Anzahl der Nebenwohnsitze (bzw. weitere Wohnsitze) je Gemeinde wurden von der Statistik Austria für die Jahre 2011, 2013-2019 zur Verfügung gestellt (Statistik Austria, 2020c). Diese basieren auf der Registerzählung mit dem Stichtag 31.10. des jeweiligen Jahres. Abbildung 17 und Abbildung 18 zeigen den Ist-Stand (Mittelwert 2014-2018) der Anzahl der Nebenwohnsitze (je Hauptwohnsitz).

Abbildung 17: Anzahl der Nebenwohnsitze Ist-Stand
(Mittelwert 2014-2018, Stichtag 31.10.)



Quelle: Statistik Austria, 2020c; BEV, 2020; basemap.at, 2020; BOKU

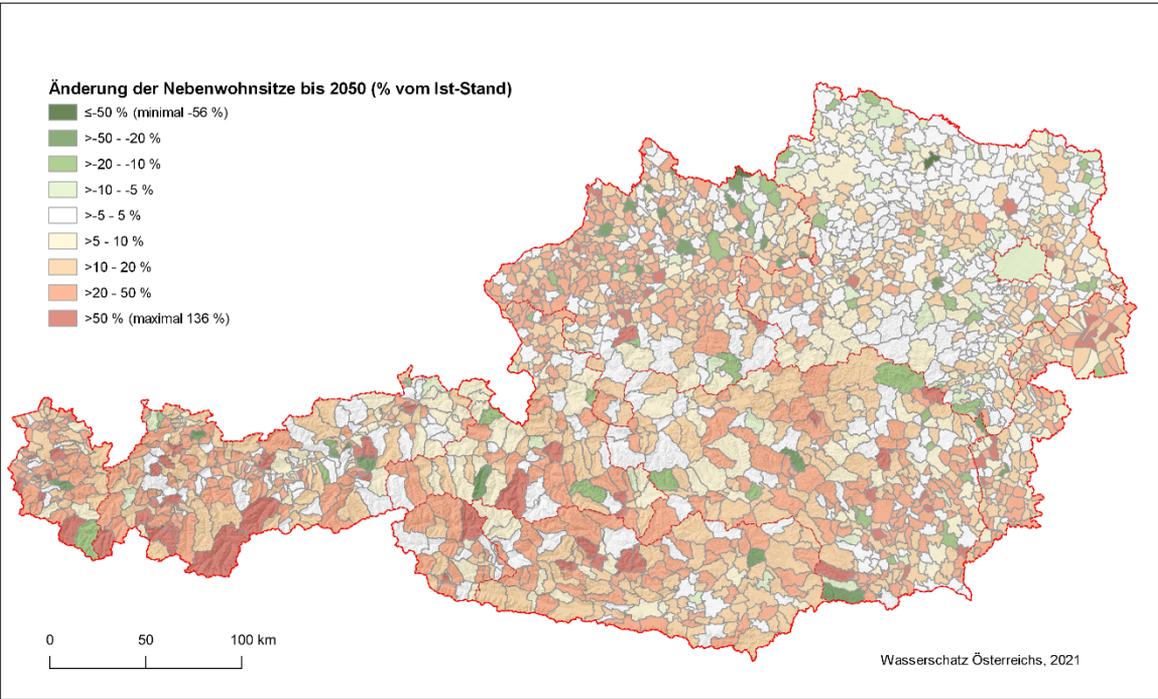
Abbildung 18: Nebenwohnsitze je Hauptwohnsitz Ist-Stand
(Mittelwert 2014-2018, Stichtag 31.10.)



Quelle: Statistik Austria, 2020a, 2020c; BEV, 2020; basemap.at, 2020; BOKU

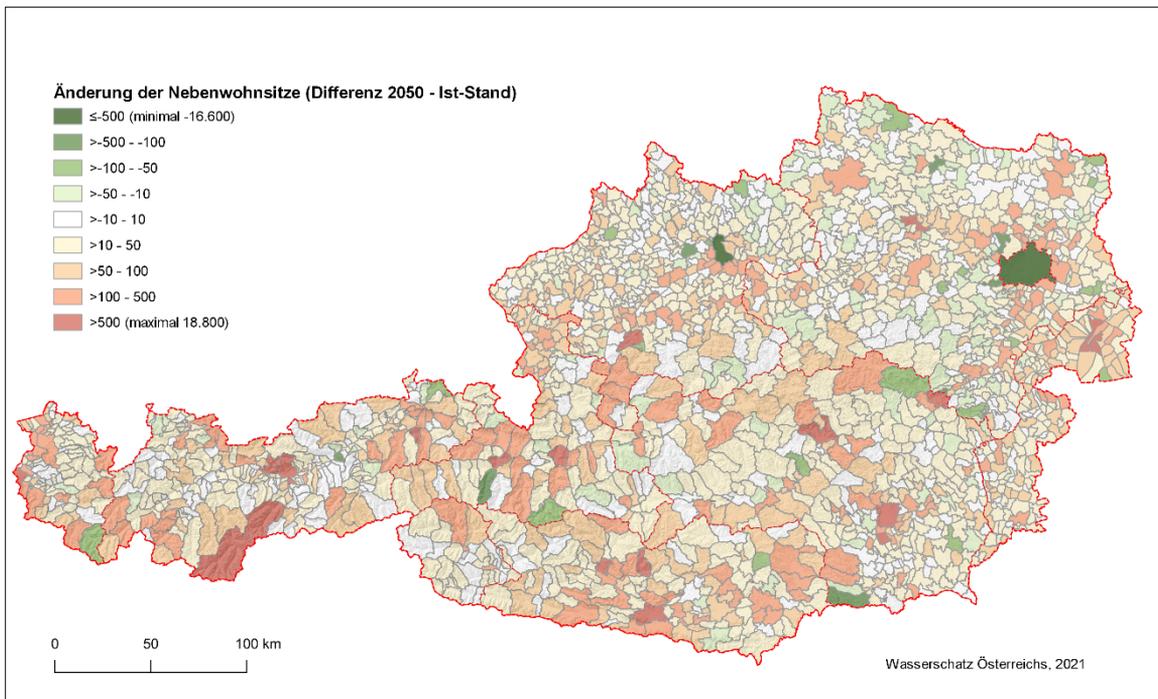
Zur Erstellung der Prognosen bis 2050 wurden aus den vorhandenen Daten der Anzahl der Nebenwohnsitze je Gemeinde zunächst logarithmische Trends ($y = a \cdot \ln(x) + b$) je Gemeinde berechnet. Die Prognosewerte aus diesen Trends wurden mittels verschiedener Kriterien auf Auffälligkeiten (Ausreißer) überprüft. Die Verläufe auffälliger Trends wurden grafisch dargestellt, visuell mit dem linearen Trend verglichen und die Prognosen individuell, im Allgemeinen innerhalb der Grenzen zwischen linearem Trend und logarithmischem Trend, festgelegt. Abschließend wurden die Abschätzungen in eine Österreichkarte überführt und nochmals auf allfällige Ausreißer kontrolliert und gegebenenfalls erneut überprüft und korrigiert. Die abgeschätzten Änderungen der Nebenwohnsitze je Gemeinde sind in Abbildung 19 als % vom Ist-Stand und in der Abbildung 20 als Differenz 2050 – Ist Stand ersichtlich.

Abbildung 19: Änderung der Anzahl der Nebenwohnsitze bis 2050 in Prozent des Ist-Standes (Mittelwert 2014-2018)



Quelle: Statistik Austria, 2020c; BEV, 2020; basemap.at, 2020; eigene Extrapolation; BOKU

Abbildung 20: Änderung der Anzahl der Nebenwohnsitze (Differenz 2050 – Ist-Stand) (Mittelwert 2014-2018)



Quelle: Statistik Austria, 2020c, BEV; 2020; basemap.at, 2020; eigene Extrapolation; BOKU

3.4.5 Klimawandel

Im 5. Sachstandsbericht des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) wurden Szenarien für „Repräsentative Konzentrationspfade“ (Representative Concentration Pathways - RCPs) entwickelt (IPCC, 2014). Jedes RCP Szenario ist mit einer Zahl versehen, welche den zusätzlichen Strahlungsantrieb durch die treibhauswirksamen Gase in der Atmosphäre am Ende des 21. Jahrhunderts, verglichen mit dem Niveau vor der industriellen Revolution, angibt. Je höher diese Zahl ist, umso stärker ist die menschliche Beeinflussung des Klimas (Leidinger et. al 2020). Tabelle 1 zeigt die Konzentrationen der treibhauswirksamen Gase als CO₂-Äquivalente für die jeweiligen RCP Szenarien, den daraus resultierenden zusätzlichen Strahlungsantrieb (der namensgebend für die Szenarien ist), gibt einen Überblick zur erwarteten Weltbevölkerung, die als wesentlicher Faktor für Emissionen angesehen wird und zeigt mit welchem weiteren Temperaturanstieg für den Alpenraum im Mittel zu rechnen wäre.

Tabelle 1: RCP Szenarien

Klimaszenario	RCP 8,5	RCP 6,0	RCP 4,5	RCP 2,6
Konzentration treibhauswirksamer Gase 2100 (CO ₂ -Äquivalente)	1.370 ppm	850 ppm	650 ppm	400 ppm
Zusätzlicher Strahlungsantrieb (vgl. 1850 zu 2100)	8,5 W/m ²	6,0 W/m ²	4,5 W/m ²	2,6 W/m ²
Weltbevölkerung 2100	12 Mrd.	-	-	max. 9 Mrd.
weiterer Temperaturanstieg in Österreich (Jahresmittel 1990-2018 im vgl.zu 2071-2100)	3,4 bis 4,8 °C (mittleres bzw. trockenes RCP 8,5 Szenario)	-	1,8 °C (mittleres RCP 4,5 Szenario)	1 °C bis Mitte des Jahrhunderts, danach stabil

Quelle: IPCC, 2014; Leidinger et. al, 2020

Um die Klimaziele von Paris erreichen zu können, müsste die Entwicklung der atmosphärischen CO₂-Äquivalente dem **RCP 2,6** Szenario entsprechen. Bei diesem Szenario ist am Ende des 21. Jahrhunderts die Treibhausgaswirkung wieder etwa so hoch wie sie heute bereits ist. Dies bedeutet, dass alle Emissionen, die von jetzt an in die Atmosphäre eingetragen werden, durch natürliche Abbauprozesse oder technische Maßnahmen bis zum Ende des Jahrhunderts wieder aus der Atmosphäre entfernt werden müssten (Leidinger et. al 2020). Dieses Szenario ist aber schon aufgrund des zu erwartenden Bevölkerungswachstums und des dadurch wachsenden Energiebedarfs, sowie des nur sehr langsamen natürlichen Abbaus von CO₂ in der Atmosphäre (mehrere 100 Jahre), sehr unwahrscheinlich. Die zur Erreichung des RCP 2,6 Szenarios maximale Konzentration treibhauswirksamer Gase von 400 ppm CO₂-Äquivalente (siehe Tabelle 1) wurde bereits allein von der CO₂ Konzentration im Jahr 2017 erreicht (z.B. an den Messstationen Mauna Loa, Hawaii und Zugspitze, Deutschland). Unter Berücksichtigung anderer treibhauswirksamer Gase (z.B. Methan, Lachgas) lag die Konzentration treibhauswirksamer Gase bereits im Jahr 2019 bei knapp 500 ppm berechnet als CO₂-Äquivalente (NOAA, 2019).

Das **RCP 4,5** Szenario entspricht einer Entwicklung mit „hohen Anstrengungen im Klimaschutz und einem moderaten Wachstum“.

Das **RCP 8,5** Szenario steht für „geringe Anstrengungen im Klimaschutz und ungebremstes Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum“ bei dem es nicht gelingt, weltweite Klimaschutzziele umzusetzen und bei dem fossile Brennstoffe die Hauptenergiequelle im 21. Jahrhundert bleiben.

Nebst dem bereits hinlänglich bekannten Einfluss auf die Temperatur hat der prognostizierte Klimawandel auch direkte Auswirkungen auf die Dauer der Vegetationsperiode, auf die Verdunstung von Oberflächen und durch Pflanzen (Evapotranspiration) und die Niederschläge sowie deren zeitliche Verteilung. Bei den Niederschlägen sind die Unterschiede zwischen den Emissionsszenarien nicht so deutlich ausgeprägt wie bei der Temperatur. Es zeigen sich jedoch auch hier die stärksten Klimaänderungssignale erst in der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts und sie sind umso ausgeprägter je höher die Emissionen im Szenario ansteigen. Generell gibt es nur eine geringe Veränderung des Jahresniederschlags, jedoch kommt es tendenziell zu einer saisonalen Verlagerung mit einer Niederschlagszunahme im Winter und Frühjahr und einer Abnahme im Sommer und Herbst (Leidinger et. al 2020). Gleichzeitig steigt mit dem Temperaturanstieg jedenfalls die Evapotranspiration, sodass es im Sommerhalbjahr zu einer Zunahme von Trockenphasen kommen kann.

3.4.5.1 ÖKS15 Datengrundlage

Die RCP Szenarien stellen eine Grundlage für die globalen Klimamodelle (Global Climate Models, GCMs) mit einer räumlichen Auflösung von mehreren 100 km dar. Innerhalb der globalen Klimamodelle werden regionale Modelle (Regional Climate Models, RCMs) mit einer deutlich höheren räumlichen Auflösung entwickelt. Dadurch können differenziertere Aussagen für kleinräumigere Gebiete getroffen werden.

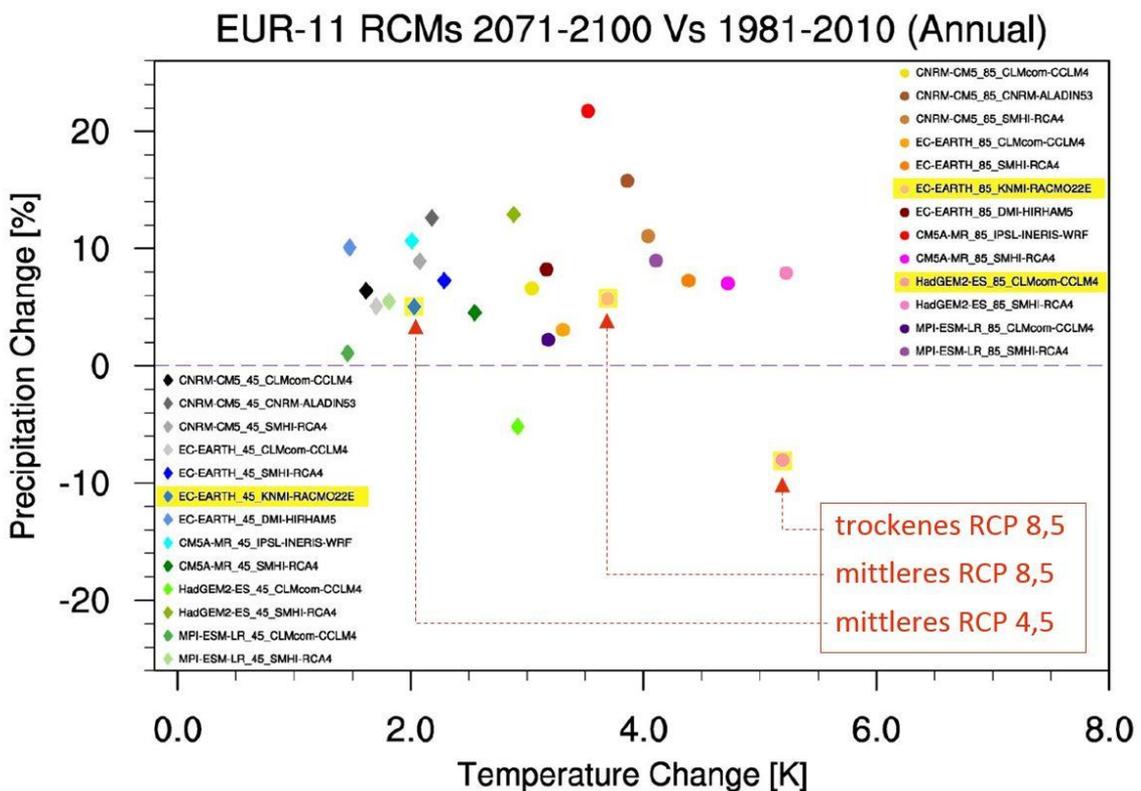
Für Österreich wurde begonnen mit den „ÖKS15 - Klimaszenarien für Österreich“ Datensätze mit Klimaprojektionen bis zum Ende des 21. Jahrhunderts zu schaffen.

Die ÖKS15 Klimaszenarien für Österreich sind ein Ensemble aus biaskorrigierten und lokalisierten Klimadaten, die auf EURO-CORDEX EUR-11 Modellen basieren (Leidinger et. al 2020). Insgesamt sind mehr als 60 regionale Klimaszenarien mit einer räumlichen Auflösung von 1 km x 1 km geplant (Chimani et al., 2016). Die jeweiligen Klimaszenarien berücksichtigen dabei unterschiedliche Rahmenbedingungen (u.a. die verschiedenen RCP Szenarien) und stellen somit die Bandbreite möglicher Entwicklungen dar. Aufgrund des hohen Aufwandes ist bislang erst ein Teil der geplanten 60 Simulationen fertiggestellt. Die Gesamtheit der einzelnen Simulationen wird als Ensemble bezeichnet. Innerhalb der Ensembles kann

eine mittlere Entwicklung als wahrscheinlichste Entwicklung angesehen werden. Extremszenarien in den Randbereichen der Ensembles können zum Beispiel besonders warme oder kühle bzw. feuchte oder trockene Szenarien sein. Insbesondere die Aussagen zur Niederschlagsentwicklung gelten jedoch als weniger gut abgesichert, da einzelne Simulationen zu sehr unterschiedlichen Resultaten führen.

Abbildung 21 zeigt die Gesamtheit der bislang für Österreich verfügbaren ÖKS15 Klimaszenarien und die daraus ausgewählten Szenarien für das gegenständliche Projekt. RCP 4,5 Szenarien sind dabei als Rauten, RCP 8,5 Szenarien als Kreise dargestellt. Auf den Achsen sind die Änderung der Jahresmitteltemperatur und Jahresniederschlagssumme der jeweiligen Szenarien ablesbar. Die für das gegenständliche Forschungsprojekt ausgewählten Szenarien sind gelb hinterlegt.

Abbildung 21: Änderung der Jahresmitteltemperatur und Jahresniederschlagssumme von 2071 – 2100 relativ zu 1981 – 2010 über Österreich von allen EUROCORDEX EUR11 Szenarien.



Quelle: Leidinger et. al 2020, bearbeitet

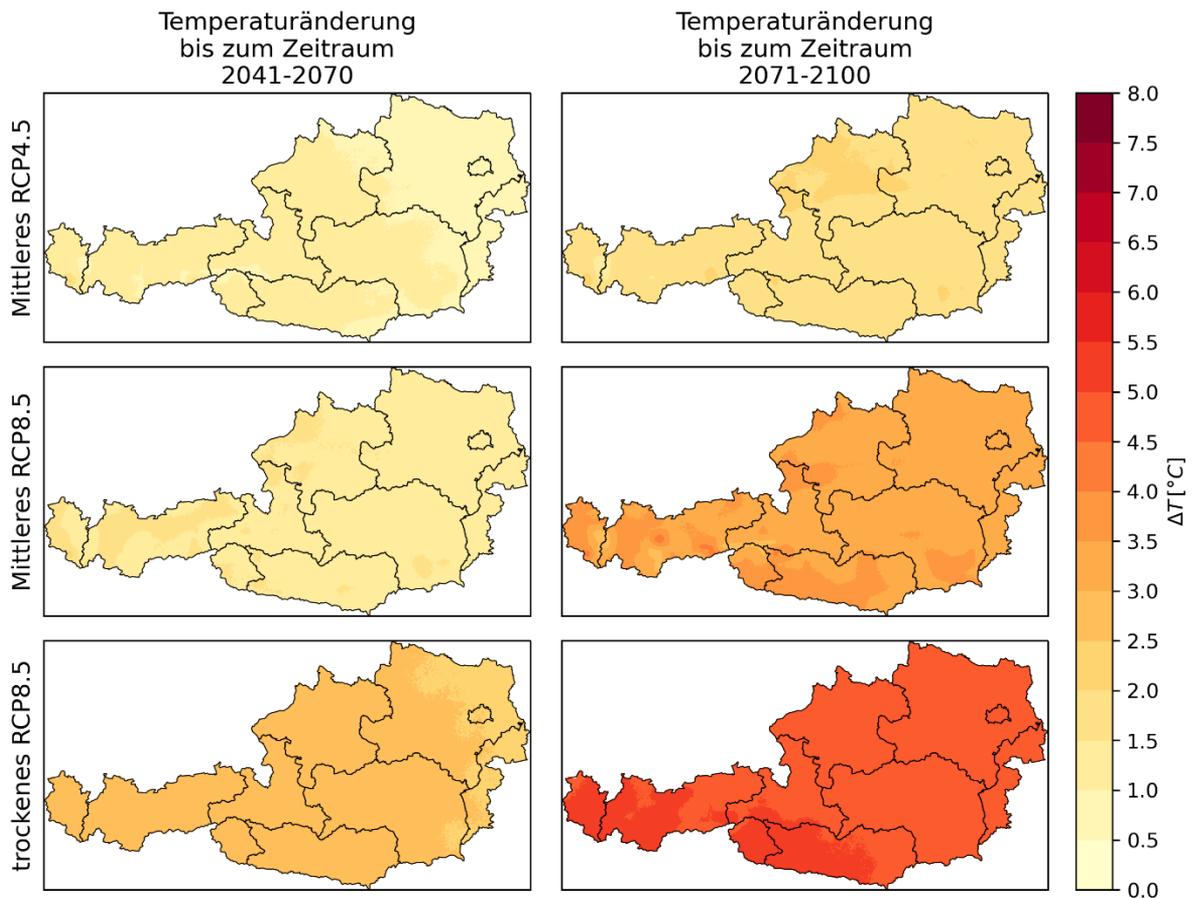
Zur Berücksichtigung möglicher Klimawandelszenarien wurden aus den ÖKS15 Datensätzen für das gegenständliche Projekt folgende Szenarien ausgewählt um die für die Wasserversorgung sowie die verfügbaren Ressourcen relevanten Bandbreiten darzustellen:

- Günstiges Szenario (Mittleres RCP 4,5):
verminderte Treibhausgasemissionen und mittlere Niederschlagsverhältnisse
(ICHEC-EC-EARTH_rcp45_r1i1p1_KNMI-RACMO22E)
- Mittleres Szenario (Mittleres RCP 8,5)
unverminderte Treibhausgasemissionen und mittlere Niederschlagsverhältnisse
(ICHEC-EC-EARTH_rcp85_r1i1p1_KNMI-RACMO22E)
- Ungünstiges Szenario (extrem trockenes RCP 8,5)
unverminderte Treibhausgasemissionen und rückläufige Niederschläge
(MOHC-HadGEM2-ES_rcp85_r1i1p1_CLMcom-CCLM4-8-17)

Für die genannten Szenarien stehen aus den ÖKS15 Datensätzen Modelle zu den mittleren Temperaturen, Niederschlägen der potentiellen Evapotranspiration und der Vegetationsperiode für den Zeitraum um das Jahr 2050 sowie um das Jahr 2085 zur Verfügung.

In Abbildung 22 sind die Klimaänderungssignale verwendeten ÖKS15 Szenarien der Referenzperiode 1990-2018 zu den Zeiträumen 2041 – 2070 (repräsentativ für die Szenarien 2050) und 2071 – 2100 exemplarisch anhand des Parameters Temperatur dargestellt.

Abbildung 22: Klimaänderungssignal der Temperatur gegenüber der Referenzperiode 1990-2018 für die ausgewählten Szenarien



Quelle: Leidinger et. al 2020, bearbeitet

3.4.5.2 Rahmenbedingungen für Verwendung ÖKS15 Klimadaten

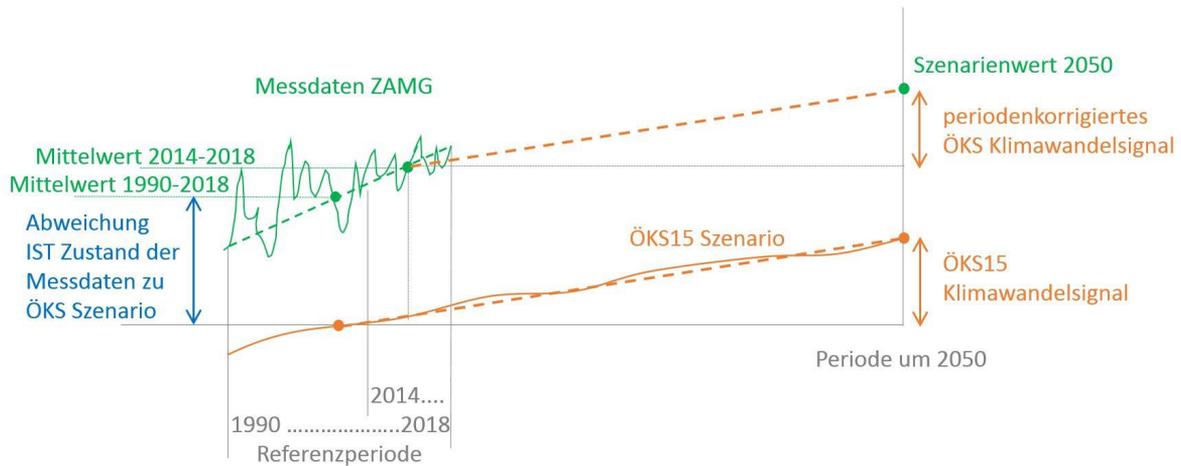
Für die ausgewählten Klimaszenarien wurden vom Institut für Meteorologie der BOKU Wien aus den ÖKS15 Szenarien Daten zu den Parametern Temperaturmittel, Temperaturmaximum, Temperaturminimum, Niederschlag und Globalstrahlung ausgespielt. Die für die Berechnung der potentiellen Evapotranspiration (ETp) benötigten Parameter Windgeschwindigkeit und relative Feuchte sind nicht im originalen ÖKS15-Datensatz enthalten und wurden für einige Szenarien im Rahmen des Projekts GLADE (Lexer et al. 2019) ergänzend berechnet. Die ETp wurde für die gewählten Klimaszenarien nach der Methode von Penman-Monteith berechnet. Alle Parameter wurden flächendeckend für Österreich auf dem SPARTACUS-Gitter (1x1km Raster) als absolutes Klimaänderungssignal in mm für die Perioden (2041 – 2070 und 2071 – 2100) gegenüber dem Referenzzeitraum 1990-2018 (steht für den Ist-Stand) zu Verfügung gestellt. Die Periode 2041- 2070 steht dabei repräsentativ für den

Zeitraum um 2050, da der Klimawandel etwas rascher voranschreitet als in den ÖKS15 Szenarien abgebildet ist (Leidinger et. al 2020).

In der Referenzperiode des Ist-Standes bestehen bereits Abweichungen der ÖKS15 Szenarien Datensätzen SPARTACUS (für den Niederschlag), WINFORE (für die potentielle Evapotranspiration) sowie den Stationsdaten der ZAMG bzw. des hydrographischen Zentralbüros. Aus diesem Grund wurde gemeinsam mit dem Institut für Meteorologie der BOKU Wien entschieden, die Klimaänderungssignale aus den ÖKS15 Szenarien zu den Ist-Standsdaten des Klimas (basierend auf Mess- und Modellwerten der ZAMG bzw. des hydrographischen Zentralbüros) zu addieren und somit Abweichungen der Klimamodelle von den Niederschlags- und Evapotranspirationsmodellen auf diese Weise zu berücksichtigen. Abbildung 23 zeigt exemplarisch die Abweichung eines ÖKS15 Szenarios zu den Mess- und Modellwerten der ZAMG bzw. des hydrographischen Zentralbüros innerhalb der Referenzperiode 1990-2018.

Da den Modellen für den Wasserbedarf zum Teil andere Referenzzeiträume zugrunde liegen als die Referenzperiode 1990-2018 des ÖKS15 Klimaänderungssignals, wurde das Klimaänderungssignal aliquot auf den verwendeten Referenzzeitraum angepasst. Zum Beispiel liegt dem Wasserbedarfsmodell der öffentlichen Wasserversorgung als Referenzperiode der Zeitraum 2014-2018 zugrunde. Es wurden somit für die im gegenständlichen Projekt verwendeten Klimaszenarien 2050 nicht die gesamten Klimaänderungssignale (Periode 1990-2018 zu 2041-2070) angesetzt, sondern die auf die Perioden 2014-2018 zu 2041-2070 linear verringerte Klimaänderungssignale angesetzt, um die unterschiedlichen Zeiträume der Referenzperioden des Ist-Standes zu berücksichtigen. Abbildung 23 zeigt exemplarisch, wie ein periodenkorrigiertes Klimaänderungssignal zu den realen Messdaten addiert wird und sich daraus ein Szenarienwert für die Periode um 2050 ergibt.

Abbildung 23: Szenarientwicklung durch Kombination der ÖKS15 Szenarien mit aktueller Klimaentwicklung (exemplarische Abbildung, nicht maßstäblich)

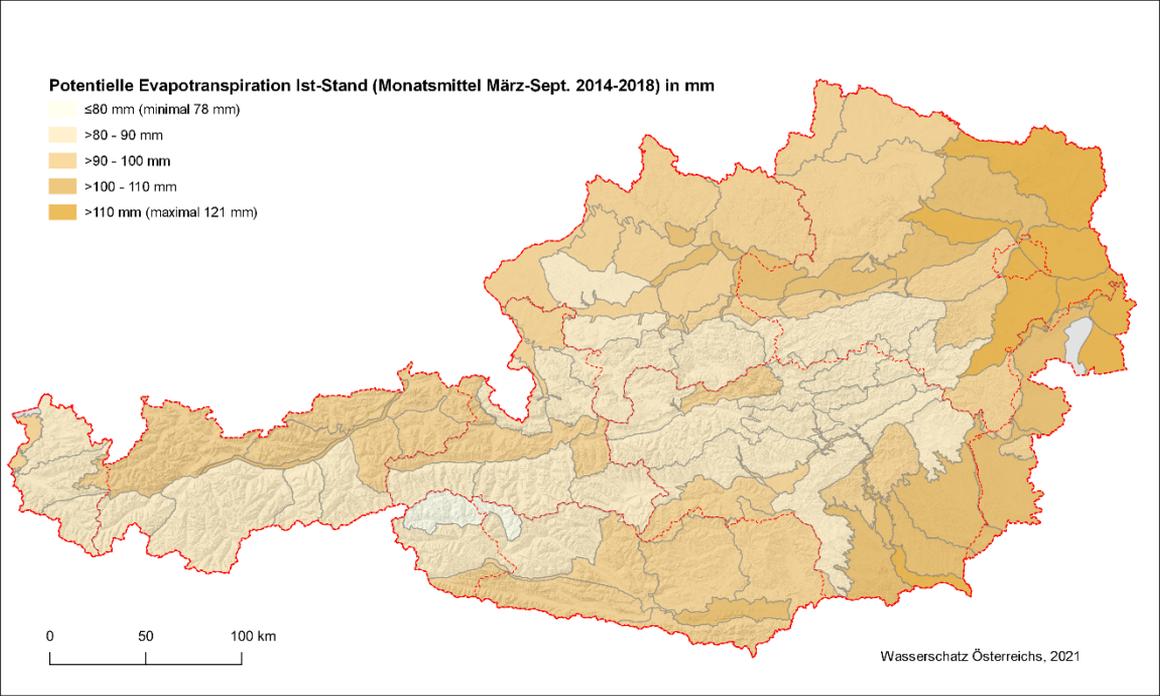


Quelle: BOKU

3.4.5.3 Potentielle Evapotranspiration (ETp)

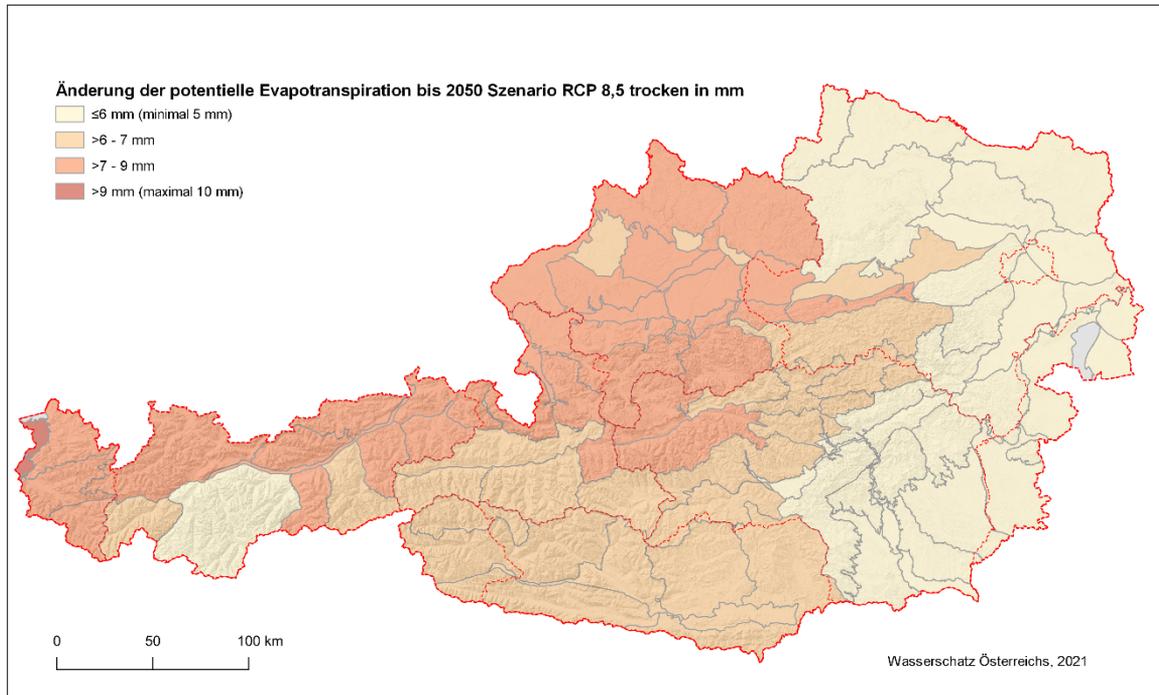
In das Wasserbedarfsmodell ist das Klima bzw. die Klimaänderung über den Parameter der potentiellen Evapotranspiration integriert. Die Evapotranspiration (ET) ist die Summe aus Transpiration (Pflanzenverdunstung) und Evaporation (Verdunstung von freien Bodenflächen oder Wasseroberflächen). Die potentielle Evapotranspiration (ETp) gibt an, wie viel Wasser verdunsten würde, wenn genügend Wasser vorhanden ist. Diese wurde aus den Zeitreihen der Wetterdaten für jede Gemeinde als gemittelter Wert für alle Rasterpunkte innerhalb des jeweiligen Gemeindegebietes berechnet und wird als Einflussfaktor des Wetters auf den Wasserverbrauch herangezogen. Dazu wurden nur die Monate innerhalb der für den Außenwasserverbrauch von Haushalten relevanten Vegetationsperiode (März bis September) betrachtet. Abbildung 24 zeigt die Monatsmittelwerte (März-September) der potentiellen Evapotranspiration in mm pro Monat für den Ist-Stand (Mittelwert 2014-2018). Abbildung 25 zeigt die mögliche Veränderung der Monatsmittelwerte (März-September) der potentiellen Evapotranspiration in mm pro Monat exemplarisch für das trockene RCP 8,5 Szenario.

Abbildung 24: Monatsmittelwerte (März-September) der potentiellen Evapotranspiration in mm pro Monat für den Ist-Stand



Quelle: Spartacus und Winfore Datensätze ZAMG, Berechnungen durch das Technische Büro Holler; BOKU

Abbildung 25: Änderungen der Monatsmittelwerte (März-September) der potentiellen Evapotranspiration in mm pro Monat bis 2050 für das Szenario RCP 8,5 trocken (Differenz Szenario RCP 8,5 trocken - Ist-Stand)



Quelle: basemap.at, 2020; ÖKS15, Berechnungen durch das Technische Büro Holler; BOKU

3.5 Abschätzungen der Wassergewinnung

Woher die jeweilige Gemeinde das Wasser für die Trinkwasserversorgung bezieht wurde aus verschiedenen Datenquellen (Realdaten der WVU, Abschätzungen durch Landesregierungen und aus Wasserbuchauszügen sowie flächenaliquote Zuweisungen) recherchiert bzw. abgeschätzt und in einer Liste zur Wasserherkunft zusammengefasst.

Ursprünglich sollte die Wasserherkunft für jede Gemeinde durch Abschätzungen der zuständigen Beamten der Landesregierung bzw. den jeweils zuständigen Sachverständigen in den Bezirkshauptmannschaften erhoben werden. Diese Vorgangsweise der Abschätzung wurde als bestmögliche Variante erachtet, die reale Situation der Wasserentnahmen zu erheben, da die tatsächlichen Entnahmen nicht unbedingt durch die Konsensmengen der Wasserrechte wiedergegeben werden. Im Zuge der ersten Runde der Länderbesprechungen wurde diese Vorgangsweise in einigen Bundesländern als zu aufwendig und zum damaligen Zeitpunkt nicht durchführbar bewertet. Als alternative Vorgangsweise wurde in diesen Fällen eine unterstützende Analyse der Wasserherkunft auf Basis der Konsensmengen und

in Kombination mit Realdatenerhebungen bei den WVU vereinbart. Die vorbefüllten Listen wurden den Landesregierungen zur Plausibilitätsprüfung und für Ergänzungen zur Verfügung gestellt und z.T. in individuellen Besprechungen überarbeitet.

Bei der Wasserherkunft wurden die verschiedenen Gewinnungsstellen nach Gemeindegebiet, Ressourcenart und Grundwasserkörper unterschieden. Des Weiteren wurde zwischen gemeindeeigener Versorgung, einer Fern- oder Verbandsversorgung und Einzelversorgungen unterschieden. Der Versorgungsgrad der Gemeinde durch eine Fern- oder Verbandsversorgung wurde, wenn verfügbar, durch einen prozentualen Anteil des Wasserbezuges von der Fern- oder Verbandsversorgung angegeben. In Fällen von teilweiser Fern- oder Verbandsversorgung von Gemeinden, über die außer den Mengen aus der Fern- oder Verbandsversorgung keine Daten verfügbar waren, wurde der Anteil der gemeindeeigenen Versorgung bzw. von Einzelversorgungen über die Modellkennzahl des Pro-Kopf-Wasserbedarfs abgeschätzt. Die Fehlmenge der Fern- oder Verbandsversorgung auf den gesamten Wasserbedarf der Gemeinde wurde als gemeindeeigene Versorgung bzw. durch Einzelversorgungen angenommen. Der Anteil von Einzelversorgungen wurde, wenn dazu Daten verfügbar waren, über den Anschlussgrad berechnet. Der Wasserbedarf von einzelversorgten Einwohnerinnen und Einwohnern wird generell mit dem Gemeinde-Pro-Kopf-Wasserbedarf berücksichtigt. Die Wasserherkunft etwaiger Einzelversorgungen wurde über die Lage des Gemeindegebietes dem darunterliegenden Grundwasserkörper zugeordnet.

Die Daten zur Wasserherkunft wurden nach den verschiedenen Erhebungsvarianten und den dazugehörigen Genauigkeiten in 5 Kategorien geordnet. Die verlässlichsten Daten (Kategorie 1) lieferten die für das gegenständliche Projekt erhobene Realdaten von WVU (insbesondere Wasserverbände und Fernversorger). Für die Betrachtungen wurden, soweit verfügbar, Mittelwerte über die Jahre 2014 bis 2018 gebildet.

Neben den Realdaten aus Erhebungen bei WVU standen z.T. individuelle Abschätzungen der Wasserherkunft aus Rückmeldungen der Landesregierungen zur Verfügung (Kategorie 2). Dazu wurden den Ländervertretern einheitliche Erhebungsunterlagen zur Abschätzung der realen Wasserherkunft je Gemeinde zur Verfügung gestellt. In die gleiche Kategorie der Datenqualität wurden andere Varianten der Abschätzungen der Wasserherkunft umklassifiziert, sofern eine gemeinsame letztgültige Abstimmung jeder einzelnen Gemeinde in Kooperation mit den Landesregierungen erfolgen konnte.

Die übrigen Varianten der Abschätzungen der Wasserherkunft waren aliquote Abschätzungen der Herkunft der realen Wasserentnahmen anhand verfügbarer Konsensdaten aus dem

Wasserbuch (Kategorie 3 – wenn für alle Gewinnungsstellen einer Gemeinde bzw. eines WVU Konsensmengen angegeben sind oder Kategorie 4 – wenn für eine oder mehrere Gewinnungsstellen einer Gemeinde bzw. eines WVU keine Konsensmengen angegeben sind). Im Fall der Kategorie 4 erfolgte die Aufteilung des Anteils der Ressourcenart aliquot zur Anzahl der Wasserbucheinträge.

Wurde im Wasserbuch kein Wasserrecht mit der Zuordnung „Trinkwasserversorgung“ für eine Gemeinde oder ein WVU gefunden das die Gemeinde versorgt (Fernversorgung oder Wasserverband), so wurde für diese Gemeinde eine ausschließliche Einzelversorgung angenommen, deren Entnahmen im Gemeindegebiet liegen und dem darunterliegenden Grundwasserkörper zuzuordnen waren (Kategorie 5). Bei mehreren unter einem Gemeindegebiet liegenden Grundwasserkörpern wurde mangels anderer Datenquellen eine flächenaliquote Zuordnung der Entnahmen vorgenommen. Für alle Gemeinden mit einer Kategorie 5 Datengrundlage wurden die jeweiligen Landesregierungen mit der Bitte um Ergänzung kontaktiert. Wenn keine Ergänzungen erfolgen konnten, wurde für die Einzelversorgungen als Ressourcenart pauschal „Brunnen“ bzw. in einzelnen Regionen nach Angabe einer Landesregierung pauschal „Quellen“ angenommen.

Zur Bilanzierung erfolgte die Umlegung des Wasserbedarfs jeder Gemeinde (Wasserbedarfsmodell) auf der Grundlage der Wasserherkunft auf die Grundwasserkörper. In der Bilanzierung wird zwischen der Brunnen- und Quellenentnahme und Entnahmen aus Tiefengrundwasserkörpern unterschieden. Da die Entnahme aus den verschiedenen Grundwasserkörpern aus dem Wasserbedarf der jeweiligen Gemeinde und der Wasserherkunft der Gemeinde berechnet wird, muss zur Überführung in die Bilanzierung für jede einzelne Gemeinde ein „Gewinnungsmix“ aus der gemeindeeigenen Versorgung und einer etwaigen Fern- oder Verbandsversorgung berechnet werden.

Dieser „Gewinnungsmix“ stellt eine prozentuale Zuteilung der Wasserherkunft der einzelnen Gemeinde zu jeder Ressourcenart (Brunnen, Quellen oder Tiefengrundwasserkörper) und zu jedem Teilgrundwasserkörper auf Basis der Grundwasserkörper NGP 2015 dar. Durch diese Vorgehensweise wird jeder Gemeinde über alle Ressourcenarten und Teilgrundwasserkörper eine Entnahme entsprechend der Höhe des Wasserbedarfs zugeordnet und über eine Summenprüfung (100 %) kontrolliert. Bei gemeindeeigener Versorgung wird der Anteil jeder Gewinnungsstelle nach Ressourcenart dem jeweiligen Teilgrundwasserkörper zugewiesen. Bei reiner Fern- oder Verbandsversorgung wird der Gemeinde der Gewinnungsmix des Fern- oder Verbandsversorgers zugewiesen und auf dieselbe Art in die Bilan-

zierung überführt. Bei einer kombinierten gemeindeeigenen und Fern- oder Verbandsversorgung erfolgt die Zuweisung der Ressourcen anteilig. Damit scheinen in der Bilanzierung nur noch die Gemeinden selbst als Wasserbezieher auf.

Von den Fern- oder Verbandsversorgern liegen keine Daten darüber vor welche Gemeinde (überwiegend oder ausschließlich) aus welcher Gewinnungsstelle des Fern- oder Verbandsversorgers das Wasser bezieht. Allen Gemeinden, die durch denselben Fern- oder Verbandsversorger ihr Wasser beziehen, werden daher alle Gewinnungsstellen bzw. -mengen des Fern- oder Verbandsversorgers anteilig zugewiesen und anteilig berücksichtigt. Daher kann es vorkommen, dass einzelnen Gemeinden eine Entnahme aus einem Grundwasserkörper (über die Gewinnungsstellen des Fern- oder Verbandsversorgers) zugewiesen wird zu dem keine echte physische Verbindung in Form eines Leitungsnetzes besteht. Auch wenn nicht festgestellt werden kann von welcher Gewinnungsstelle des Fern- oder Verbandsversorgers zu welcher Gemeinde das Wasser geleitet wird, bleiben die Gesamtsumme der Entnahme eines Fern- oder Verbandsversorgers und damit die Entnahmemengen jeder einzelnen Gewinnungsstelle des Fern- oder Verbandsversorgers davon unberührt.

Die Gesamtentnahme aus den jeweiligen Grundwasserkörpern ergibt sich als Summe aller Entnahmen der einzelnen Gemeinden der Grundwasserkörper.

Für die Bilanzierung werden verschiedene Zeitpunkte und Zustände unterschieden. Der Ist-Stand (Mittelwert 2014-2018) zeigt die derzeitige Entnahme je Grundwasserkörper auf Grundlage der aktuellen Wasserherkunft der Gemeinden und des derzeitigen Wasserbedarfs gemäß Wasserbedarfsmodell. Für die Bilanzierung der Wasserherkunft 2050 wird wieder der Wasserbedarf der Gemeinden mit dem Wasserbedarfsmodell berechnet. Bei zukünftigen Bedarfssteigerungen wird die Wasserherkunft der Gemeinden, konkret die Aufteilung zwischen Quellressourcen und Brunnennutzungen, einer neuen Beurteilung unterzogen. Bei einer gemischten Versorgung aus Quellen und Brunnen wird die Entnahmemenge der Quellen auf den Ist-Stand (Mittelwert 2014-2018) fixiert. Die dahinterliegende Überlegung ist, dass die Quellschüttungen bereits derzeit so weitgehend wie möglich ausgenutzt werden und sich in Zukunft keine höhere Quellschüttung ergeben wird. Bedarfssteigerungen werden ausschließlich den Brunnennutzungen zugerechnet. Erfolgt die Wasserherkunft der Gemeinde hingegen ausschließlich aus der Ressourcenart Quelle so muss auch eine zukünftige Bedarfssteigerung aus dieser Ressource entnommen werden können.

Zwischen der Betrachtung der Entnahmemengen des Ist-Standes und der Szenarien 2050 verändert sich daher die Ressourcenzusammensetzung der Wasserherkunft. Bei einem im

Vergleich zum Ist-Stand niedrigeren Wasserbedarf der Gemeinde kann das bedeuten, dass, trotz gemischter Versorgung durch Brunnen und Quellen, die Entnahmemenge der Quellen des Ist-Standes den Wasserbedarf der Szenarien 2050 deckt. Wenn dadurch der Anteil der Brunnenentnahmen gänzlich entfallen kann, wird die Entnahmemenge der Quellen auf die Summe des Wasserbedarfs der Gemeinde beschränkt.

Um eine Veränderung der Quellschüttung aufgrund des Klimawandels abzuschätzen, wurde eine Korrelation zwischen den Niederschlägen und den Quellschüttungen ausgewählter Messstellen (95 Quellen) für die Jahre 1990-2017 untersucht. Die Berücksichtigung möglicher Veränderungen der Quellschüttungen aufgrund des Klimawandels konnte in der Bilanzierung der Wasserherkunft jedoch nicht umgesetzt werden. Zusammenhänge zwischen Quellschüttungen und Niederschlägen in räumlicher Nähe können zwar eindeutig belegt werden, für eine flächendeckende Abschätzung und Anwendung der Korrelationen unter Nutzung der Klimawandelszenarien reichen aber die verfügbaren Daten nicht aus. Ein eindeutiger langfristiger Trend zu sinkenden Quellschüttungen konnte darüber hinaus nicht festgestellt werden.

3.6 Bilanzierung

Für die Bilanzierungen wird der Wasserbedarf aus dem Wasserbedarfsmodell, bzw. wenn vorhanden aus den Realdatenerhebungen, mit der Wasserherkunft jeder einzelnen Gemeinde zusammengeführt. Innerhalb des Wasserbedarfsmodells werden folgende Anteile unterschieden:

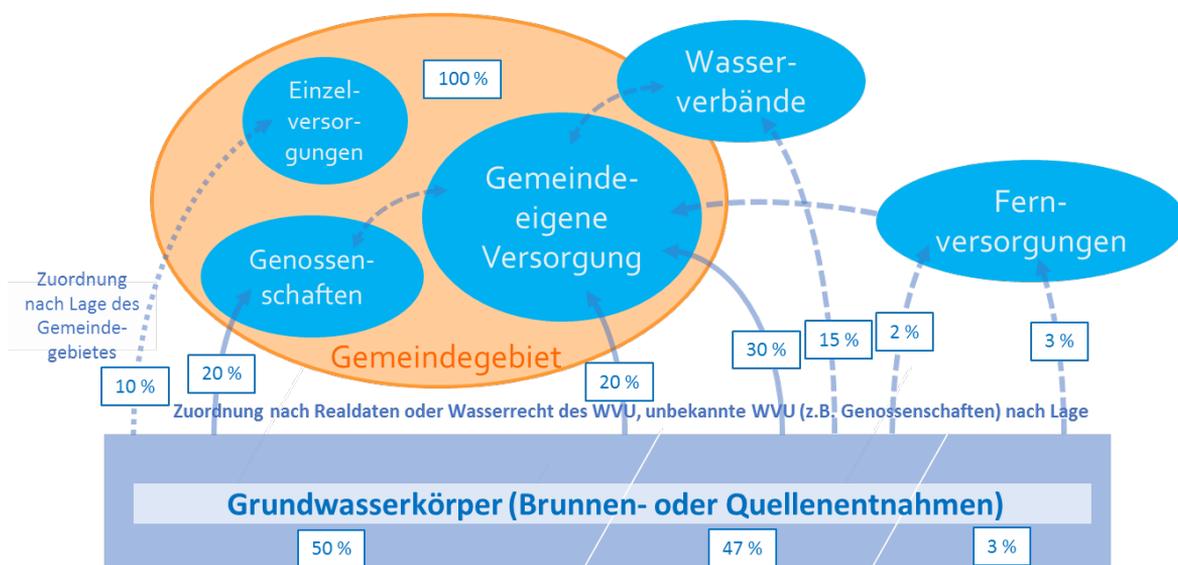
- Wasserbedarf der Verbraucher (Haushalte inkl. sonstiger mitversorgter Verbraucher),
- Zurückgeleitetes Wasser (absichtliche Ausleitungen nach Trinkwasserkraftwerken oder beabsichtigte Behälterüberläufe, jedoch werden nur aktive Entnahmen aus Brunnen oder Stollen berücksichtigt),
- Aufbereitungsverluste (Spülwässer, Retentat etc.),
- Eigenverbrauch des WVU (Behälterreinigungen, Netzspülungen etc.) und
- Wasserverluste aus dem Leitungsnetz (reale Verluste aus Leckagen oder Rohrbrüchen etc.)

Der Gesamtbedarf einer Gemeinde wird entsprechend der jeweiligen Aufteilung der Wasserherkunft einem Grundwasserkörper zugeordnet. Alle Anteile außer den realen Wasserverlusten bleiben dauerhaft den Grundwasserkörpern entnommen und werden über die

Abwasserableitung letztendlich in einen Vorfluter abgegeben. Die realen Wasserverluste aus den Wasserleitungsnetzen versickern hingegen aus den Leitungsnetzen in den darunterliegenden oberflächennahen Grundwasserkörper. Diese Wassermengen werden in der Gesamtbilanz als bereits implizit vorhandene Wassermengen betrachtet. Das bedeutet, dass die Verlustmengen in ihrer typischen, langfristigen Größenordnung bereits in den zur Ressourcenbeurteilung verwendeten Pegelständen enthalten sind.

Alle Entnahmen verschiedener Wasserversorgungen einer Gemeinde (z.B. gemeindeeigene Versorgung, Genossenschaften, Einzelversorgungen aber auch Verbands- oder Fernversorgungen) die Wasser aus dem gleichen Grundwasserkörper entnehmen werden letztendlich zu einer Entnahmesumme der Gemeinde aus dem betreffenden Grundwasserkörper aufsummiert. Das Schema in Abbildung 26 zeigt einen Überblick über die Möglichkeiten der Wasserherkunft für die Trinkwasserversorgung einer Gemeinde. In der endgültigen Zuordnung der Wasserentnahmen einer Gemeinde zu den NGP-Grundwasserkörpern scheinen die Wassermengen, die über Verbands- oder Fernversorgungen an die Gemeinden geliefert werden, nicht mehr separat gekennzeichnet auf, sondern sind nur noch Gemeindenamen enthalten.

Abbildung 26: Schema möglicher Versorgungsarten einer Gemeinde und deren Wassergewinnungen (exemplarisch)



Quelle: BOKU

3.7 Zusammenfassung methodischer Herausforderungen

In Fällen von Differenzen zwischen mehreren vorliegenden Datenquellen musste individuell beurteilt werden, welche Datenquelle zur weiteren Verwendung herangezogen werden sollte. Im Allgemeinen wurde den vollständigeren bzw. differenzierteren Datenangaben der Vorzug gegeben.

Für alle aus der Realdatenerhebung bekannten Einzelfälle mit intensiven Wassernutzungen, die vom Wasserbedarfsmodell nicht ausreichend genau abgebildet werden, müssen Korrekturwerte angegeben werden. Bei künftigen Abschätzungen oder beim Schließen von Datenlücken werden diese Sonderfälle somit weiterhin berücksichtigt.

Große Informationsdefizite gibt es bei der flächendeckenden Abschätzung der Wasserherkunft je Gemeinde. Während für einige Gemeinden in den ergänzenden Zusatzerhebungen diesbezüglich Realdaten erhoben werden konnten, stehen für viele Gemeinden nur die Wasserbuchauszüge, teilweise ohne Angaben zu den Konsensmengen, zur Verfügung. Bei Vorliegen mehrerer Gewinnungsstellen je Gemeinde kann die reale Wasserherkunft somit nicht festgestellt werden, sondern muss aliquot nach Konsensmengen abgeschätzt oder nach Anzahl der Gewinnungsstellen aufgeteilt werden. Zur Feststellung der Wasserherkunft von Gemeinden die zum Teil oder gänzlich durch eine Fernversorgung oder einen Wasserverband versorgt werden, muss der Versorger und dessen Wasserherkunft erhoben werden und der Gemeinde (gegebenenfalls mengenaliquot) zugeordnet werden.

3.8 Unberücksichtigte Entnahmekomponenten in der Wasserversorgung

Im Sektor der Wasserversorgung wurden alle Wasserentnahmen aus Quellen und Brunnen, jeweils aus oberflächennahen Grundwasserkörpern und Tiefengrundwasserkörpern berücksichtigt, die der öffentlichen Wasserversorgung oder Einzelwasserversorgung von Haushalten dient.

Eine Sondersituation stellt das sogenannte zurückgeleitete Wasser dar. Dabei handelt es sich zumeist um Wasserentnahmen aus Quellen, die zur Stromerzeugung über ein Trinkwasserkraftwerk geleitet, aber nicht vollständig für die Wasserversorgung benötigt werden. Außerdem zählen beabsichtigte Behälterüberläufe zum zurückgeleiteten Wasser. Wenn es sich bei dem zurückgeleiteten Wasser um Quellwasser handelt, das frei zutage tritt, werden

die zurückgeleiteten Mengen, die zeitlich und räumlich nahe wieder an ein Oberflächenwasser abgegeben werden, nicht als Entnahmen gezählt.

Eine Ausnahme sind zurückgeleitete Wassermengen, die nicht aus frei zutage tretenden Quellen stammen. In Fällen von aktiven Wasserentnahmen (Brunnen- oder Stollenentnahmen) werden zurückgeleitete Wassermengen als Entnahmen gezählt, da sie nicht auf natürliche Weise einem Oberflächenwasser zufließen würden.

3.9 Methodik zur regelmäßigen/jährlichen Aktualisierung der Daten

3.9.1 Wasserbedarfsmodell

Um das Wasserbedarfsmodell auch in Zukunft anwenden zu können, wurde eine Methodik erarbeitet, mit der das Modell gegebenenfalls unter zusätzlichem Einbezug von neuen Realdaten aktualisiert werden kann. Dazu wurde in einem Excel-Dokument eine Update-Vorlage geschaffen und eine Anleitung erstellt. Die Vorlage ist nicht dafür geeignet, Daten unterschiedlicher Jahre zu speichern, sondern für das gewählte Betrachtungsjahr neue Werte des Wasserbedarfs je Gemeinde zu berechnen. Für eine Zusammenstellung der Werte über mehrere Jahre müssen die Modellwerte in eine eigene Datei geladen werden.

3.9.2 Bezugsquellen für Einflussfaktorendaten

Die in der Update-Vorlage einzutragenden Parameter der Einflussfaktoren auf den Wasserverbrauch können von folgenden Bezugsquellen herangezogen bzw. daraus berechnet werden:

- Bevölkerungszahl: Bevölkerungszahlen je Gemeinde lt. Statistik Austria (Statistik Austria, 2019b, 2020a)
- Nebenwohnsitze: Nebenwohnsitzfälle bzw. weitere Wohnsitze je Gemeinde lt. ZMR bzw. der Registerzählung der Abgestimmten Erwerbsstatistik der Statistik Austria (Statistik Austria, 2020c)
- Pendlerbewegungen: Einpendlerinnen und Einpendler- und Auspendlerinnen und Auspendler je Gemeinde lt. ZMR bzw. der Registerzählung der Abgestimmten Erwerbsstatistik der Statistik Austria (Statistik Austria, 2020b)
- Nächtigungszahlen: Nächtigungen je Gemeinde lt. Statistik Austria (STATcube – Statistische Datenbank von STATISTIK AUSTRIA, 2020)

- Potentielle Evapotranspiration (ETp) je Gemeinde (Spartacus und Winfore Datensätze der ZAMG, aus allen Rasterpunktdaten einer Gemeinde wird ein Mittelwert für die jeweilige Gemeinde berechnet)

3.9.3 Wassergewinnung

Die Bilanzierung Wassergewinnung gibt an, welche Trinkwassermenge eine Gemeinde zur zentralen Wasserversorgung aus einem Grundwasserkörper entnimmt. Es wird in Entnahmen aus Brunnen oder Quellen jeweils aus oberflächennahen Grundwasserkörpern und Entnahmen aus Tiefengrundwasserkörpern unterschieden. Für eine Aktualisierung der Bilanz bedarf es in der Regel der Überprüfung und gegebenenfalls Anpassung der Liste der Wasserherkunft je Gemeinde und der Verbandsliste.

Die Liste der Wasserherkunft je Gemeinde gibt an, aus welchen Gewinnungsstellen die jeweilige Gemeinde das Wasser für die Trinkwasserversorgung bezieht. Bei der Wasserherkunft wurden die verschiedenen Gewinnungsstellen nach Gemeindegebiet, Ressourcenart und Grundwasserkörper unterschieden. Die Angaben zu den verschiedenen Gewinnungsstellen können manuell geändert werden. Es ist darauf zu achten, dass der Anteil der Ressourcenart einer Gemeinde (oder eines Fern- oder Verbandsversorgers) in Summe 100 % ergibt.

Des Weiteren wurde zwischen gemeindeeigener, gemeindeinterner genossenschaftlicher bzw. Einzelversorgung oder einer Fern- oder Verbandsversorgung unterschieden. Der Name des Fern- oder Verbandsversorgers ist in der Spalte „Versorgername“ einzutragen und muss in genauer Übereinstimmung mit dem eingetragenen Namen in der Wasserherkunft-Verbandsliste sein. Der Anteil der Fern- oder Verbandsversorgung ist für die jeweilige Gemeinde in der Wasserherkunft-Gemeindeliste (zwischen 0 und 100 %) einzutragen. In der Zusammenstellung der Ressourcenart der jeweiligen Gemeinde wird der Gewinnungsmix einer etwaigen Fern- oder Verbandsversorgung anteilig in die Bilanzierung der Wasserherkunft der Gemeinde übernommen. Ebenso kann ein neuer Fern- oder Verbandsversorger mit eigenen Gewinnungsstellen angelegt und zur Versorgung einer Gemeinde zugeschrieben werden.

Für zeitnahe Neuberechnungen der Entnahmebilanzen kann die Anpassung der Liste der Wasserherkunft je Gemeinde gegebenenfalls entfallen. Je weiter die gegenständliche Berechnung des Ist-Standes (Mittelwert der Jahre 2014-2018) bei einer Neuberechnungen zu-

rückliegt, desto größer werden allerdings die Unschärfen, die sich durch neue Wasserrechte, geänderte Entnahmesituationen, Erweiterungen, Zusammenschlüsse oder Verbände ergeben.

Der Arbeitsaufwand zur Überprüfung bzw. Änderung der Wasserherkunft einer Gemeinde umfasst insbesondere die Zuordnung der Gewinnungsstellen aus dem Wasserbuch und die Verschneidung der Gemeinde mit den Grundwasserkörpern. Als Voraussetzung ist das Vorliegen der nötigen Datengrundlagen (aktuelle Realdaten oder zumindest aktueller Wasserbuchauszug mit Konsensmengen) zu nennen.

Bei einer Änderung der Liste der Wasserherkunft je Gemeinde oder der Liste der Wasserherkunft der Fern- und Verbandsversorgungen (Verbandsliste) sind bei der betreffenden Gemeinde bzw. des Fern- und Verbandsversorgers die Einträge zur Kategorie der Datenqualität (Ressourcenart und GWK-Zuordnung) ebenfalls entsprechend zu aktualisieren.

Die Überführung der Wasserherkunft zur Bilanzerstellung erfolgt je Gemeinde über den Verweis auf die Teilgrundwasserkörper. Die Verweiskfunktion befindet sich in einer eigenständigen Liste, deren Ergebnis die prozentuale Entnahme der Gemeinden je Teilgrundwasserkörper und Ressourcenart darstellt. Da die Zuordnung zur jeweiligen Gemeinde auf der Auflistung aller Gemeinden beruht muss diese Auflistung zwischen den einzelnen Listen unbedingt in Übereinstimmung gehalten werden. Die Überführung zur Bilanzerstellung erfolgt auf der Grundlage einer aliquoten Aufteilung der Ressourcenarten der Gewinnungsstellen der Gemeinden und den angeschlossenen Fern- und Verbandsversorgern. Diese Aufteilung der prozentualen Entnahme muss für jede Gemeinde über alle Grundwasserkörper und Ressourcenarten in Summe immer 100 % ergeben, damit der gesamte Wasserbedarf der Gemeinde einem Grundwasserkörper zugerechnet ist. Durch diese Art der Überführung der Wasserherkunft der Fern- und Verbandsversorgungen in die Wasserherkunft je Gemeinde werden die Gewinnungsstellen und damit die Entnahmen in der Bilanzierung nur noch den einzelnen Gemeinden zugeordnet.

Bei mehreren Fern- oder Verbandsversorgern einer Gemeinde müssen der Anteil und die Art der Ressource sowie die jeweilige Wasserherkunft (Grundwasserkörper der Entnahmen der Fern- oder Verbandsversorger) aliquot zum Anteil der Versorgung manuell ineinander überführt werden, sodass jeweils nur ein einzelner Eintrag pro Ressourcenart und Grundwasserkörper vorhanden ist (Liste der Wasserherkunft je Gemeinde-am Ende der Zeile der jeweiligen Gemeinde).

In der Ergebniszusammenstellung der Wasserherkunft (Liste mit Prozentwerten der Wasserherkunft jeder Gemeinde zu den einzelnen Teilgrundwasserkörpern) können Grundwasserkörper als Spalten hinzugefügt oder gelöscht werden. Die eindeutige Nummerierung der Grundwasserkörper gewährleistet eine übereinstimmende Zuordnung zwischen der Ergebniszusammenstellung und der Bilanzerstellung.

Eine Änderung der Zuordnung der Grundwasserkörper muss in der Liste der Wasserherkunft je Gemeinde und der Verbandsliste für alle betreffenden Gewinnungsstellen manuell nachgeführt werden, damit wieder eine 100 %-Zuordnung stattfinden kann.

Die Bilanzierung der Entnahmen je Gemeinde aus einem Grundwasserkörper erfolgt über die Aufteilung der Ressourcenart auf die einzelnen Grundwasserkörper und dem Wasserbedarf der Gemeinde. Daraus ergibt sich die Entnahmemenge je Grundwasserkörper in m^3/a . Ein Abgleich der Summen aller Entnahmen einer Gemeinde mit dem Bedarf der Gemeinde (Wasserbedarfsmodell) stellt sicher, dass eine vollständige Zuordnung der Gewinnungsstellen erfolgt ist.

4 Bedarf der Wasserversorgung

Ist-Stand

4.1 Grundlegenden Daten zu den Einflussfaktoren auf den Wasserbedarf

Ziel war es ein Wasserbedarfsmodell zu entwickeln, das mit allgemein verfügbaren statistischen Daten und Aufzeichnungen als Einflussfaktoren eine differenzierte Abschätzung des Wasserbedarfs unterschiedlicher Gemeinden liefern kann. Nachfolgend sind die dazu verwendeten Grundlegenden Daten zusammengefasst. Ausführliche Details dazu finden sich in Kapitel 3.4 ab Seite 24.

Wesentlichster Einflussfaktor auf den **Wasserbedarf der Wasserversorgung** ist die Bevölkerungsentwicklung. Darüber hinaus haben auch der Tourismus (ausgedrückt als Nächtigungszahlen), Nebenwohnsitze, Arbeitsplätze (ausgedrückt durch Pendlerbewegungen) und das Klima einen relevanten Einfluss auf den Wasserbedarf eines Versorgungsgebietes. Veränderungen der genannten Faktoren beeinflussen die zukünftige Entwicklung des Wasserbedarfs.

4.2 Wasserbedarf Ist-Stand

Wie im Kapitel Methoden - Wasserbedarfsmodell beschrieben, wurden für die Modellbildung zur Hochrechnung des Ist-Standes multiple lineare Korrelationen untersucht. Um zu bestimmen, ob eine erklärende Variable einen signifikanten Einfluss auf die Zielvariable hat, wurde der p-Wert betrachtet. Dieser Wert ist in der Statistik ein Evidenzmaß für die Glaubwürdigkeit der Nullhypothese (kein Einfluss der untersuchten Variable). Das Signifikanzniveau wird bei 5 % angesetzt. Falls der p-Wert einer Variablen kleiner als 5 % ist, kann angenommen werden, dass die Variable einen Einfluss auf die Zielvariable hat. In diesem Fall ist die Zielvariable die Kennzahl des Pro-Kopf-Bedarfs je Gemeinde inklusive sonstiger mitversorgter Verbraucher (Öffentliche Einrichtungen, Dienstleistungsgewerbe, Industrie, produzierendes Gewerbe und Landwirtschaft). Folgende erklärende Variablen wurden letztendlich in das Wasserbedarfsmodell zum Ist-Stand mit einbezogen:

- Pendlerindex (p-Wert = $3,6 \cdot 10^{-46}$)
- Potentielle Evapotranspiration (p-Wert = $9,4 \cdot 10^{-30}$)
- Nächtigungszahlen je Hauptwohnsitz (p-Wert = $2,7 \cdot 10^{-30}$)
- Nebenwohnsitze je Hauptwohnsitz (p-Wert = $1,9 \cdot 10^{-8}$)

Die genannten Variablen weisen einen deutlich geringeren p-Wert als 5 % auf und werden somit als signifikant erachtet. Bei den restlichen untersuchten Variablen – Klimatische Wasserbilanz, Großvieheinheiten, Bevölkerungszahl absolut und Lage des Gemeindegebietes in Bewässerungsgebieten – liegt der p-Wert über dieser Grenze. Die letztgenannten Variablen wurden somit nicht in die Modellbildung mit einbezogen.

Die Regression mit den Variablen Pendlerindex, ET_p, Nächtigungen je Hauptwohnsitz und Nebenwohnsitze je Hauptwohnsitz ergibt einen multiplen Korrelationskoeffizienten von 46 %. Dieser gibt das Maß des linearen Zusammenhangs mehrerer Variablen zur Zielvariablen an. Die berechnete Regressionsgerade lautet wie folgt:

$$\begin{aligned} \text{Pro – Kopf – Bedarf je Gemeinde} = & \\ & 16,01 + 59,91 * \text{Pendlerindex} + 1,48 * \text{ET}_p \\ & + 0,35 * \text{Nächtigungen je Hauptwohnsitz} \\ & + 58,73 * \text{Nebenwohnsitze je Hauptwohnsitz} \end{aligned}$$

Insgesamt sind für die Jahre 2014 bis 2018 1.956 einzelne Datensätze vorhanden, die für die Regression geeignet waren. Das Wasserbedarfsmodell basiert auf der Zusammenstellung dieser Datensätze (Gemeindematrix) und weist eine ähnliche Struktur auf. Auch hier werden sowohl Gemeindename wie auch Gemeindekennziffer angeführt, wodurch jeder Datensatz eindeutig zuordenbar ist.

Für Gemeinden bei denen plausible und aktuelle Realdaten verfügbar waren, wurden diese Daten berücksichtigt. Wenn in Gemeinden keinerlei Daten verfügbar waren, sind die Modelldaten eingetragen. Gemeinden mit wenig plausiblen oder nur älteren Realdaten wurden mit den Landesregierungen abgestimmt. Durchschnittlich beträgt die Pro-Kopf-Wasserent-

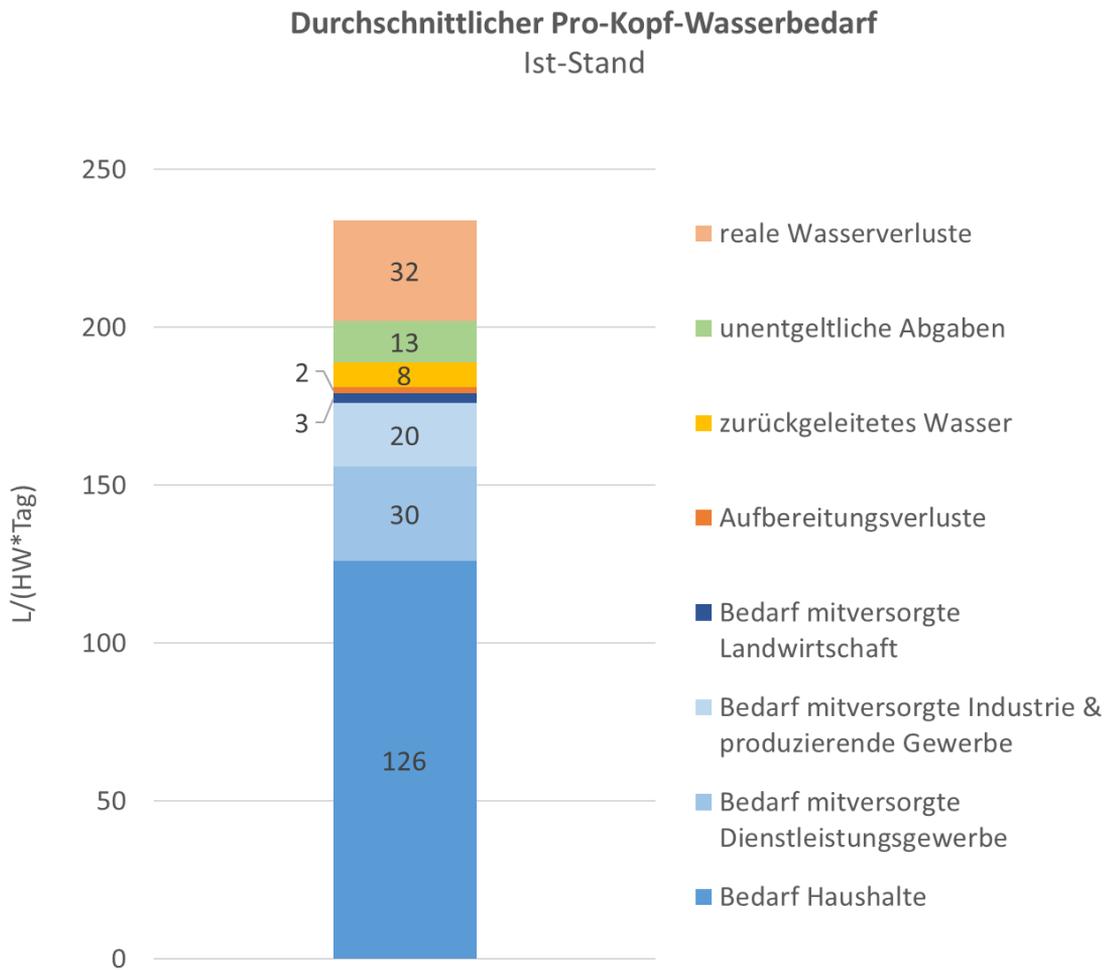
nahme für die Versorgung inklusive allen mitversorgten Verbraucher und Verlusten in Österreich 234 Liter pro Hauptwohnsitz und Tag ($L/(HW*Tag)$)¹. Diese Zahl setzt sich folgendermaßen zusammen:

- Verbrauch in Haushalten (126 L/(HW*Tag))
- Dienstleistungsgewerbe (30 L/(HW*Tag))
- Industrie und produzierendes Gewerbe (20 L/(HW*Tag))
- Landwirtschaft (3 L/(HW*Tag))
- Aufbereitungsverluste (2 L/(HW*Tag))
- zurückgeleitetes Wasser (8 L/(HW*Tag), nur aktive Entnahmen berücksichtigt)
- unentgeltliche Abgaben (13 L/(HW*Tag))
- reale Verluste (32 L/(HW*Tag))

Abbildung 27 zeigt diese Zusammensetzung der Wassermengen. Abbildung 28 zeigt das Ergebnis des Wasserbedarfsmodells zum Ist-Stand des Wasserbedarfs je Gemeinde als Pro-Kopf-Bedarf in Liter pro Hauptwohnsitz und Tag inkl. allen mitversorgten sonstigen Verbrauchern.

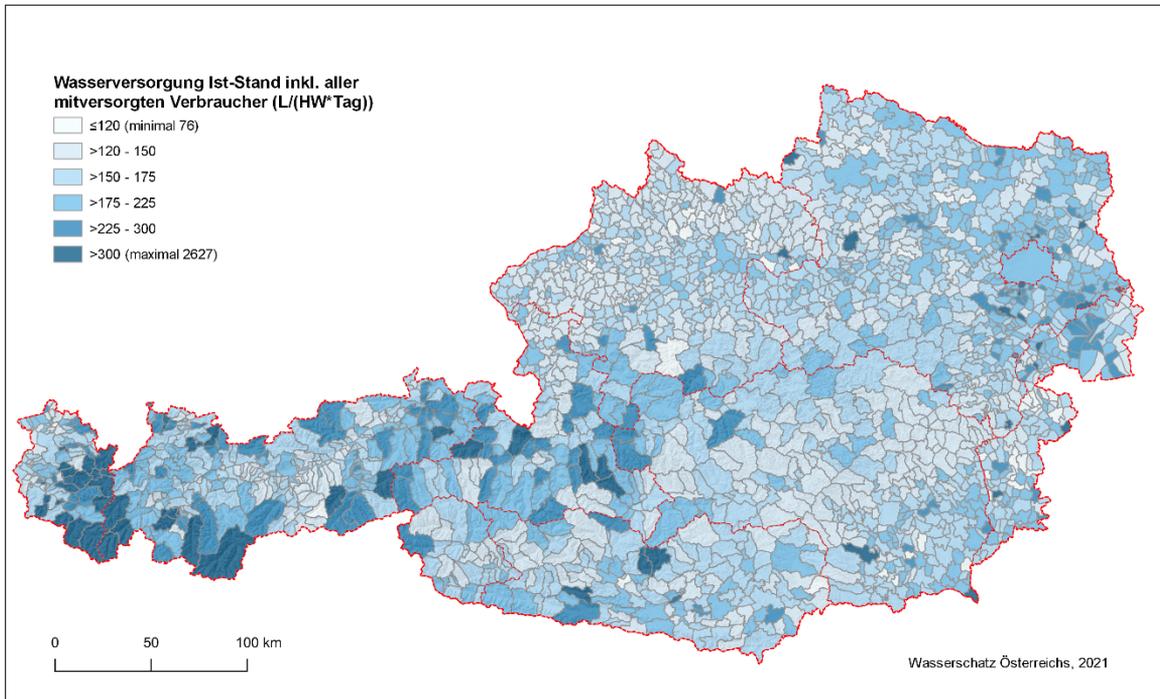
¹ Bei der Berechnung der durchschnittlichen Pro-Kopf-Wasserverbrauchs-Kennzahl sind auch die deutschen Gemeinden Passau und Burghausen mit eingeflossen, da diese für die Trinkwasserversorgung Wasser aus Österreich beziehen.

Abbildung 27: Durchschnittlicher Pro-Kopf-Wasserbedarf inkl. sonstigen Verbrauchern und Verlusten



Quelle: BOKU

Abbildung 28: Wassernutzung Ist-Stand in Liter pro Hauptwohnsitz und Tag inkl. aller mitversorgten Verbraucher



Quelle: basemap.at, 2020; BEV, 2020; BOKU

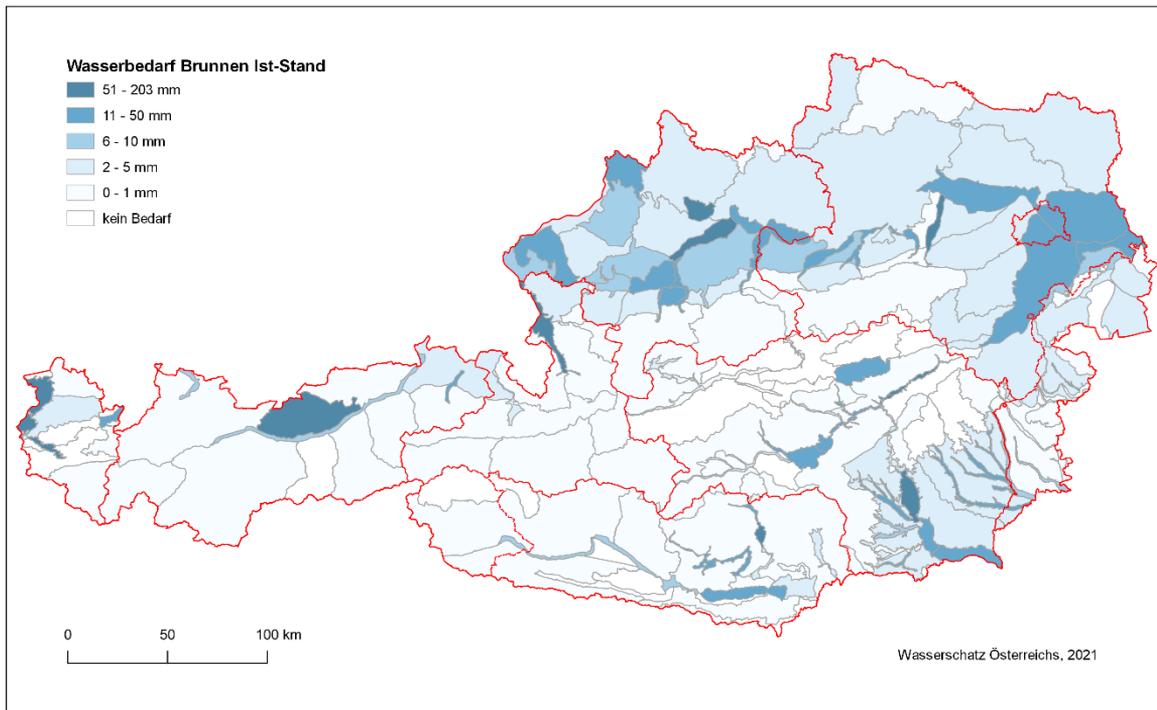
4.3 Wassergewinnung Ist-Stand

Die Ergebnisliste der Wasserherkunft zeigt für jede Gemeinde in Österreich als Prozentwert in Bezug auf die verschiedenen Grundwasserkörper, woher das Wasser für die Trinkwasserversorgung stammt. Alle Entnahmen verschiedener Wasserversorgungen einer Gemeinde (z.B. gemeindeeigene Versorgung, Genossenschaften, Einzelversorgungen aber auch Verbands- oder Fernversorgungen), die Wasser aus dem gleichen Grundwasserkörper entnehmen wurden letztendlich zu einer Entnahmesumme der Gemeinde aus dem betreffenden Grundwasserkörper aufsummiert. In der endgültigen Zuordnung der Wasserentnahmen einer Gemeinde zu den NGP-Grundwasserkörpern scheinen die Wassermengen, die über Verbands- oder Fernversorgungen an die Gemeinden geliefert werden, nicht mehr separat gekennzeichnet auf, sondern sind den Gemeinden zugeordnet.

Abbildung 29 bis Abbildung 32 zeigen die durchschnittlichen jährliche Wasserentnahmen auf Basis der im gegenständlichen Projekt verwendeten Teilgrundwasserkörper (Teile der NGP 2015 Grundwasserkörper) berechnet in mm pro Jahr:

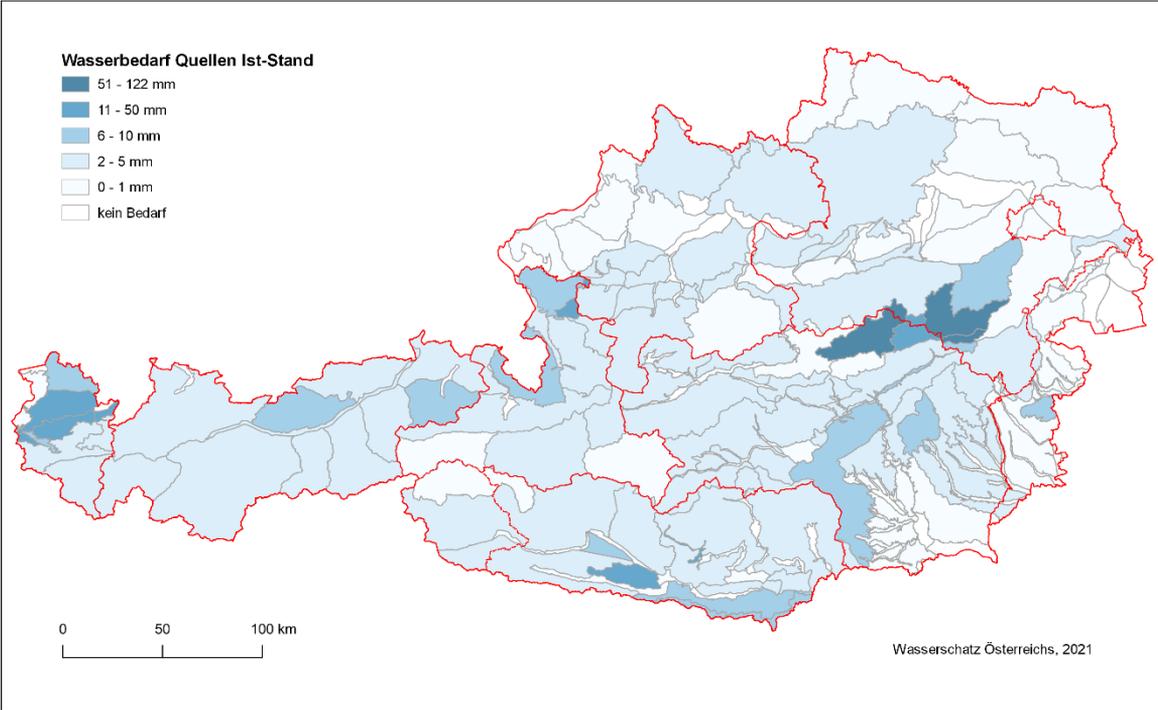
- Abbildung 29: Wasserentnahmen aus Brunnen (Ist-Stand oberflächennahe Grundwasserkörper ohne Tiefengrundwasser)
- Abbildung 30: Wasserentnahmen aus Quellen (Ist-Stand oberflächennahe Grundwasserkörper)
- Abbildung 31: Wasserentnahmen aus Brunnen und Quellen (Ist-Stand oberflächennahe Grundwasserkörper ohne Tiefengrundwasser)
- Abbildung 32: Wasserentnahmen aus Tiefengrundwasserkörpern (Ist-Stand)

Abbildung 29: Wasserentnahmen aus Brunnen (Ist-Stand oberflächennahe Grundwasserkörper ohne Tiefengrundwasser; Angaben in mm pro Jahr)



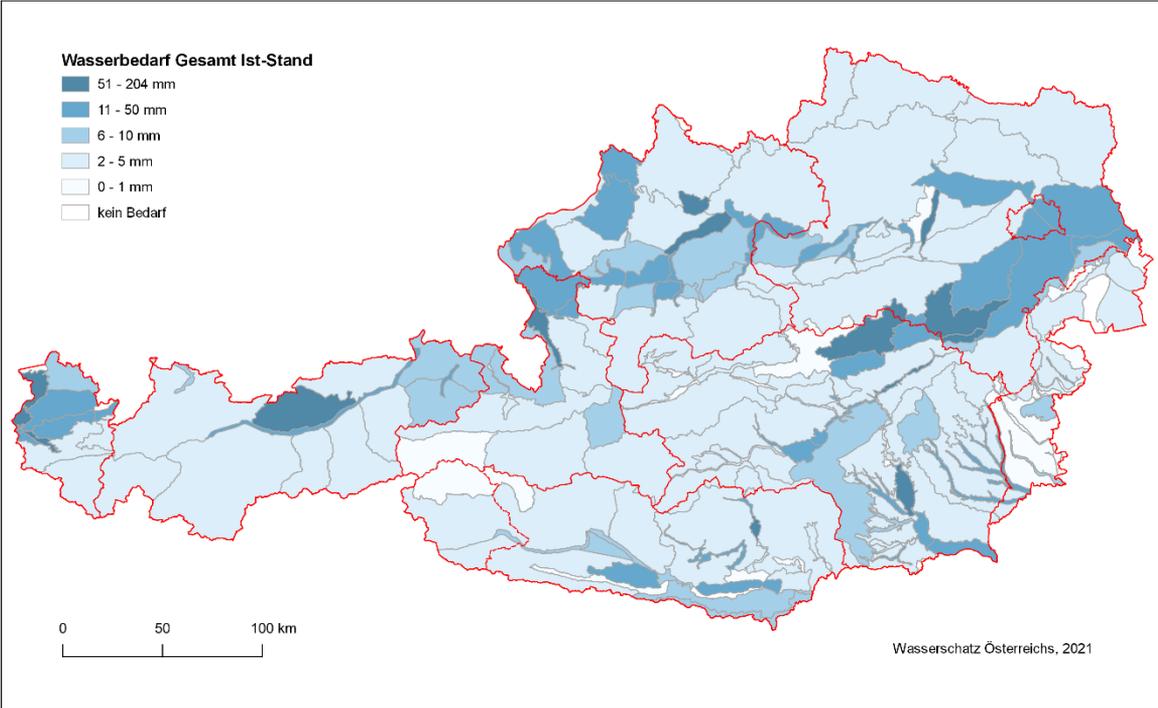
Quelle: BEV, 2020; BOKU

Abbildung 30: Wasserentnahmen aus Quellen (Ist-Stand oberflächennahe Grundwasserkörper; Angaben in mm pro Jahr)



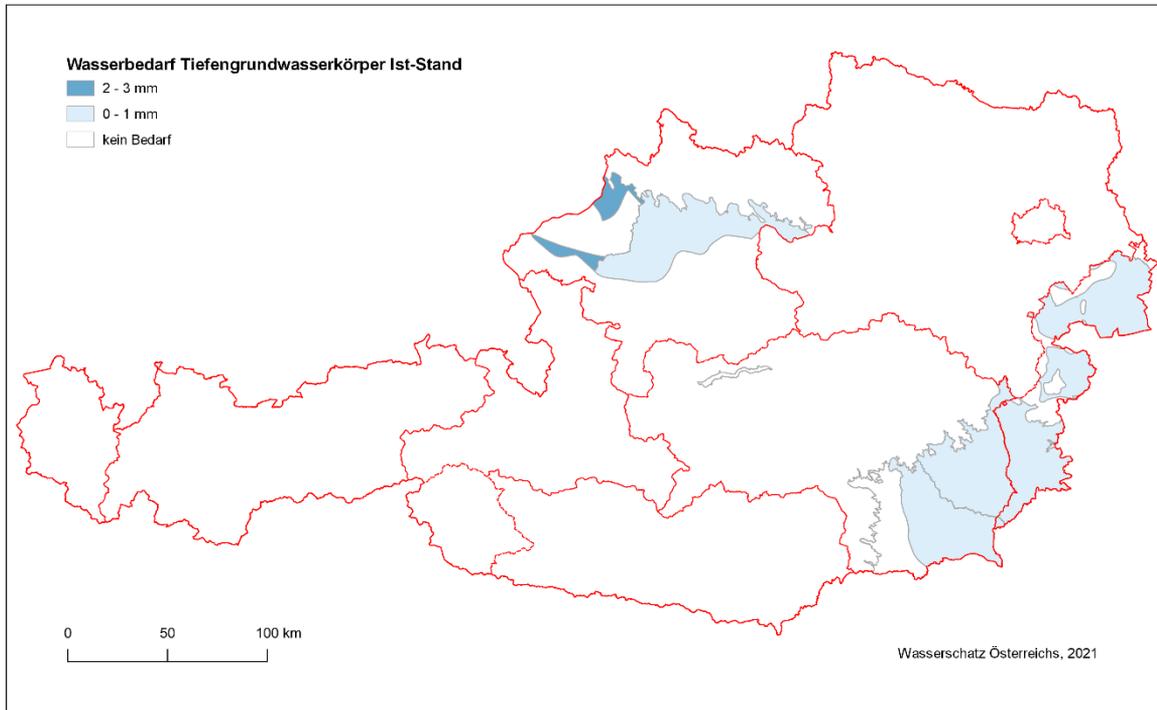
Quelle: BEV, 2020; BOKU

Abbildung 31: Wasserentnahmen aus Brunnen und Quellen (Ist-Stand oberflächennahe Grundwasserkörper ohne Tiefengrundwasser; Angaben in mm pro Jahr)



Quelle: BEV, 2020; BOKU

Abbildung 32: Wasserentnahmen aus Tiefengrundwasserkörpern (Ist-Stand; Angaben in mm pro Jahr)



Quelle: BEV, 2020; BOKU

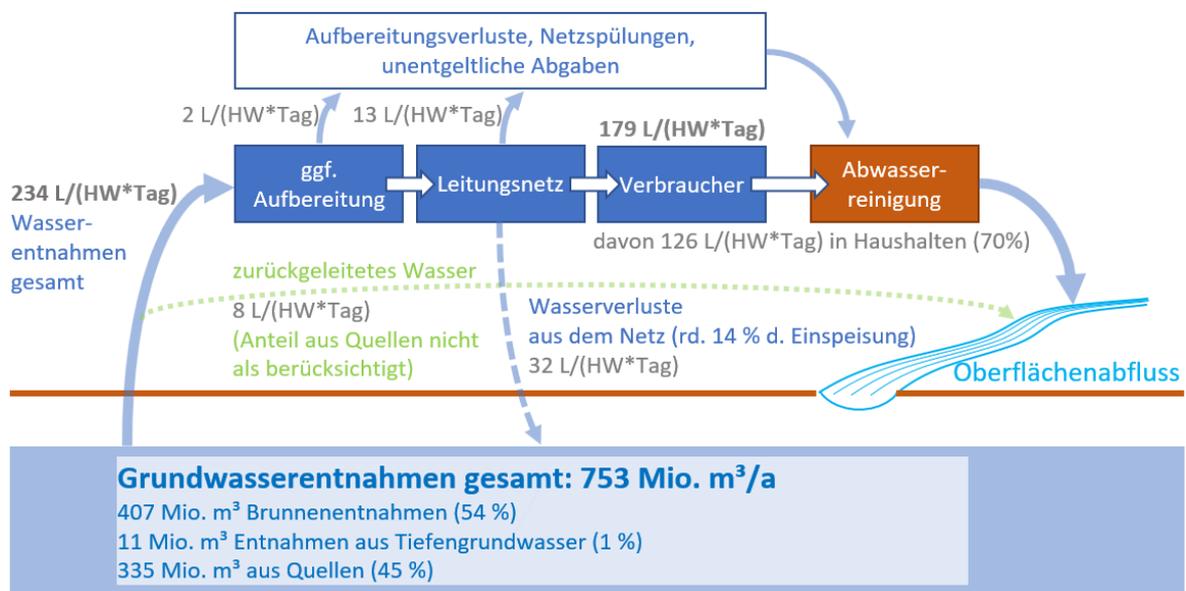
4.4 Zusammenfassung des Wasserbedarfs und Schlussfolgerungen

Ein zusammenfassender Überblick des Wasserbedarfs der österreichischen Wasserversorgung ist in Abbildung 33 dargestellt. Alle Angaben verstehen sich als Durchschnittswerte des Zeitraumes 2014 bis 2018. Sie beinhalten die Wassernutzungen der öffentlichen Wasserversorgung privater Haushalte inklusive der mitversorgten Gewerbe-, Industrie- und Landwirtschaftsbetriebe sowie Eigenversorgungen von Haushalten und mitversorgten Betrieben. Nicht inkludiert sind Eigenversorgungen von Gewerbe-, Industrie- und Landwirtschaftsbetrieben. In der Abbildung sind 179 Liter pro Hauptwohnsitz und Tag als Wassernutzung durch Verbraucher dargestellt. 126 Liter davon (70 %) werden in privaten Haushalten genutzt. Der Rest entfällt auf mitversorgte Gewerbe-, Industrie- und Landwirtschaftsbetriebe. Darüber hinaus sind 32 Liter pro Hauptwohnsitz und Tag als Wasserverluste aus den Leitungsnetzen ausgewiesen. 13 Liter pro Hauptwohnsitz und Tag entfallen auf unentgeltliche Abgaben und Netzspülungen, 2 Liter pro Hauptwohnsitz und Tag auf Aufbereitungsverluste. Durchschnittlich 8 Liter pro Hauptwohnsitz und Tag fallen in die Kategorie „zurückgeleitetes Wasser“ (Übermengen, die absichtlich ausgeleitet werden). Insgesamt ergibt das

eine nötige Wasserentnahme aus den Ressourcen von 234 Litern pro Hauptwohnsitz und Tag oder von insgesamt rund 753 Mio. m³ pro Jahr (Bevölkerungsstand rund 8,7 Mio.).

Die gesamte Entnahme stammt zu rund 54 % aus Brunnen in oberflächennahen Grundwasserkörpern (inkl. vereinzelter Stollenentnahmen), rund 1 % Tiefengrundwasser und knapp 45 % Quellwasserentnahmen. Im Vergleich zum NGP 2015 zeigt die neue Hochrechnung eine geringere Gesamtentnahme (753 Mio. m³ gegenüber 791 Mio. m³ pro Jahr). Dieser Rückgang steht im Einklang mit stagnierenden bzw. rückläufigen Wasserverbräuchen in den Haushalten durch Modernisierungen, erklärt sich aber nur zum Teil daraus. Darüber hinaus können die umfangreichere Datenerhebung und verfeinerte Hochrechnungsmethode als Gründe für die veränderte Gesamtentnahme gesehen werden. Aus der verfeinerten Schätzung der Wasserherkunft ergibt sich aber auch, dass gegenüber dem NGP 2015 ein deutlich höherer Anteil der Gesamtentnahme aus Brunnen festgestellt wurde. So zeigen sich gegenüber der letzten Erhebung (rund 332 Mio. m³ aus Brunnen) nun trotz der geringeren Gesamtentnahmen deutlich höhere Entnahmen aus Brunnen (rund 407 Mio. m³).

Abbildung 33: Wasserbedarf der Wasserversorgung Ist-Stand, alle Zahlen sind Durchschnittswerte 2014-2018, Kennzahlen berechnet in Liter pro Hauptwohnsitz und Tag (L/(HW*Tag)), Bevölkerung: 8,7 Mio.



Quelle: BOKU

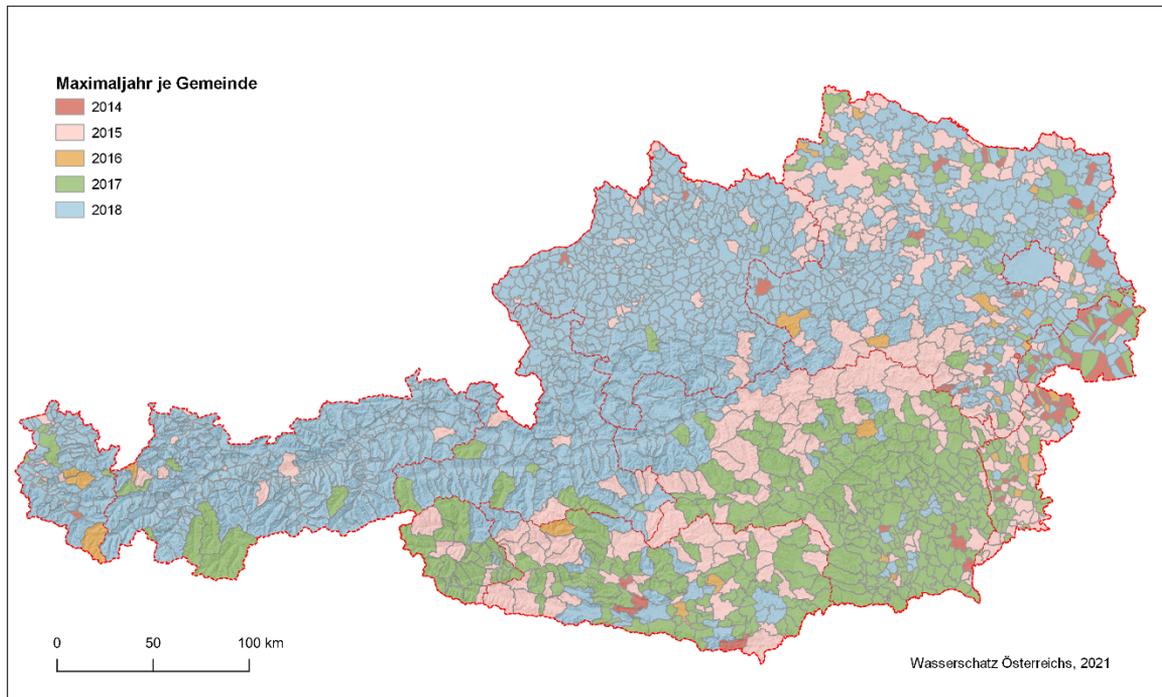
Neben den Wassernutzungen der Verbraucher sind auch die Aufbereitungsverluste oder der Eigenverbrauch des WVU als Wassermengen zu betrachten die über die Abwasserableitung und über die Abwasserreinigungsanlagen in Oberflächengewässer eingeleitet werden und somit dem Grundwasserkörper entnommen sind. Bewässerungswassermengen privater Hausgärten werden nicht (auch nicht anteilig) als Grundwasseranreicherung betrachtet, da zu den Zeitpunkten der Bewässerung nur eine ohnehin bereits negative klimatische Wasserbilanz ausgeglichen wird und das gesamte Bewässerungswasser von Pflanzen aufgenommen bzw. wieder verdunstet wird. Die realen Wasserverluste aus den Wasserleitungsnetzen versickern hingegen aus den Leitungsnetzen in den darunterliegenden oberflächennahen Grundwasserkörper. Diese Wassermengen werden in der Gesamtbilanz jedoch nicht gegengerechnet, da sie bei kontinuierlicher Betrachtung als bereits implizit vorhandene Wassermengen in den zur Ressourcenbeurteilung verwendeten Pegelständen betrachtet werden.

5 Bedarf der Wasserversorgung in Extremjahren

Die Extremjahrenbetrachtung stammt soweit verfügbar aus den Echtdaten. Gemeinden ohne Daten und Gemeinden mit unvollständigen Zeitreihen (Datenlücken) sind durch Modelldaten ergänzt.

Für die Extremjahrenbetrachtung wurde für jede Gemeinde der maximale Jahreswasserverbrauch in den Jahren 2014 bis 2018 ermittelt. Bei Gemeinden, die für jedes Jahr Daten geliefert haben, konnte der Maximalwert direkt ermittelt werden. Für Gemeinden ohne Daten wurden Modellwerte für die einzelnen Jahre berechnet und aus den ergänzten Daten der Maximalwert bestimmt. Bei Gemeinden mit Datenlücken wurden die Zeitreihen durch Modelldaten ergänzt, wobei aktuelle Sondersituationen, wie in den Methoden beschrieben, durch einen Korrekturwert (Korrekturdelta) berücksichtigt wurden. Dadurch wurde die erhöhte Wassernutzung beispielsweise durch Tourismus oder Industrie mitberücksichtigt. Maßgeblichen Einfluss auf die Höchstwerte des Wasserbedarfs hat neben der Zahl der versorgten Bevölkerung auch die Witterung des Jahres. Bei österreichweiter Betrachtung war 2018 im Betrachtungszeitraum das verbrauchsreichste Jahr. Das Extremjahr setzt sich hingegen aus den jeweiligen Maxima der Gemeinden zusammen und stellt eine fiktive Maximalsituation dar. Diese Vorgangsweise wurde gewählt, da die Maximalsituationen wetterlagenbedingt nicht überall im gleichen Jahr aufgetreten sind. Aus der Betrachtung auf Ebene der Grundwasserkörper heraus ist die Gleichzeitigkeit der Maximalsituation aber weniger relevant als der Bezug auf die Region. Welches Jahr je Gemeinde das verbrauchsreichste war, ist in Abbildung 34 dargestellt. Während im Süden überwiegend im Jahr 2017 die höchsten Wasserverbräuche auftraten, überwiegt in den übrigen Gemeinden das Jahr 2018. In Regionen mit stärkerem Bevölkerungsrückgang hatte es dafür eher im Jahr 2015 den höchsten Wasserbedarf gegeben. 2014 und 2016 waren nur für wenige Gemeinden die verbrauchsreichsten Jahre im Betrachtungszeitraum.

Abbildung 34: Maximaljahr des Wasserbedarfs je Gemeinde im Zeitraum 2014-2018



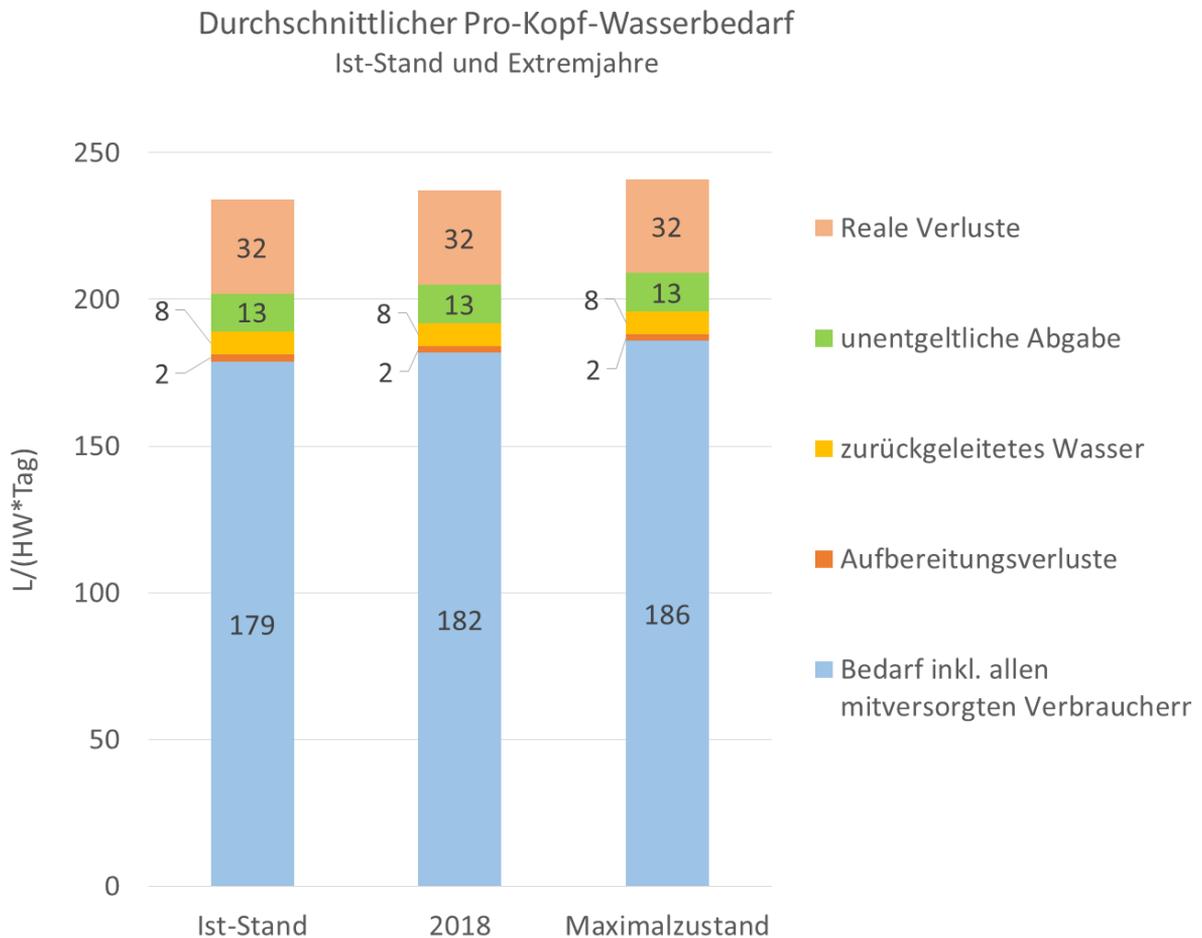
Quelle: BEV, 2020; basemap.at 2020; BOKU

5.1 Wasserbedarf in Extremjahren

Der durchschnittliche Pro-Kopf-Wasserbedarf inklusive aller sonstigen Verbraucher steigert sich im Extremjahr gegenüber dem durchschnittlichen Ist-Stand um $7 \text{ L}/(\text{HW} \cdot \text{Tag})$ auf insgesamt $186 \text{ L}/(\text{HW} \cdot \text{Tag})$. Abbildung 35 zeigt die Zusammensetzung des Pro-Kopf-Wasserbedarf für den Ist-Stand, für das Jahr 2018 und für das fiktive Extremjahr. Die Wassermengen der realen Verluste, Aufbereitungsverluste, zurückgeleitetes Wasser und unentgeltliche Abgaben wurden bei dieser Betrachtung unverändert gelassen.

Die relativ geringe durchschnittliche Verbrauchssteigerung in Extremjahren darf nicht darüber hinwegtäuschen, dass die durchschnittliche Steigerung in Wahrheit aus deutlich höheren Verbräuchen innerhalb einer vergleichsweise kurzen Periode resultieren kann. Dadurch können in Extremjahren deutlich höhere Spitzenverbräuche als in Durchschnittsjahren entstehen.

Abbildung 35: Durchschnittlicher Pro-Kopf-Wasserbedarf inkl. sonstigen Verbrauchern und Verlusten für Ist-Stand, 2018 und Extremjahr

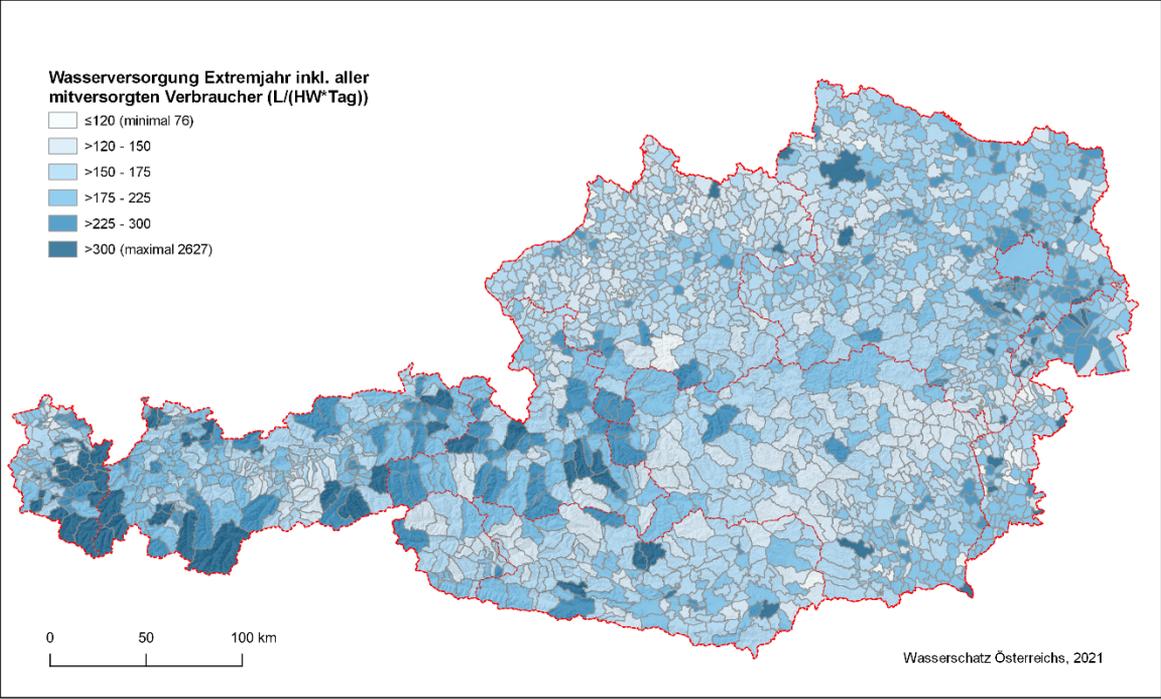


Quelle: BOKU

Für das Extremjahr ist der Pro-Kopf-Wasserbedarf je Gemeinde in Abbildung 36 dargestellt. Um wieviel der Wasserbedarf im Extremjahr im Vergleich zum durchschnittlichen Ist-Stand steigt ist zudem regional und lokal sehr unterschiedlich. Abbildung 37 und Abbildung 38 zeigen, dass die größten Änderungen überwiegend im Osten und rund um Wien auftreten und einen bis über 50 % bzw. 150 L/(HW*Tag) höheren Bedarf betragen können.

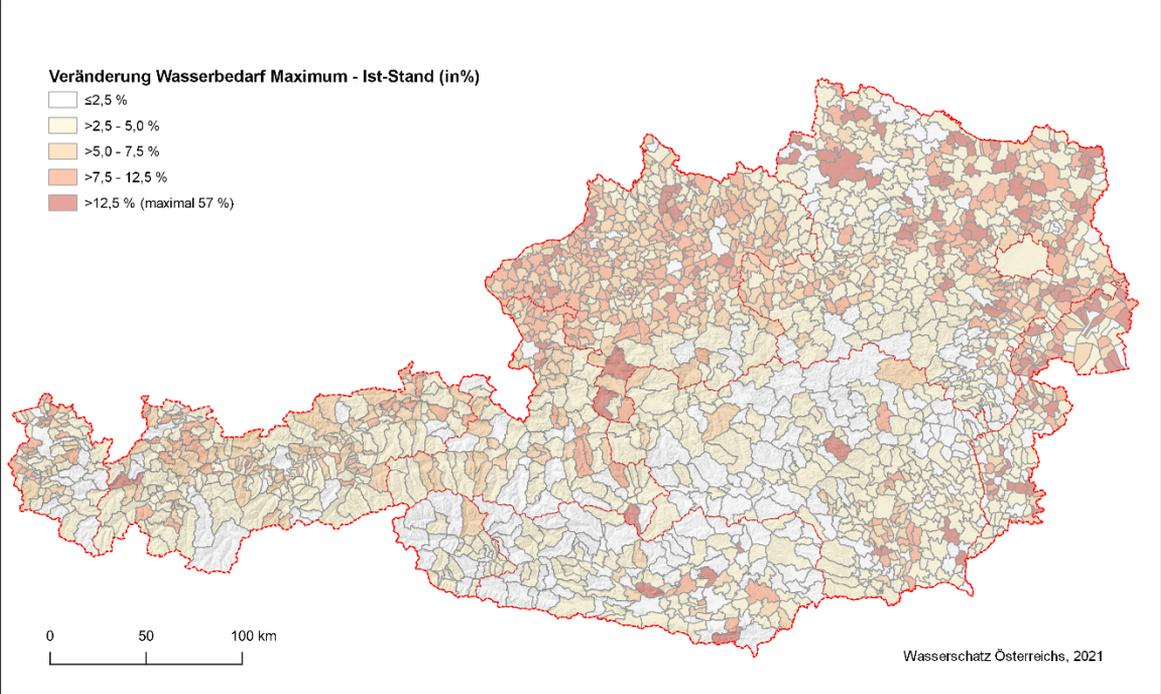
Der Pro-Kopf-Wasserbedarf für das verbrauchsreichste Jahr 2018 ist in Abbildung 39 zu sehen. Im Vergleich zum Ist-Stand sind vor allem in Niederösterreich und Oberösterreich Bedarfssteigerungen zu erkennen. Wie Abbildung 40 zeigt, liegt die höchste Bedarfssteigerung bei über 40 %.

Abbildung 36: Wassernutzung im Extremjahr in Liter pro Hauptwohnsitz und Tag inkl. aller mitversorgten Verbraucher



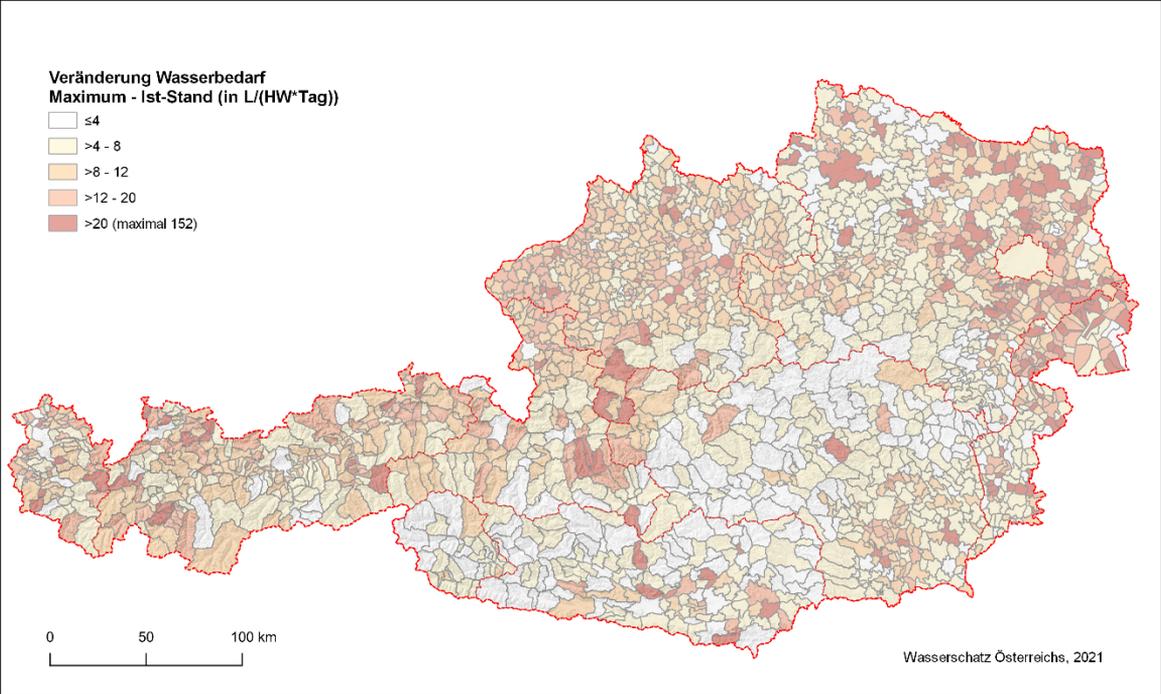
Quelle: BEV, 2020; basemap.at 2020; BOKU

Abbildung 37: Wassernutzung im Extremjahr im Vergleich zum Ist-Stand (in %)



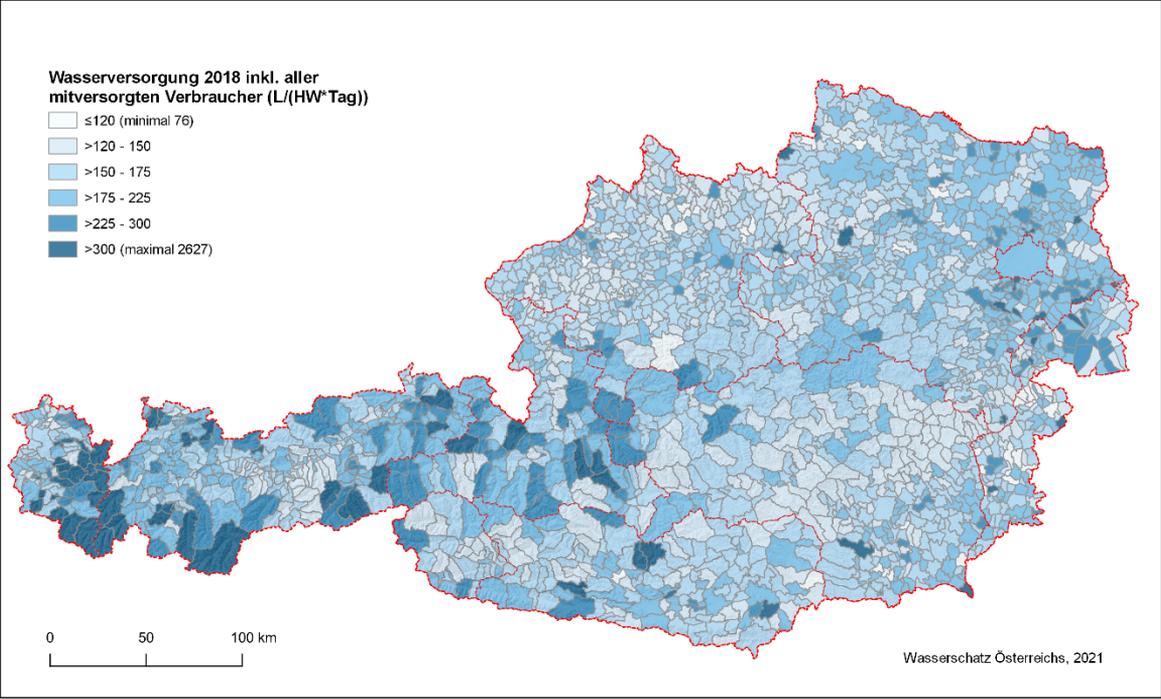
Quelle: BEV, 2020; basemap.at 2020; BOKU

Abbildung 38: Wassernutzung im Extremjahr im Vergleich zum Ist-Stand (in L/(HW*Tag))



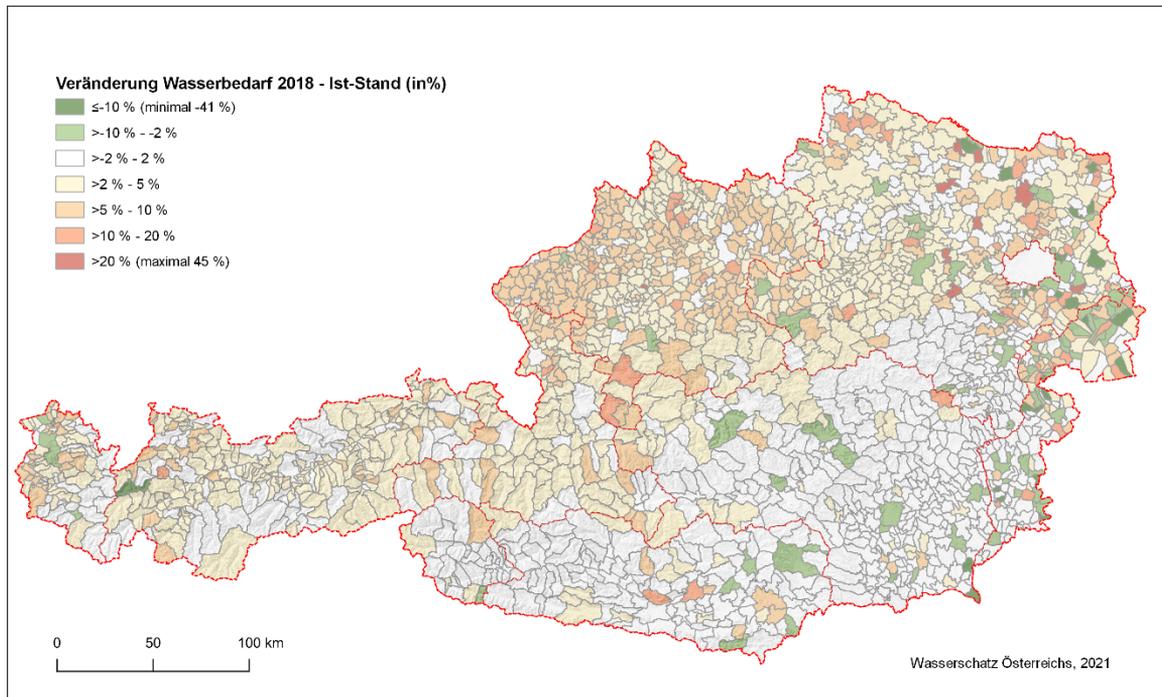
Quelle: BEV, 2020; basemap.at 2020; BOKU

Abbildung 39: Wassernutzung 2018 in Liter pro Hauptwohnsitz und Tag inkl. aller mitversorgten Verbraucher



Quelle: BEV, 2020; basemap.at 2020; BOKU

Abbildung 40: Wassernutzung im Jahr 2018 im Vergleich zum Ist-Stand (in %)

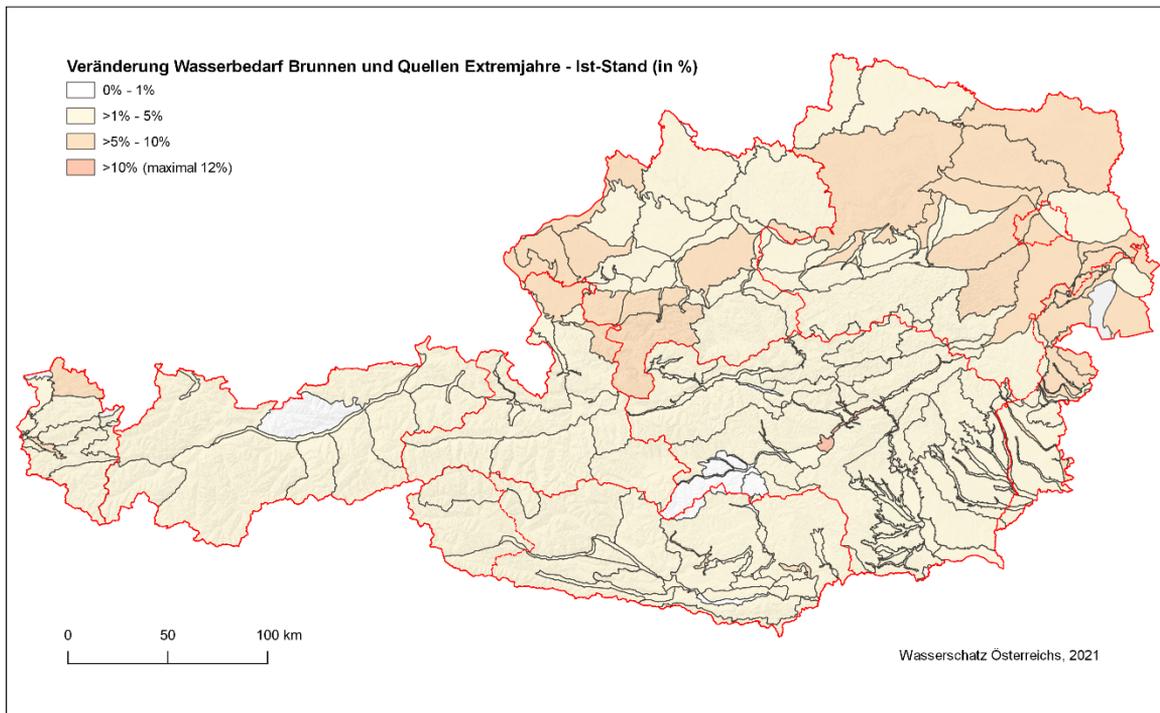


Quelle: BEV, 2020; basemap.at 2020; BOKU

5.2 Wassergewinnung in Extremjahren

Für die Überführung des Wasserbedarfs in Extremjahren in die Bilanzierung der Wassergewinnung wurde dieselbe Liste der Wasserherkunft zugrunde gelegt wie bei der Durchschnittsbetrachtung der Jahre 2014 bis 2018. Abbildung 41 zeigt wie sich die gesamte Wassergewinnung aus Brunnen und Quellen vom durchschnittlichen Ist-Stand zum fiktiven Extremjahr verändern würde. Die Entnahmen aus Tiefengrundwasserkörpern sind nicht berücksichtigt. Eine Begrenzung (Fixierung) der Quellschüttungen erfolgte im Fall der Extremjahre nicht, da die Wassermengen aus Quellen Teil der Realdatenerhebung des Ist-Standes sind und somit auch die Extremjahre inkludieren.

Abbildung 41: Veränderung der Wassergewinnung aus Brunnen und Quellen (ohne Tiefengrundwasser) vom durchschnittlichen Ist-Stand zum fiktiven Extremjahr (in %)

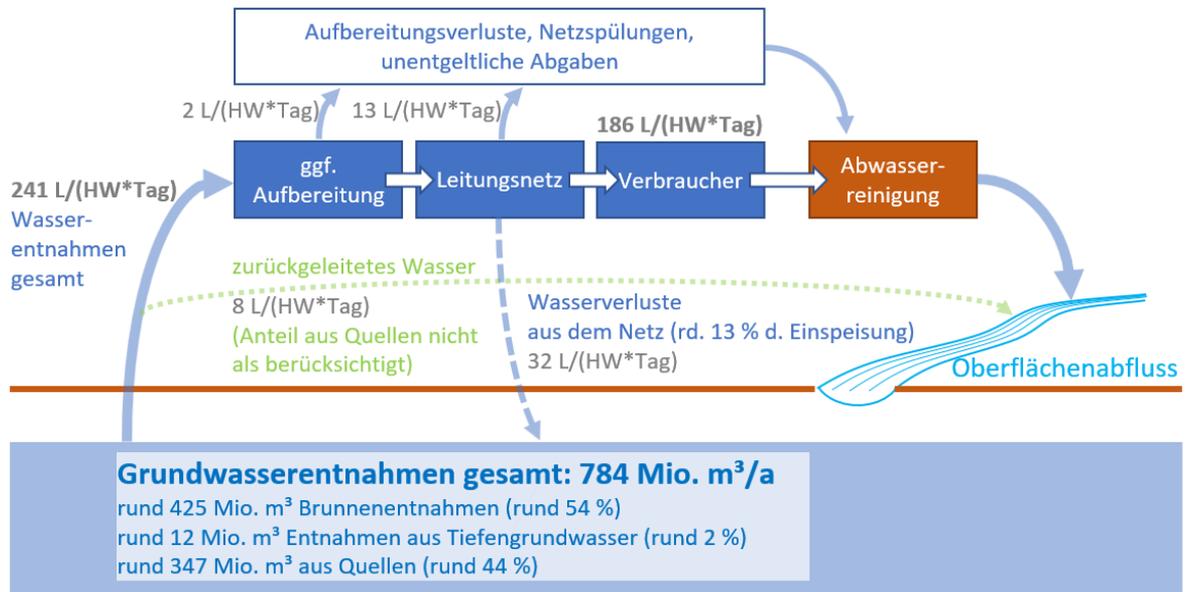


Quelle: BEV, 2020; basemap.at 2020; BOKU

5.3 Zusammenfassung des Wasserbedarfs in Extremjahren

Abbildung 42 zeigt eine Zusammenfassung des Wasserbedarfs der österreichischen Wasserversorgung im fiktiven Extremjahr im Zeitraum 2014 bis 2018. Gegenüber der durchschnittlichen Wassernutzung des Zeitraumes 2014 bis 2018 (siehe Abbildung 33 auf Seite 72) von 179 Liter pro Hauptwohnsitz und Tag bzw. der dafür nötigen Gesamtentnahme von 753 Mio. m³ im Jahr, steigt die Wassernutzung bei der Betrachtung der Extremjahre (höchster Wasserbedarf je Gemeinde) auf 186 Liter pro Hauptwohnsitz und Tag und eine Gesamtentnahme von 784 Mio. m³ im Jahr.

Abbildung 42: Wasserbedarf der Wasserversorgung in Extremjahren, Zahlendarstellung aus der Summe der höchsten Jahresbedarfe je Gemeinde im Zeitraum 2014-2018, Kennzahlen berechnet in Liter pro Hauptwohnsitz und Tag (L/(HW*Tag)), Bevölkerung: 8,9 Mio.



Quelle: BOKU

6 Bedarf der Wasserversorgung 2050

6.1 Veränderungen der Einflussfaktoren auf den Wasserbedarf bis 2050

Nachfolgend sind die verwendeten Grundlagendaten und Entwicklungsannahmen zusammengefasst. Ausführliche Details dazu finden sich in Kapitel 3.4 ab Seite 24.

In Summe wird die **Bevölkerung** (Hauptwohnsitze) Österreichs bis 2050 um knapp 10 % im Vergleich zum Ist-Stand (Mittelwert 2014-2018) zunehmen. Auf Gemeindeebene liegen die Abschätzungen zwischen -46 % bis +66 %. Die österreichweiten Änderungen der **Nebenwohnsitze** werden auf rund +7 % geschätzt, sind allerdings lokal anders verteilt als die Hauptwohnsitze. Gemeindeweise werden die Änderungen der Nebenwohnsitze auf zwischen -16.600 bis +18.800 geschätzt. Für die Anzahl der Einpendlerinnen und Einpendler als auch der Auspendlerinnen und Auspendler wird jeweils eine Zunahme von rund +20 % geschätzt. Für die insgesamten, österreichweiten **Pendlerbewegungen** (Differenz Einpendlerinnen und Einpendler - Auspendlerinnen und Auspendler) je Hauptwohnsitz werden damit nur geringe Änderungen prognostiziert, wobei auf Gemeindeebene mit starken Unterschieden zwischen -0,50 bis fast +0,80 Pendlerbewegungen je Hauptwohnsitz gerechnet wird. Bei den **Nächtigungen** wird österreichweit bis 2050 mit einer Zunahme von rund +33 % im Vergleich zum Ist-Stand gerechnet. Auch hier ist mit großen lokalen Unterschieden und mit Änderungen der Absolutzahl der Nächtigungen zwischen -43.000 bis +16.500.000 zu rechnen. Hinsichtlich des erwarteten Klimawandels gibt Tabelle 1 auf Seite 44 einen Überblick zu den Auswirkungen unterschiedlicher Szenarien. Generell wird von einem weiteren Temperaturanstieg für den Alpenraum zwischen 1,8 °C und 4,8 °C bis zum Ende des Jahrhunderts ausgegangen.

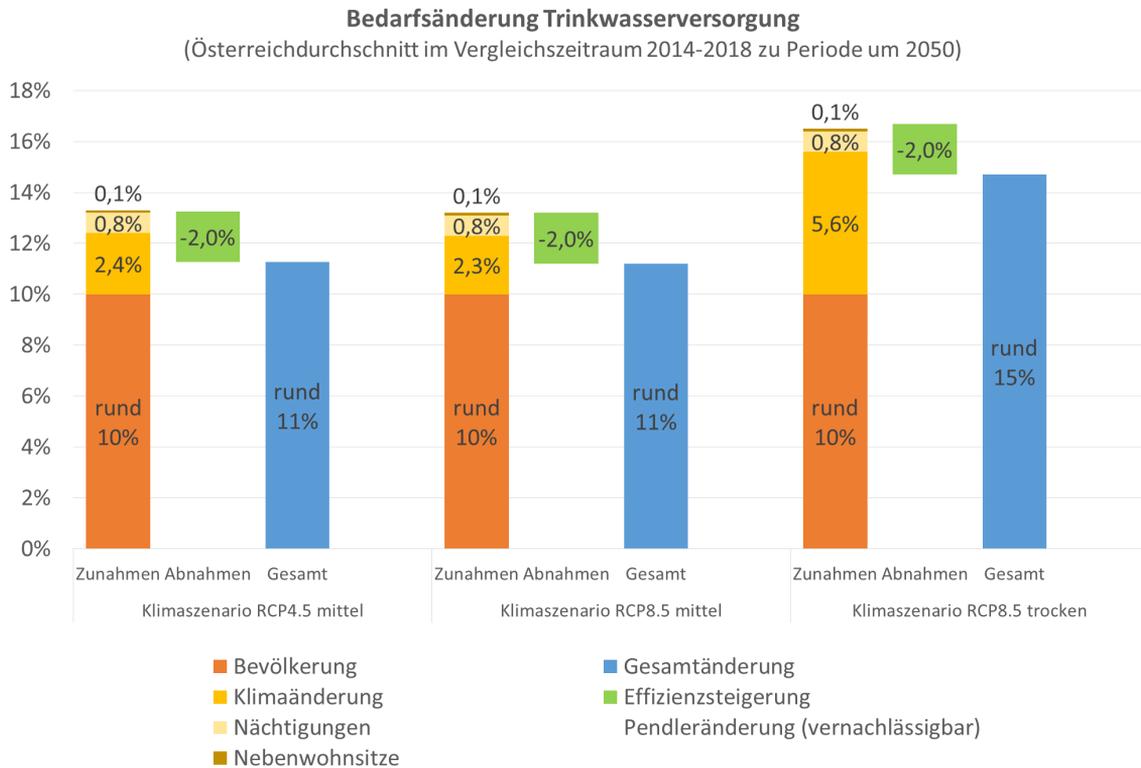
6.2 Wasserbedarfsszenarien 2050

Der Wasserbedarf je Gemeinde in den Szenarien 2050 wurde unter Verwendung des Wasserbedarfsmodells des Ist-Standes ermittelt. Für die Einflussfaktoren auf den Wasserbedarf wurden dazu die auf das Jahr 2050 extrapolierten Werte in das Modell eingesetzt und der neu ermittelte Pro-Kopf-Wasserbedarf je Gemeinde mit der Bevölkerungsprognose der jeweiligen Gemeinde multipliziert.

Bei Gemeinden, für die Realdaten im Ist-Stand vorhanden waren, wurden mit Hilfe der Korrekturen von Modell- zu Realwert (Korrekturdelta) die bisherigen Sondersituationen auch weiterhin berücksichtigt. Des Weiteren ergab eine Literaturrecherche, dass mit Effizienzsteigerungen in Haushalten zu rechnen ist. Im Wesentlichen betrifft dies Einsparungen bei den Waschmaschinen (Waschmaschinentest, 2020) und dem Wasserverbrauch bei WC-Spülungen (Neunteufel et al., 2012). Um die erwarteten Einsparungspotentiale in der Höhe von rund 4 L/(HW*Tag) in den Szenarien 2050 abzubilden wurde der Haushalts-Pro-Kopf-Wasserbedarf für die Szenarien 2050 im Modell pauschal um diesen Betrag vermindert. Im Bereich der mitversorgten sonstigen Verbraucher wird nur von geringen verbliebenen Einsparungspotentialen ausgegangen bzw. fehlen Hinweise auf eine mögliche Größenordnung. Mögliche Einsparungen bei den mitversorgten sonstigen Verbrauchern blieben daher unberücksichtigt.

Abbildung 43 zeigt, dass die jeweiligen Einflussfaktoren unterschiedlich stark auf die Änderung des Wasserverbrauchs wirken. Insgesamt ändert sich der Wasserbedarf des Wasserversorgungssektors um rund 11 % (RCP 4,5 mittel, RCP 8,5 mittel) bzw. 15 % (RCP 8,5 trocken). Den größten Einfluss hat mit rund 10 % die Bevölkerungsentwicklung. Veränderungen der Nüchtigungen, der Nebenwohnsitze und der Pendlerbewegungen haben demgegenüber eher geringe Auswirkungen auf die Steigerung des Gesamtverbrauchs. Die Klimaänderung (ausgedrückt als Änderung der potentiellen Evapotranspiration) macht sich vor allem beim Szenario RCP 8,5 trocken mit + 5,4 % bemerkbar.

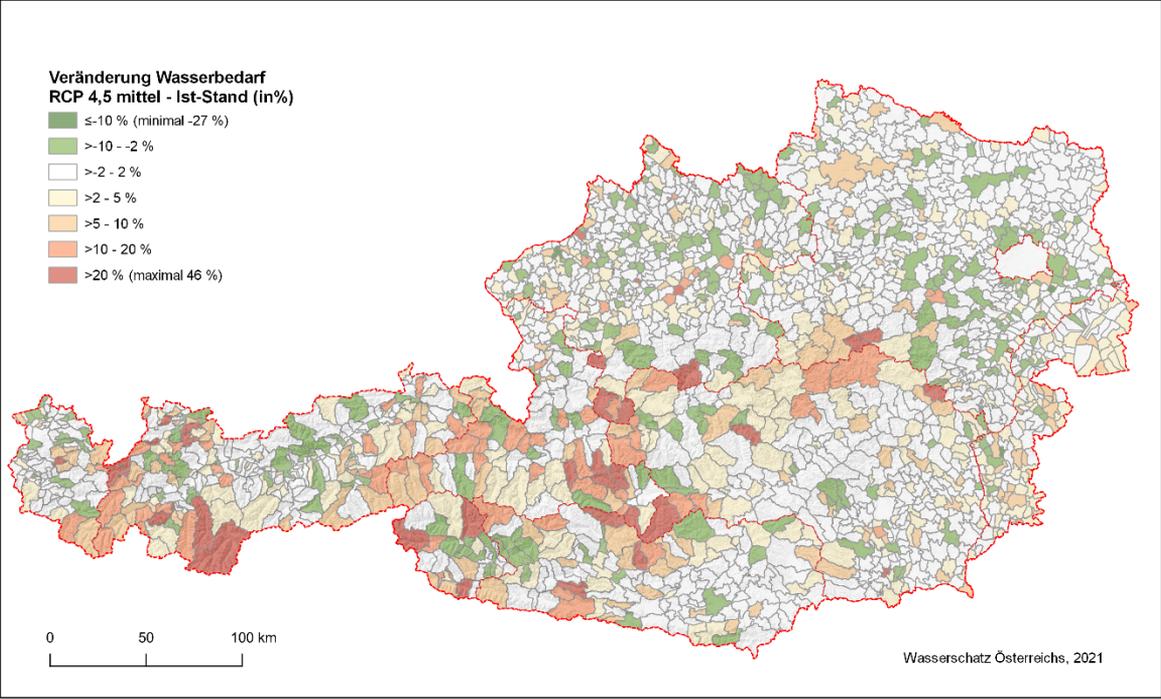
Abbildung 43: Bedarfsänderung im Wasserversorgungssektor



Quelle: BOKU

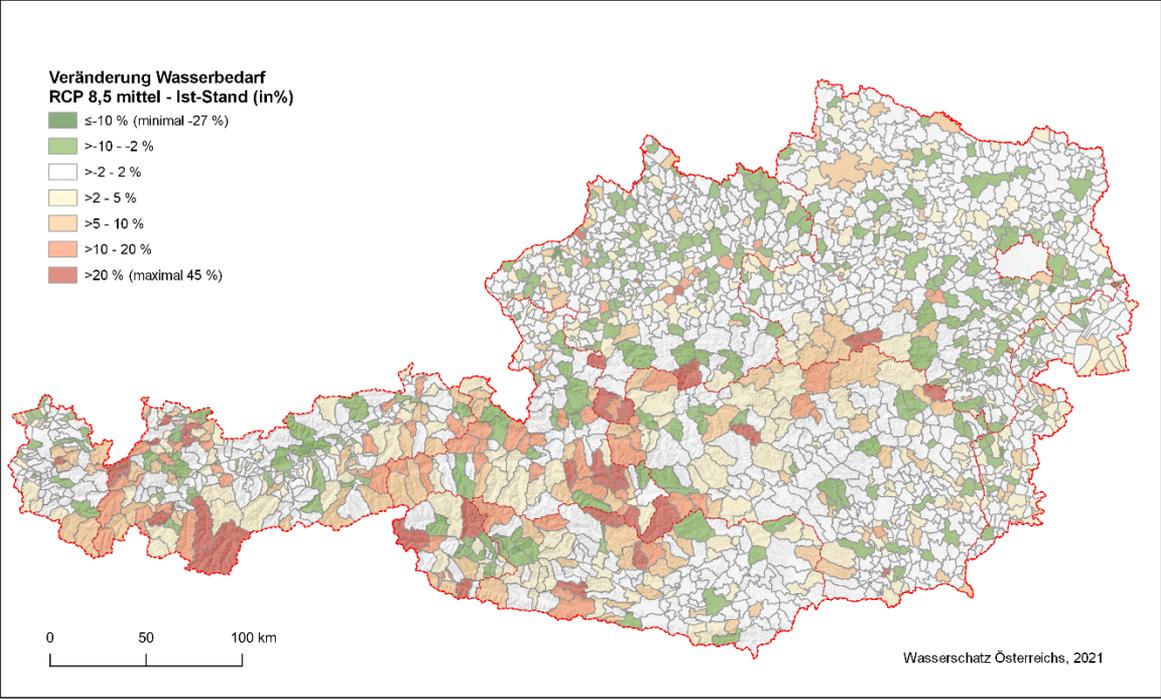
Die regionalen Unterschiede der Bedarfsänderungen im Wasserversorgungssektor für die verschiedenen Klimawandelszenarien sind in Abbildung 44 (mittleres RCP 4,5 Szenario), Abbildung 45 (mittleres RCP 8,5 Szenario) und Abbildung 46 (trockenes RCP 8,5 Szenario) dargestellt. Es zeigt sich, dass im Flachland und insbesondere im Osten Österreichs nur mit geringeren durchschnittlichen Änderungen des Wasserbedarfs zu rechnen ist, während in inneralpinen Regionen und im Westen, insbesondere in stark touristischen Gemeinden, von deutlich höheren Steigerungen des Pro-Kopf-Wasserbedarfs auszugehen ist. Während sich die Szenarien RCP 4,5 mittel und RCP 8,5 mittel bis 2050 kaum voneinander unterscheiden, zeigen sich im klimatisch ungünstigsten Szenario (trockenes RCP 8,5) mehr oder weniger durchwegs deutlich größere Steigerungen des Wasserbedarfs, in Extremfällen von bis zu knapp 50 %. Die Zusammensetzung des Pro-Kopf-Wasserbedarfs für den Ist-Stand und den Szenarien ist in Abbildung 47 ersichtlich.

Abbildung 44: Veränderung des Wasserbedarfs vom Ist-Stand zu Szenario 2050 RCP 4,5 mittel (in %)



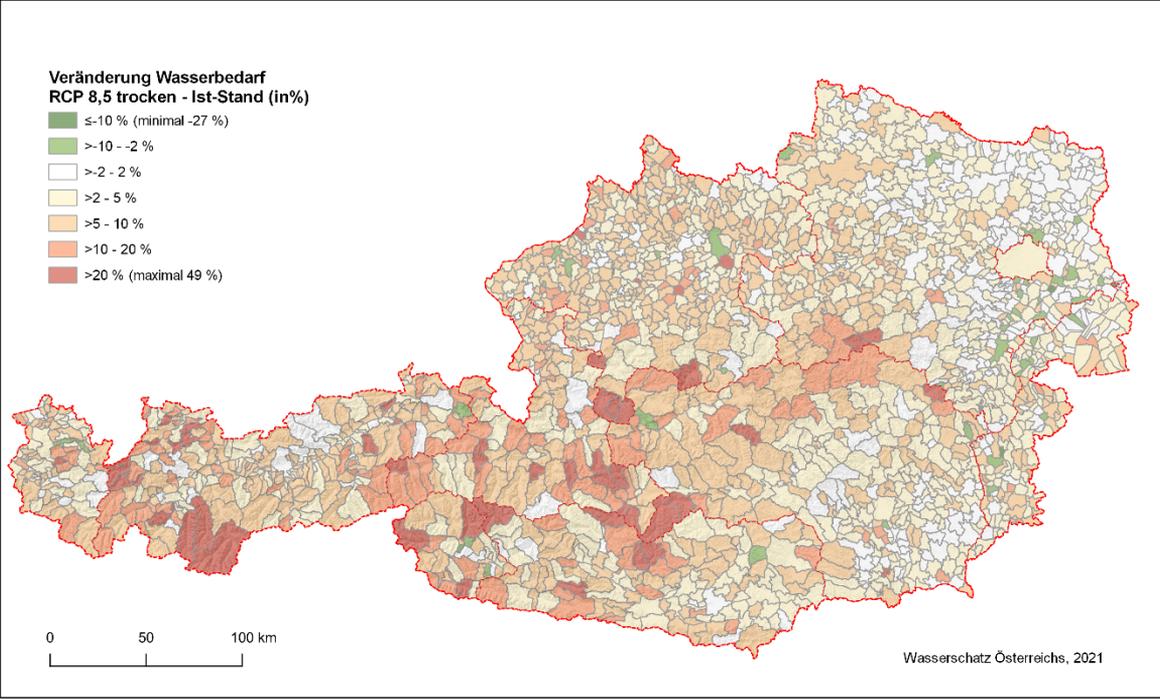
Quelle: BEV, 2020; basemap.at, 2020; BOKU

Abbildung 45: Veränderung des Wasserbedarfs vom Ist-Stand zu Szenario 2050 RCP 8,5 mittel (in %)



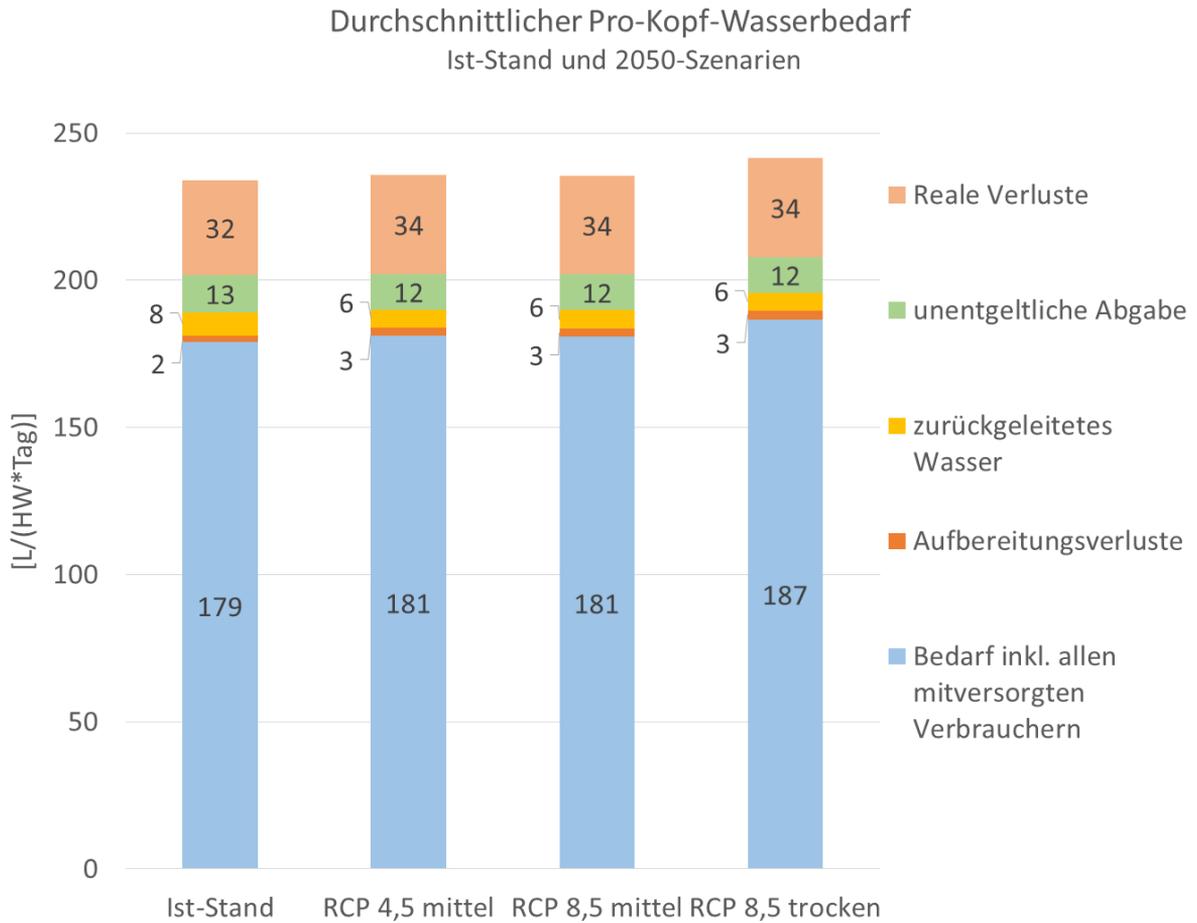
Quelle: BEV, 2020; basemap.at, 2020; BOKU

Abbildung 46: Veränderung des Wasserbedarfs vom Ist-Stand zu Szenario 2050 RCP 8,5 trocken (in %)



Quelle: BEV, 2020; basemap.at, 2020; BOKU

Abbildung 47: Vergleich des durchschnittlichen Pro-Kopf-Wasserbedarfs in der Trinkwasserversorgung Ist-Stand zu 2050 Szenarien



Quelle: BOKU

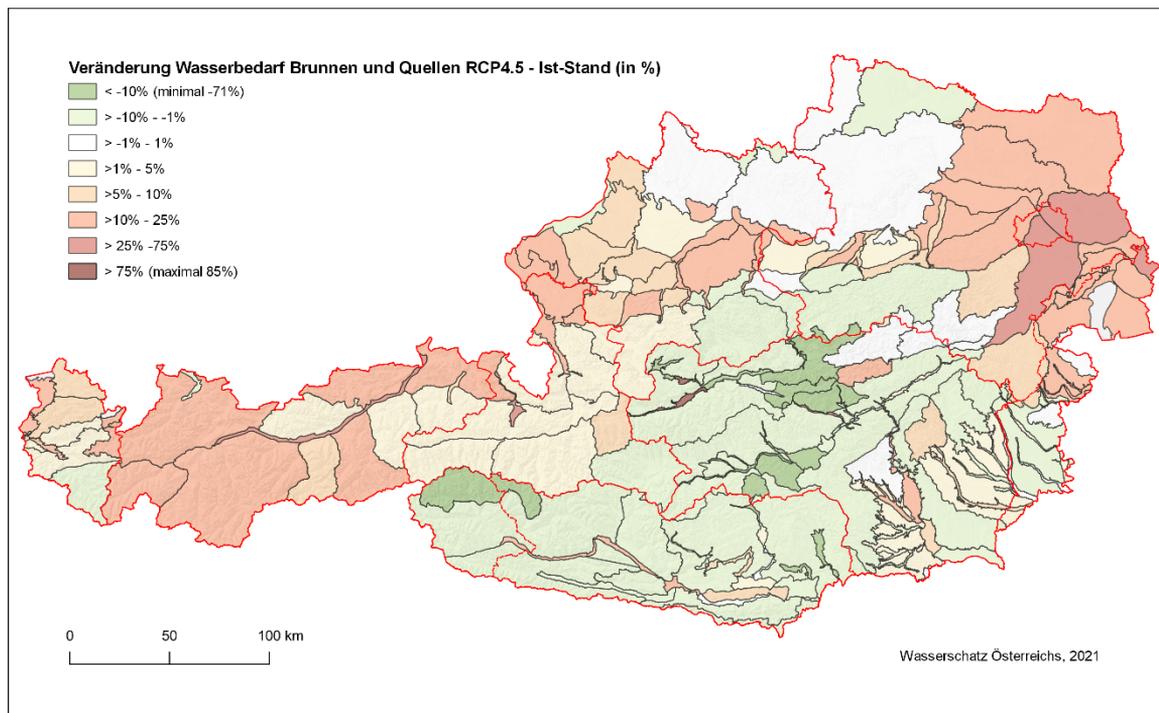
6.3 Wassergewinnungsszenarien 2050

Aus den Wasserbedarfsszenarien 2050 (Kapitel 6.2) und der aktuellen Wassergewinnung (Kapitel 4.3) wird eine Wassergewinnung für das Jahr 2050 prognostiziert. Wie im Kapitel zu den Methoden bereits ausgeführt, wird bei der Wasserherkunft der Gemeinden für 2050 von einer im Vergleich zum Ist-Stand gleichbleibenden Quellschüttung ausgegangen. Findet eine gemischte Versorgung von Quellen und einer weiteren Ressourcenart statt, wird die Entnahmemenge der Quellen auf den Ist-Stand fixiert. Erfolgt die Wasserherkunft der Gemeinde ausschließlich aus der Ressourcenart Quelle so wird davon ausgegangen, dass auch höhere Wassermengen aus den Quellen entnommen werden können. Ergibt sich aus dem

Wasserbedarfsmodell für eine Gemeinde ein im Vergleich zum Ist-Stand geringerer Wasserbedarf, so wird die Entnahmemenge der Quellen auf den Wasserbedarf 2050 beschränkt. Da der Ressourcenart durch die Gewinnungsstelle einem bestimmten Grundwasserkörper zugeschrieben wird ändern sich die Entnahmemengen aus den verschiedenen Teilgrundwasserkörpern.

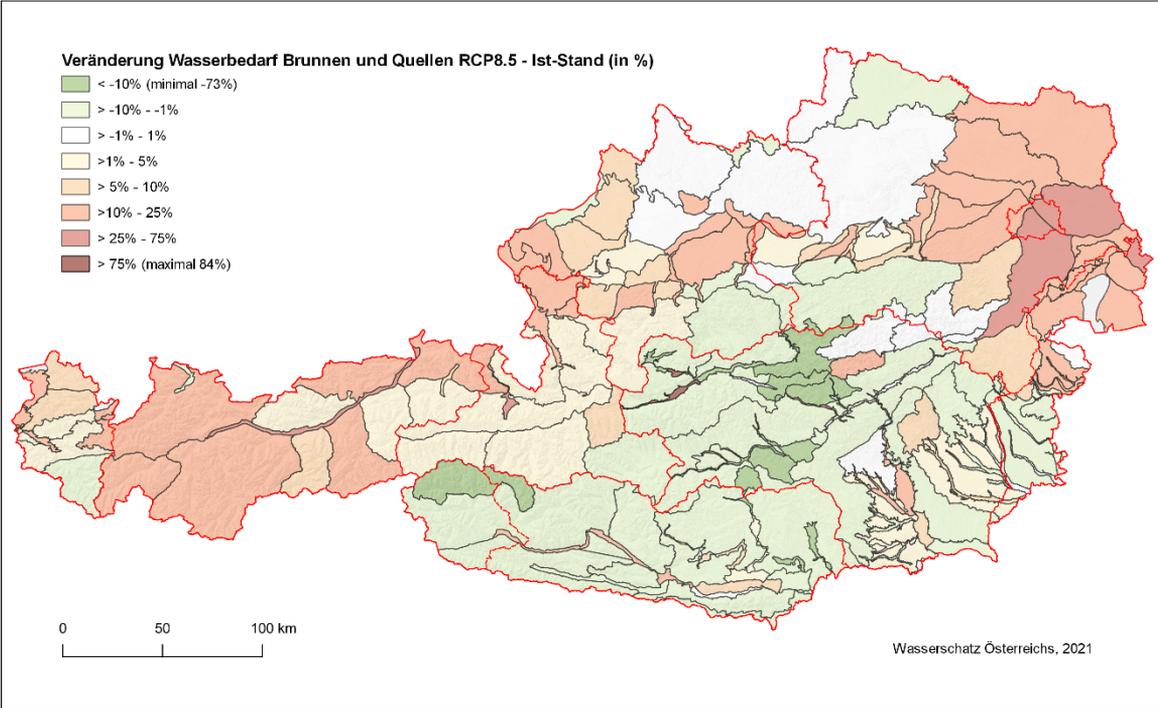
Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Veränderung der Wassergewinnung der Brunnen und Quellen aus den Teilgrundwasserkörpern von Ist-Stand zum 2050 Szenario RCP 4,5 mittel (Abbildung 48), zum Szenario RCP 8,5 mittel (Abbildung 49) und zum Szenario RCP 8,5 trocken (Abbildung 50) in Prozent. Auch hier zeigen sich kaum Unterschiede zwischen den Szenarien RCP 4,5 mittel und RCP 8,5 mittel. Das Szenario RCP 8,5 trocken zeigt hingegen größere Veränderungen und deutlichere Unterschiede zu den anderen Szenarien.

Abbildung 48: Veränderung der Wassergewinnung vom Ist-Stand zu RCP 4,5 mittel (in %)



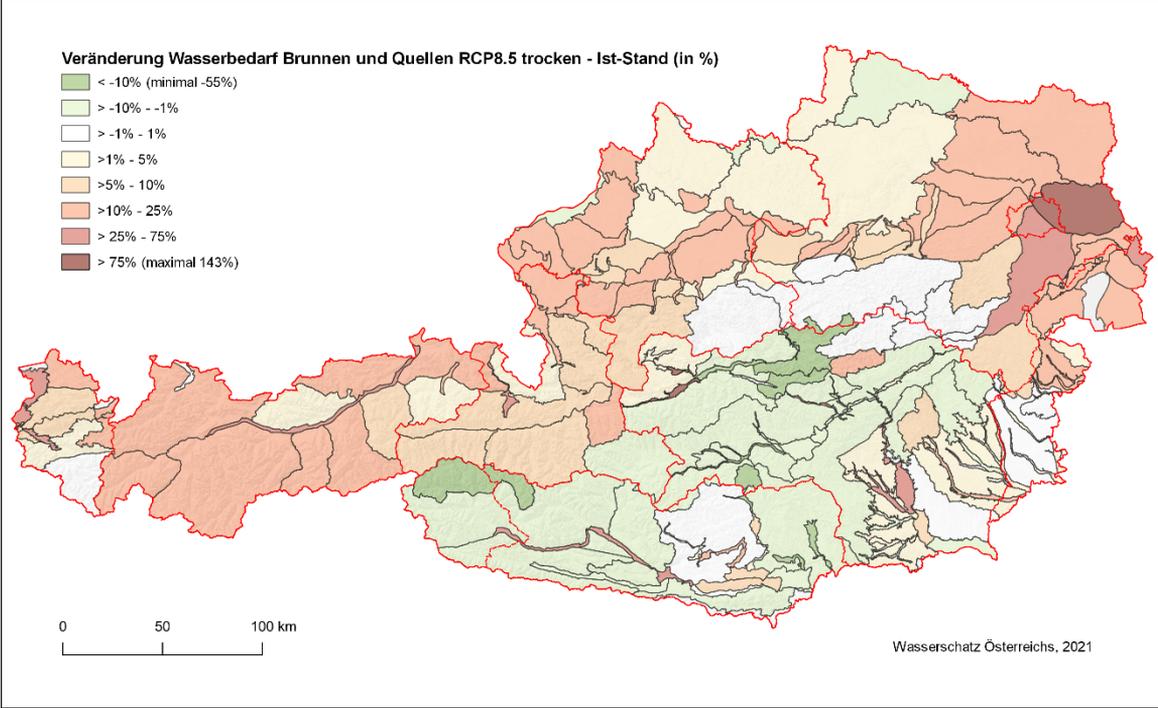
Quelle: BEV, 2020; basemap.at, 2020; BOKU

Abbildung 49: Veränderung der Wassergewinnung vom Ist-Stand zu RCP 8,5 mittel (in %)



Quelle: BEV, 2020; basemap.at, 2020; BOKU

Abbildung 50: Veränderung der Wassergewinnung vom Ist-Stand zu RCP 8,5 trocken (in %)

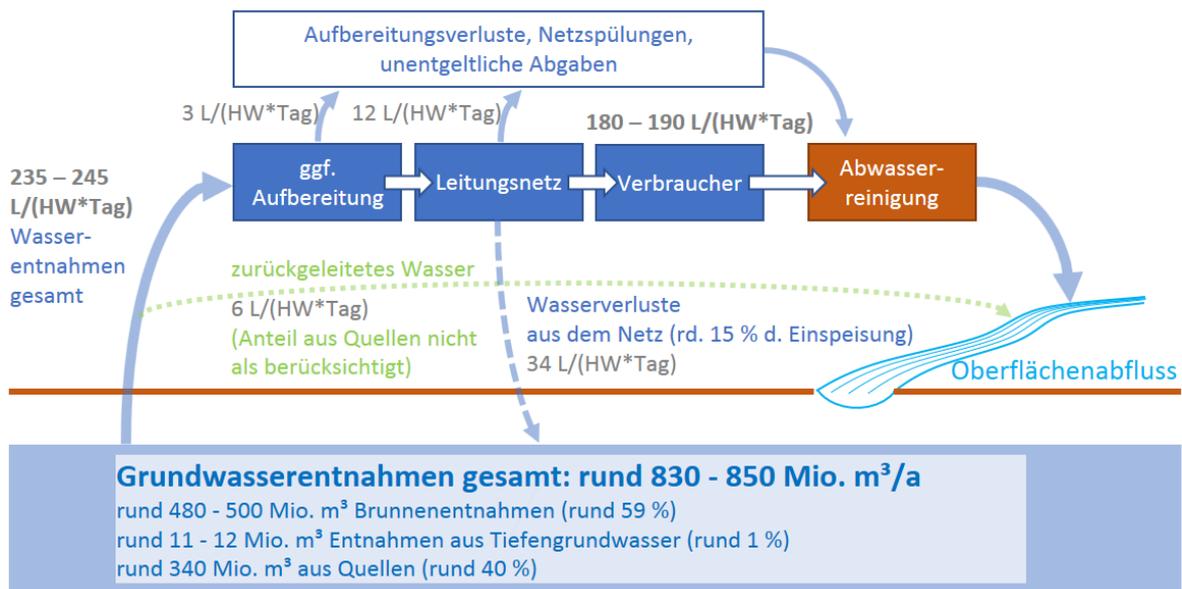


Quelle: BEV, 2020; basemap.at, 2020; BOKU

6.4 Zusammenfassung des Wasserbedarfs 2050

Abbildung 51 zeigt eine Zusammenfassung der Bandbreite des Wasserbedarfs der österreichischen Wasserversorgung in den Zukunftsszenarien. Gegenüber der durchschnittlichen Wassernutzung des Ist-Standes (Mittelwert 2014 bis 2018) von 179 Liter pro Hauptwohnsitz und Tag bzw. der dafür nötigen Gesamtentnahme von 753 Mio. m³ im Jahr, steigt die Wassernutzung bis zum Zeitraum 2050 auf rund 180 bis 190 Liter pro Hauptwohnsitz und Tag. Dies entspricht einer Gesamtentnahme von rund 830 bis 850 Mio. m³ im Jahr. Die Entnahmen aus Brunnen steigen anteilig stärker als jene aus Quellen. Die Entnahmen aus Quellen müssen jedoch auch in gewissem Umfang steigen können, da es Wasserversorgungen gibt, die ausschließlich Quellressourcen verwenden.

Abbildung 51: Szenarien des Wasserbedarfs der Wasserversorgung im Zeitraum um 2050, Kennzahlen berechnet in Liter pro Hauptwohnsitz und Tag (L/(HW*Tag)), die Summen können Rundungsdifferenzen enthalten, Bevölkerung: 9,6 Mio.



Quelle: BOKU

7 Zusammenfassung

7.1 Hintergrund

Zur Erreichung eines gemeinsamen Verständnisses von Wasserverfügbarkeit und Wasserbedarf in Österreich wurden im Rahmenprojekt „Wasserschatz Österreichs“ die aktuelle Situation und Entwicklungsszenarien mit dem Zeithorizont 2050 untersucht. Insbesondere wurden dabei auch die Auswirkungen des Klimawandels berücksichtigt.

Im vorliegenden Forschungsprojekt „Trinkwasserbedarf in Österreich – Entwicklung eines Bedarfsmodells“ wurde der Wasserbedarf der Wasserversorgung untersucht. Innerhalb der Bilanzen von nachhaltig nutzbarem Wasserdargebot und dem gesamten Wasserbedarf aller Sektoren (Wasserversorgung, Dienstleistungen, produzierendes Gewerbe, Industrie und Landwirtschaft) stellt der Wasserbedarf der Wasserversorgung einen wesentlichen Anteil dar. Die Ergebnisse des gegenständlichen Forschungsprojekts sind in das Gesamtprojekt "Wasserschatz Österreichs" integriert.

Da kein zentrales Register realer Entnahmemengen existiert, müssen zur Feststellung des gesamten Wasserbedarfs Hochrechnungen oder Abschätzungen herangezogen werden. Aufgrund der relativ guten Verfügbarkeit von Stichprobendaten konnte für den Sektor der Wasserversorgung ein Wasserbedarfsmodell erstellt werden. Damit können mehrere beeinflussende Faktoren auf den Wasserbedarf berücksichtigt werden. Über allgemeine Entwicklungsprognosen sozioökonomischer Faktoren und unter Einbindung von Klimawandelszenarien können mit dem Bedarfsmodell Zukunftsszenarien für den Wasserbedarf erstellt werden.

Ziel des gegenständlichen Forschungsprojektes „Trinkwasserbedarf in Österreich – Entwicklung eines Bedarfsmodells“ war die Beschreibung des derzeitigen und zukünftigen Wasserbedarfs der zentralen Wasserversorgung inklusive der Eigenversorgungen privater Haushalte in Form eines Modells, mit einer räumlichen Auflösung auf Gemeindeebene und unter ausschließlicher Nutzung einheitlicher und allgemein verfügbarer Daten (sozioökonomische Faktoren und Klimawandelszenarien).

7.2 Grundlagen

Als Grundlagen für die Modellerstellung wurden bestehende Daten zu Wassermengenangaben (Entnahmen, Verlustangaben, zurückgeleitetes Wasser, Jahressystemeinspeisung, Wasserabgaben an verschiedene Verbrauchergruppen) gesammelt und mit Zusatzerhebungen bei ausgewählten WVU ergänzt. Insgesamt standen **Datensätze** von rund 1040 verschiedenen Gemeinden in unterschiedlicher Datenqualität zur Verfügung. Von rund 540 Gemeinden waren plausible, aktuelle Datensätze (innerhalb 2014 – 2018) verfügbar die zur Modellentwicklung herangezogen wurden. Aus den übrigen Datensätzen wurden soweit wie möglich die Realdaten des Wasserverbrauchs als Ergänzung zum Modell verwendet (rund 70 Gemeinden) bzw. Plausibilitätsprüfungen durchgeführt. Für die Gemeinden mit sehr alten oder unplausiblen Datensätzen sowie für Gemeinden für die gar keine Daten erhoben werden konnte (insgesamt rund 1500 Gemeinden) wurden letztendlich die Modell-daten zur Abschätzung des Wasserbedarfs verwendet.

Das **Wasserbedarfsmodell** wurde anhand einer multiplen linearen Regression aufgebaut. Für das endgültige Modell wurden die jährlichen Werte folgender Variablen herangezogen, für die ein statistisch signifikanter Einfluss festgestellt werden konnte:

- Pendlerindex (berechnet Pendlerbewegungen je Hauptwohnsitz aus dem Pendlersaldo der Statistik Austria)
- potentielle Evapotranspiration (berechnet für die Vegetationsperiode aus Daten der ZAMG, basierend auf dem 1 x 1 km SPARTACUS-Gitter)
- Nächtigungen (berechnet je Hauptwohnsitz aus Daten der Statistik Austria)
- Nebenwohnsitze (berechnet je Hauptwohnsitz aus Daten der Statistik Austria)

Die im Modell verwendete **Kennzahl** ist „Liter pro versorgten Einwohnern mit Hauptwohnsitz und Tag ($L/(HW*Tag)$)“ inkl. allen sonstigen mitversorgten Verbrauchern (Industrie, Gewerbe, Landwirtschaft etc.). Für alle österreichischen Gemeinden wurden Bevölkerungszahlen und –prognosen als Hauptwohnsitze erhoben bzw. individuelle Gemeinde-Prognosen innerhalb der bezirksweisen Prognose der ÖROK erstellt.

Zur Übertragung des Wasserbedarfs je Gemeinde in **Wasserentnahmemengen je Grundwasserkörper** wurde die Wasserherkunft je Gemeinde erhoben. Dazu wurden Daten aus verschiedenen Quellen, von Realdaten einzelner WVU bis hin zu Abschätzungen aus Konsensangaben aus den Wasserbüchern, zusammengeführt. Wassergewinnungen von Fern- oder Verbandsversorgungen wurden entsprechend den daraus versorgten Gemeinden zugeordnet.

7.3 Ergebnisse

Der Wasserbedarf der österreichischen Wasserversorgung setzt sich aus den Wassernutzungen privater Haushalte und den aus der öffentlichen Wasserversorgung mitversorgten öffentlichen Einrichtungen, Gewerbe-, Industrie- und Landwirtschaftsbetrieben sowie den Eigenversorgungen von Haushalten zusammen.

Aktuell beläuft sich die durchschnittliche tägliche Wassernutzung pro Österreicherin und Österreicher auf 179 Liter pro Hauptwohnsitz und Tag ($L/(HW*Tag)$). 126 Liter davon werden in den privaten Haushalten genutzt, der Rest von den übrigen mitversorgten Verbrauchern. Darüber hinaus entfallen im Schnitt rund $30 L/(HW*Tag)$ auf Wasserverluste, und weitere Anteile auf unentgeltliche Abgaben oder Wasseraufbereitungen. Tabelle 2 gibt eine Übersicht zu den aktuellen Wasserbedarfskennzahlen, sowie den Verhältnissen in Extremjahren der jüngeren Vergangenheit und möglichen Bedarfsszenarien rund um das Jahr 2050. Regional kann der Wasserbedarf jedoch sehr unterschiedlich sein. Wie aus den erwarteten Entwicklungen der sozioökonomischen Faktoren und der Klimawandelszenarien hervorgeht, muss auch für die Zukunft mit regional sehr unterschiedlichen Veränderungen des Wasserbedarfs der Wasserversorgung gerechnet werden.

Tabelle 2: Übersicht Wasserbedarf

Kennzahlen der Wasserversorgung		Ist-Stand	Extremjahre 2014-2018	2050 Szenarien
in L/(HW*Tag)	Wasserentnahmen gesamt	234	241	235-245
	Bedarf aller Verbraucher	179	186	180-190
	unentgeltliche Abgaben	13	13	12
	Aufbereitungsverluste	2	2	3
	Reale Wasserverluste	32	32	34
	zurückgeleitetes Wasser	8	8	6
in Mio. m ³ /a	Grundwasserentnahmen gesamt	753	784	830-850
	Brunnenentnahmen	407	425	480-500
	Entnahmen aus Tiefengrundwasser	11	12	11-12
	Quellentnahmen	335	347	340

Größter Einflussfaktor auf den steigenden Wasserbedarf ist in allen Szenarien, auch im Szenario mit starken Klimawandelauswirkungen, mit rund 10 % Steigerungspotential die Bevölkerungszunahme. Weitere 2 bis knapp 6 % der Bedarfssteigerung können aber auf den Klimawandel zurückgeführt werden und unter 1 % auf zunehmende Nächtigungszahlen.

Effizienzsteigerungen bis 2050 werden helfen den Wasserbedarf um rund 2 % zu reduzieren. In Summe bleibt dennoch eine Bedarfssteigerung von rund 11 bis 15 %.

Letztendlich ist hervorzuheben, dass die gezeigten Durchschnittszahlen nicht darüber hinwegtäuschen dürfen, dass sowohl regional wie auch temporär die Bedarfszunahmen um ein Vielfaches höher sein können. In Gemeinden mit hohem Bevölkerungszuwachs oder stark steigenden Nächtigungszahlen sind Bedarfssteigerungen bis knapp 50 % möglich. Saisonal bedingt, durch Tourismus oder Trocken- und Hitzeperioden, sind Bedarfsspitzen bis zum 4-fachen des Durchschnitts möglich.

Verzeichnisse

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: RCP Szenarien	44
Tabelle 2: Übersicht Wasserbedarf	96

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Generelle Bearbeitungsschritte	10
Abbildung 2: Datengrundlage Überblick	13
Abbildung 3: Ist-Stand (Mittelwert 2014-2018) der Bevölkerungsdichte (Hauptwohnsitze je km ²) auf Gemeindeebene (Stichtag: 1.1. des jeweiligen Folgejahres)	26
Abbildung 4: Ist-Stand (Mittelwert 2014-2018) der Bevölkerung (Anzahl der Hauptwohnsitze) auf Gemeindeebene (Stichtag: 1.1. des jeweiligen Folgejahres)	27
Abbildung 5: Änderung der Bevölkerung bis 2050 auf Gemeindeebene in Prozent des Ist-Standes (Mittelwert 2014-2018)	28
Abbildung 6: Änderung der Bevölkerung bis 2050 auf Gemeindeebene (Differenz 2050 - Ist-Stand)	29
Abbildung 7: Änderung der Bevölkerungsdichte bis 2050 auf Gemeindeebene (Differenz 2050 - Ist-Stand) in Hauptwohnsitze je km ²	30
Abbildung 8: Pendlerbewegungen je Hauptwohnsitz Ist-Stand (Mittelwert 2014-2018, Stichtag 31.10.)	31
Abbildung 9: Pendlerbewegungen Ist-Stand (Mittelwert 2014-2018, Stichtag 31.10.)	32
Abbildung 10: Änderung der Pendlerbewegungen pro Hauptwohnsitz (Differenz 2050 – Ist-Stand) (Mittelwert der Jahre 2014-2018)	33
Abbildung 11: Änderung der Pendlerbewegungen (Differenz 2050 – Ist-Stand) (Mittelwert der Jahre 2014-2018)	34
Abbildung 12: Anzahl der Nächtigungen je Gemeinde Ist-Stand (Mittelwert 2014-2018)..	35
Abbildung 13: Anzahl der Nächtigungen pro Hauptwohnsitz je Gemeinde Ist-Stand (Mittelwert 2014-2018)	36
Abbildung 14: Änderungen der Anzahl der Nächtigungen bis 2050	37
Abbildung 15: Änderungen der Nächtigungen bis 2050 in % des Ist-Standes (Mittelwert 2014-2018)	38
Abbildung 16: Änderungen der Nächtigungen pro Hauptwohnsitz (Differenz 2050 – Ist-Stand) (Mittelwert der Jahre 2014-2018)	39
Abbildung 17: Anzahl der Nebenwohnsitze Ist-Stand (Mittelwert 2014-2018, Stichtag 31.10.)	40
Abbildung 18: Nebenwohnsitze je Hauptwohnsitz Ist-Stand (Mittelwert 2014-2018, Stichtag 31.10.)	41
Abbildung 19: Änderung der Anzahl der Nebenwohnsitze bis 2050 in Prozent des Ist-Standes (Mittelwert 2014-2018)	42

Abbildung 20: Änderung der Anzahl der Nebenwohnsitze (Differenz 2050 – Ist-Stand) (Mittelwert 2014-2018)	43
Abbildung 21: Änderung der Jahresmitteltemperatur und Jahresniederschlagssumme von 2071 – 2100 relativ zu 1981 – 2010 über Österreich von allen EUROCORDEX EUR11 Szenarien.	46
Abbildung 22: Klimaänderungssignal der Temperatur gegenüber der Referenzperiode 1990-2018 für die ausgewählten Szenarien.....	48
Abbildung 23: Szenarienentwicklung durch Kombination der ÖKS15 Szenarien mit aktueller Klimaentwicklung (exemplarische Abbildung, nicht maßstäblich).....	50
Abbildung 24: Monatsmittelwerte (März-September) der potentiellen Evapotranspiration in mm pro Monat für den Ist-Stand	51
Abbildung 25: Änderungen der Monatsmittelwerte (März-September) der potentiellen Evapotranspiration in mm pro Monat bis 2050 für das Szenario RCP 8,5 trocken (Differenz Szenario RCP 8,5 trocken - Ist-Stand).....	52
Abbildung 26: Schema möglicher Versorgungsarten einer Gemeinde und deren Wassergewinnungen (exemplarisch)	57
Abbildung 27: Durchschnittlicher Pro-Kopf-Wasserbedarf inkl. sonstigen Verbrauchern und Verlusten	66
Abbildung 28: Wassernutzung Ist-Stand in Liter pro Hauptwohnsitz und Tag inkl. aller mitversorgten Verbraucher	67
Abbildung 29: Entnahme aus Brunnen Ist-Stand (Angaben in mm)	68
Abbildung 30: Entnahme aus Quellen Ist-Stand (Angaben in mm)	69
Abbildung 31: Entnahme aus Brunnen und Quellen (ohne Tiefengrundwasserkörper) Ist-Stand (Angaben in mm).....	70
Abbildung 32: Entnahmen aus Tiefengrundwasserkörpern Ist-Stand (Angaben in mm)	71
Abbildung 33: Wasserbedarf der Wasserversorgung Ist-Stand, alle Zahlen sind Durchschnittswerte 2014-2018, Kennzahlen berechnet in Liter pro Hauptwohnsitz und Tag (L/(HW*Tag)), Bevölkerung: 8,7 Mio.....	72
Abbildung 34: Maximaljahr des Wasserbedarfs je Gemeinde im Zeitraum 2014-2018.....	75
Abbildung 35: Durchschnittlicher Pro-Kopf-Wasserbedarf inkl. sonstigen Verbrauchern und Verlusten für Ist-Stand, 2018 und Extremjahr	76
Abbildung 36: Wassernutzung im Extremjahr in Liter pro Hauptwohnsitz und Tag inkl. aller mitversorgten Verbraucher.....	77
Abbildung 37: Wassernutzung im Extremjahr im Vergleich zum Ist-Stand (in %).....	78
Abbildung 38: Wassernutzung im Extremjahr im Vergleich zum Ist-Stand (in L/(HW*Tag))	78

Abbildung 39: Wassernutzung 2018 in Liter pro Hauptwohnsitz und Tag inkl. aller mitversorgten Verbraucher	79
Abbildung 40: Wassernutzung im Jahr 2018 im Vergleich zum Ist-Stand (in %)	80
Abbildung 41: Veränderung der Wassergewinnung aus Brunnen und Quellen (ohne Tiefengrundwasser) vom durchschnittlichen Ist-Stand zum fiktiven Extremjahr (in %).....	81
Abbildung 42: Wasserbedarf der Wasserversorgung in Extremjahren, Zahlendarstellung aus der Summe der höchsten Jahresbedarfe je Gemeinde im Zeitraum 2014-2018, Kennzahlen berechnet in Liter pro Hauptwohnsitz und Tag, Bevölkerung: 8,9 Mio.	82
Abbildung 43: Bedarfsänderung im Wasserversorgungssektor.....	85
Abbildung 44: Veränderung des Wasserbedarfs vom Ist-Stand zu Szenario 2050 RCP 4,5 mittel (in %)	86
Abbildung 45: Veränderung des Wasserbedarfs vom Ist-Stand zu Szenario 2050 RCP 8,5 mittel (in %)	87
Abbildung 46: Veränderung des Wasserbedarfs vom Ist-Stand zu Szenario 2050 RCP 8,5 trocken (in %)	88
Abbildung 47: Vergleich des durchschnittlichen Pro-Kopf-Wasserbedarfs in der Trinkwasserversorgung Ist-Stand zu 2050 Szenarien.....	89
Abbildung 48: Veränderung der Wassergewinnung vom Ist-Stand zu RCP 4,5 mittel (in %)	90
Abbildung 49: Veränderung der Wassergewinnung vom Ist-Stand zu RCP 8,5 mittel (in %)	91
Abbildung 50: Veränderung der Wassergewinnung vom Ist-Stand zu RCP 8,5 trocken (in %)	91
Abbildung 51: Szenarien des Wasserbedarfs der Wasserversorgung im Zeitraum um 2050, Kennzahlen berechnet in Liter pro Hauptwohnsitz und Tag, Bevölkerung: 9,6 Mio.	92

Literaturverzeichnis

Adler K., M+G Ingenieure, ILF (2000): VTWK - Vorarlberger Trinkwasservorsorgekonzept Teil 2 - Pilotprojekt Montafon. Amt der Vorarlberger Landesregierung, 2000.

Adler P., Mayrhofer R., ILF (2003a): VTWK - Vorarlberger Trinkwasservorsorgekonzept Teil 3 - Arlberg und Klostertal. Amt der Vorarlberger Landesregierung, 2003.

Adler P., Mayrhofer R., ILF (2003b): VTWK - Vorarlberger Trinkwasservorsorgekonzept Teil 4 – Großes Walsertal, Brandnertal und Walgau (1). Amt der Vorarlberger Landesregierung, 2003.

Adler P., Mayrhofer R., ILF (2006): VTWK - Vorarlberger Trinkwasservorsorgekonzept Teil 5 –Walgau 2, Rheintal 1 und Laternsertal. Amt der Vorarlberger Landesregierung, 2006.

Adler P., Rudhardt + Gasser, Galehr J. (2010): VTWK - Vorarlberger Trinkwasservorsorgekonzept Teil 7 –Rheintal 2 und Leiblachtal. Amt der Vorarlberger Landesregierung, 2010.

Abt. Statistik des Landes OÖ. (2020): Bevölkerungsprognosen für die öö. Gemeinden 2018 bis 2040 (jeweils zum Jahresende) – Gebietsstand per 1.1.2019.

Datei: Ki_WW_Schneiderbauer_Gem_BevStand19_Bev_Progn_Nächt18. Zusendung per Email vom Land Oberösterreich am 30.04.2020.

Amt der Kärntner Landesregierung (2012): Beitrag zur Räumlichen Strategie zur Landesentwicklung Kärntens; Demografischer Wandel, Trends und Perspektiven, STRALE!K
Datei: STRALE!K_Demografischer Wandel_März 2012.pdf. Zusendung per Email vom Amt der Kärntner Landesregierung am 15.12.2020.

Amt der Niederösterreichischen Landesregierung (2019): Bevölkerung-PrognosePlus 2017-2032. Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, Abt. Raumordnung und Regionalpolitik – Statistik

Amt der Oberösterreichischen Landesregierung (2020): Trinkwasserversorgungskonzepte und Hintergrunddaten, persönliche Übergabe vom Land Oberösterreich am 30.1.2020

Amt der Salzburger Landesregierung (2019): Bevölkerungsprognose der Salzburger Gemeinden 2018 bis 2050 (jeweils Jahresanfang). Österreichische Raumordnungskonferenz. Datei: Bevölkerung.xlsx. Zusendung per Email vom Amt der Salzburger Landesregierung am 02.06.2020.

Amt der Salzburger Landesregierung, o. J.: Wasser Informationssystem Salzburg. Abgerufen von https://portal.salzburg.gv.at/wisonline/wbo_main.aspx

Amt der Steiermärkischen Landesregierung (2019): Wasserbedarf 2012 und Prognose bis 2050. Anhang E. Wertetabelle 2050 – gemeindeweise. Datei: 2020-03-12.Wasserbedarfsprognose.677_Tabellen2050.pdf. Zusendung per Email vom Amt der Steiermärkischen Landesregierung am 14.04.2020.

Amt der Tiroler Landesregierung (2018): Gemeindeprognose 2018. Datei: Bevölkerungsprognose_Gemeinden.xlsx. Zusendung per Email vom Amt der Tiroler Landesregierung am 02.06.2020.

Amt der Vorarlberger Landesregierung Abteilung VIId – Wasserwirtschaft. (2000): Vorarlberger Trinkwasserversorgungskonzept (VTWK 2-7). Zusendung per Email von der Abteilung Wasserwirtschaft, Amt der Vorarlberger Landesregierung, am 02.06.2020.

Amt der Vorarlberger Landesregierung. (2019): Regionale Bevölkerungsprognose 2019 bis 2050. Bregenz: Landesstelle für Statistik.

Bender, R., Ziegler, A., Lange, St. (2002): Multiple Regression -Artikel Nr.13 der Statistik-Serie der DMW-. In: Deutsche Medizinische Wochenschrift. Bielefeld: Georg Thieme Verlag Stuttgart 2002, Heft 127, T8-T10.

Chimani B., Heinrich G., Hofstätter M., Kerschbaumer M., Kienberger S., Leuprecht A., Lexer A., Peßenteiner S., Poetsch M.S., Salzmann M., Spiekermann R., Switanek M. und H.Truhetz (2016): ÖKS15 – Klimaszenarien für Österreich. Daten, Methoden und Klimaanalyse. Projektendbericht, Wien.

Erhart-Schippek, Werner (1999): Wasserversorgungsplan Steiermark – Prognose des spezifischen Wasserbedarfes. Graz, 1999.

Galehr J., Rudhardt + Gasser (2009): VTWK - Vorarlberger Trinkwasservorsorgekonzept Teil 6 – Bregenzerwald und Kleines Walsertal. Amt der Vorarlberger Landesregierung, 2009.

IPCC (2014): Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Geneva, Switzerland

Kettl S., Karl J., Nagl M. (2018): Wasserversorgung Nördlicher Flachgau – Bestandserhebung und Zukunftsperspektive. Land Salzburg, 2018.

KPC (2012): Investitionskostenerhebung Siedlungswasserwirtschaft 2012, https://www.bmlfuw.gv.at/wasser/wasser-oesterreich/foerderungen/trinkwasser_abwasser/aktuelle_projekte/investitionskosten.html (Abruf 6.2.2017)

Leidinger D., Formayer H., Nadeem I. (2020): Tätigkeitsbericht "Wasserschätz Österreichs", Universität für Bodenkultur Wien (BOKU), Institut für Meteorologie und Klimatologie (BOKU-Met), Interner Bericht 31. Juli 2020

Lexer et al. (2019): Gravitational Hazards Amplified by Degradation of protection forests and Extreme precipitation episodes

Magistrat der Stadt Wien (Hrsg.). (2020): Statistisches Jahrbuch der Stadt Wien 2020. Wien. <https://www.wien.gv.at/statistik/pdf/jahrbuch-2020.pdf> (Abruf 10.02.2021)

Nagl M., Höfer-Öllinger G., Sabic S. (2006): Studie – Wasserversorgung Salzburger Ennstal. Land Salzburg, 2006.

Nagl M., Höfer-Öllinger G. (2016): Wasserversorgung Oberpinzgau – Bestandsanalyse und Zukunftssicherung. Land Salzburg, 2016.

Neunteufel R., Richard L., Perfler R., Tuschel S., Mader K., Haas E. (2012): Wasserverbrauch und Wasserbedarf - Auswertung empirischer Daten zum Wasserverbrauch (Teil 2); Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 2012, Wien.

Neunteufel R., Perfler R., German V. (2019): Wasserzukunft Niederösterreich 2050 – Strategiekonzept der Wasserversorgung für Niederösterreich 2050. Amt der NÖ

Landesregierung, Gruppe Wasser, 2019.

https://www.noe.gv.at/noe/Wasser/Wasserzukunft_NOE_2050_Endbericht_der_Studie.pdf (Abruf 16.02.2021)

NOAA (2019): Annual Greenhouse Gas Index. National Oceanic and Atmospheric Administration, Earth System Research Laboratories:
<https://www.esrl.noaa.gov/gmd/aggi/> (Abruf 26.1.2021)

Oberressl H., Kantz J. (2019): Studie Wasserversorgungskonzept Bezirk Völkermarkt. Amt der Kärntner Landesregierung, Wasserverband Völkermarkt Jaunfeld, 2019.

ÖROK (2019). Kleinräumige Bevölkerungsprognose für Österreich 2018 bis 2040 mit einer Projektion bis 2060 und Modellfortschreibung bis 2075 (ÖROK-Prognose) (S. 80).
Abgerufen von <https://www.oerok.gv.at/raum/daten-und-grundlagen/oerok-prognosen/oerok-bevoelkerungsprognose-2018>

Salamon A., Schild W., Wiedner J. (2015): Wasserversorgungsplan Steiermark 2015. Amt der Steiermärkischen Landesregierung, 2015

STATcube – Statistische Datenbank von STATISTIK AUSTRIA (2020): Übernachtungen in allen Berichtsgemeinden für die Jahre 2011, 2014-2019. Zusendung per Email von Direktion Raumwirtschaft, Tourismus am 29. September 2020.

Statistik Austria (2011). ORGANISATION UND ABLAUF DER ÖSTERREICHISCHEN BEHERBERGUNGSTATISTIK EIN LEITFADEN FÜR BERICHTSGEMEINDEN (4.). Wien.
Abgerufen 20. August 2020 von
http://www.statistik.at/web_de/static/leitfaden_beherbergungsstatistik_055547.pdf

Statistik Austria (2019a): Index des Pendlersaldos Gemeinden 2017-10-31. Abgerufen 2019-07-03 von https://www.statistik.at/web_de/statistiken/index.html.

Statistik Austria (2019b). Statistik des Bevölkerungsstandes. Abgerufen 3. Juli 2019, von STATatlas website: <https://www.statistik.at/atlas/>

Statistik Austria (2020a). Statistik des Bevölkerungsstandes gemäß Finanzausgleichsgesetz. Statistik Austria. Abgerufen von Statistik Austria website: https://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/bevoelkerung/v

olkszaehlungen_registerzaehlungen_abgestimmte_erwerbsstatistik/bevoelkerungsstand/index.html

Statistik Austria (2020b): Daten zur Anzahl der AuspendlerInnen und EinpendlerInnen absolut je Gemeinde 2011-2018 mit Stichtag am 31.10. des jeweiligen Jahres.
<https://www.statistik.at/atlas/> (Abruf 20.10.2020)

Statistik Austria (2020c): Abgestimmte Erwerbsstatistik 2011, 2013-2018. Registerzählung 2011, 2013-2018. Nebenwohnsitzfälle 2011, 2013-2018 Gemeinden laut ZMR. Stichtag 31.10. Zusendung per Email von Statistik Austria, Direktion Bevölkerung, Registerzählung am 19.08.2020.

Steiner G. (2019): Machbarkeitsstudie WVZK. Amt der Kärntner Landesregierung, Wasserverband Ossiacher See, 2019.

Waschmaschinentest (2020): Vergleich des Wasserbedarfs von Waschmaschinen mit unterschiedlichem Fassungsvermögen. Verfügbar unter:
<https://www.testberichte.de/f/1/2587/70358/1.html?pw=false> (Abruf: 2.12.2020)

Wieltschnig S. (2019): Machbarkeitsstudie Wasserverband Verbundschiene Lavanttal. Amt der Kärntner Landesregierung, WVVL Wasserverband Verbundschiene Lavanttal, 2019.

Abkürzungen

GBA	Geologische Bundesanstalt
GWK	Grundwasserkörper
NGP	Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan
ÖVGW	Österreichische Vereinigung für das Gas und Wasserfach
UBA	Umweltbundesamt
WRG	Wasserrechtsgesetz
WVU	Wasserversorgungsunternehmen
BGBI.	Bundesgesetzblatt
z.T.	Zum Teil
bzw.	beziehungsweise
ZAMG	Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus

Stubenring 1, 1010 Wien

bmlrt.gv.at