

Wasserschatz Österreichs

Grundlagen für nachhaltige Nutzungen des Grundwassers
Hintergrunddokument



Impressum

Medieninhaber und Herausgeber:

Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus

Stubenring 1, 1010 Wien

Autorinnen und Autoren: Helga Lindinger, Johannes Grath, Heike Brielmann, Arnulf Schönbauer, Ingrid Gattringer, Christina Formanek, Martine Broer, Thomas Rosmann;
Ingenieurbüro Holler: Christian Holler, Manfred Szerencsits; BOKU: Roman Neunteufel, Nadine Sinemus, Maximilian Grunert, Verena Germann

Vielen Dank an die Expertinnen und Experten der Bundesländer und der Stakeholder für die Unterstützung und Mitarbeit bei der Erstellung der vorliegenden Studie!

Gesamtumsetzung: Günter Liebel, Ernst Überreiter

Fotonachweis: Ernst Formann (Titelbild: Kläfferquelle S.1)

Datenquelle Kartenhintergrund: basemap.at, 2020 (Geländeschummerung); BEV, 2020 (Verwaltungsgrenzen); Ämter der Landesregierungen, 2020 (Gewässernetz)

Wien, 2021. Stand: 9. September 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.

Die Zukunft unserer Wasserschätze



Elisabeth Köstinger
Bundesministerin

In Österreich sind wir in der glücklichen Lage über ausreichend Wasser in hervorragender Qualität zu verfügen. Grundwasser stellt dabei eine ganz besonders wertvolle Ressource dar. Immerhin wird in Österreich der gesamte Bedarf an Trinkwasser aus Grundwasser, also aus Brunnen und Quellen, gedeckt. Wasser ist auch für die Landwirtschaft, für Industrie und Gewerbe sowie den Tourismus eine unersetzbare Daseinsgrundlage.

Der fortschreitende Klimawandel beeinflusst den Wasserkreislauf. Vermehrte Trockenperioden und Hitzewellen in den vergangenen Jahren mit der Konsequenz von sinkenden Grundwasserpegeln geben einen Vorgeschmack auf künftige Entwicklungen der Verfügbarkeit unserer Wasserressourcen. Fragen wie, werden wir auch in Zukunft genügend Wasser haben, wie ist es verteilt, was können wir selbst beitragen, um es zu schützen, beschäftigen viele in unserem Land.

Daher war es mir wichtig, einen genauen Überblick über die aktuellen und potentiellen künftigen Wassernutzungen einerseits und die nachhaltig verfügbaren Wasserressourcen andererseits zu schaffen. Dafür gelten natürlich strenge ökologische Kriterien. Mit dieser Studie liegt eine österreichweite Planungsgrundlage bis zum Jahr 2050 vor, um Grundwassernutzungen auch in Zukunft nachhaltig gestalten zu können.

Österreichs Grundwasser ist ein Schatz, den wir behüten müssen. Nur durch einen achtsamen Umgang mit unseren Wasserressourcen und nachhaltige Nutzungen stellen wir sicher, dass dieser Schatz auch kommenden Generationen als hervorragende Lebensgrundlage zur Verfügung steht.

Unser Wasserschatz – schauen wir gemeinsam darauf!

Elisabeth Köstinger
Bundesministerin für Landwirtschaft,
Regionen und Tourismus

Inhalt

Die Zukunft unserer Wasserschätze	3
Inhalt	4
1 Zusammenfassung.....	8
2 Einleitung	22
3 Ziel der Arbeiten.....	24
3.1 Projektabgrenzung.....	26
3.2 Einbindung Bundesländer, Stakeholder-Dialog.....	29
4 Methodik.....	30
4.1 Klimawandelszenarien	33
4.1.1 ÖKS15 Datengrundlage	36
4.2 Grundwasserkörper und Teilungen	37
4.3 Wasserdargebot und Verfügbare Grundwasserressource	41
4.3.1 Verfügbare Grundwasserressource für Gruppen von GWK	41
4.3.2 Verfügbare Grundwasserressource für Einzelporengrundwasserkörper.....	63
4.3.3 Methodische Herausforderungen	70
4.4 Ermittlung des Wasserbedarfs.....	71
4.4.1 Wasserversorgung	72
4.4.2 Wasserbuchauswertung und Echtdatenerhebung für Landwirtschaft und Industrie und Gewerbe	93
4.4.3 Landwirtschaft	105
4.4.4 Industrie und Gewerbe	131
4.4.5 Ausgewählte Dienstleistungen	154
4.5 Methoden zur regelmäßigen Aktualisierung der Daten.....	158
4.5.1 Wasserversorgung	158
4.5.2 Land- und Forstwirtschaft.....	161
4.5.3 Industrie und Gewerbe	164
4.5.4 Ausgewählte Dienstleistungen	166
5 Ist-Stand verfügbare Grundwasserressource Ergebnisse.....	167
5.1 Verfügbare Grundwasserressource	167
5.1.1 Grundwasserneubildung.....	168
5.1.2 Verfügbare Grundwasserressourcen	180
5.1.3 Schlussfolgerungen	190
5.1.4 Vergleich flächenbezogene Veränderungen des Grundwasservolumens.....	190

6 Ist-Stand Wasserbedarf Ergebnisse.....	193
6.1 Wasserversorgung	193
6.1.1 Wasserbedarfsmodell	193
6.1.2 Bilanzierung der Wassergewinnung	196
6.1.3 Schlussfolgerungen	200
6.2 Land- und Forstwirtschaft.....	202
6.2.1 Landwirtschaftliche Bewässerung	202
6.2.2 Vieh	204
6.2.3 Schlussfolgerungen	206
6.3 Industrie und Gewerbe	207
6.3.1 Schlussfolgerungen	213
6.4 Ausgewählte Dienstleistungen	214
6.4.1 Schlussfolgerungen	215
7 Ist-Stand Gegenüberstellung verfügbare Grundwasserressource und Wasserbedarf	217
7.1 Ist-Stand – Darstellung auf Bundesebene	217
7.1.1 Wasserressourcen Österreichs	217
7.1.2 Wasserbedarf aus Brunnen, Quellen und Oberflächengewässern	218
7.1.3 Grundwassernutzung – Brunnen und Quellen	223
7.1.4 Grundwasserentnahme aus Brunnen.....	226
7.2 Ist-Stand – NGP-mengenmäßige Zustands-und Risikobewertung für Grundwasser ..	227
7.3 Ist-Stand – erweiterte Darstellung	229
8 Extremjahre.....	231
8.1 Wetter der letzten Jahre.....	231
8.2 Grundwasserneubildung in Trockenperioden.....	236
8.3 Wasserversorgung	242
8.4 Landwirtschaft	247
8.5 Industrie und Gewerbe	248
8.6 Ausgewählte Dienstleistungen	250
9 Szenarien 2050	251
9.1 Klimaszenarien.....	252
9.1.1 Rahmenbedingungen für Verwendung ÖKS15 Klimadaten.....	255
9.1.2 Räumliche Auflösung – Aggregation von Grundwasserkörpern zu Szenarienregionen	257
9.2 Szenarien Verfügbare Grundwasserressource	258
9.2.1 Grundwasserneubildung in Abhängigkeit von Niederschlag und potentieller Evapotranspiration bei Gruppen von Grundwasserkörpern in tieferen Lagen	

bzw. bei Gruppen mit geringem Anteil der Grundwasserneubildung am Niederschlag	259
9.2.2 Grundwasserneubildung in Abhängigkeit von Niederschlag und potentieller Evapotranspiration bei Gruppen von Grundwasserkörpern in höheren Lagen	261
9.2.3 Grundwasserneubildung in Abhängigkeit von Niederschlag und potentieller Evapotranspiration bei Einzelporengrundwasserkörpern und Gruppen von Grundwasserkörpern mit hoher Grundwasserneubildung	262
9.2.4 Ermittlung der Grundwasserneubildung für die Szenarien 2050	265
9.2.5 Ermittlung der verfügbaren Grundwasserressourcen für die Szenarien 2050..	265
9.2.6 Ergebnisse Grundwasserneubildung Szenarien 2050.....	267
9.2.7 Ergebnisse verfügbare Grundwasserressourcen Szenarien 2050	267
9.3 Szenarien Wasserversorgung	268
9.3.1 Entwicklung der Einflussfaktoren auf den Wasserbedarf	268
9.3.2 Wasserbedarfsszenarien 2050.....	269
9.3.3 Wassergewinnung 2050.....	274
9.4 Szenarien Land- und Forstwirtschaft	277
9.4.1 Landwirtschaftliche Bewässerung 2050	282
9.4.2 Wasserbedarf Vieh 2050.....	306
9.5 Szenarien Industrie und Gewerbe	308
9.6 Szenarien Ausgewählte Dienstleistungen	311
9.6.1 Annahmen zur Änderung des Wasserbedarfs für die Beschneidung bis 2050 ...	312
9.7 Wasserschatzszzenarien 2050 – Gegenüberstellung Wasserressource und Wasserbedarf	315
9.7.1 Wasserschatzszzenarien.....	315
9.7.2 Wasserbedarf.....	315
9.7.3 Grundwassernutzung Brunnen und Quellen	316
9.7.4 Grundwasserentnahme aus Brunnen	323
9.7.5 Verfügbare Grundwasserressource	324
9.7.6 Nutzungsintensität der Grundwasserressourcen	328
10 Wasserknappheit und Dürre – Maßnahmenkatalog	333
11 Kennzahlen Wassernutzung	339
11.1 Wasserbilanz Österreichs.....	340
11.2 Datengrundlagen	341
11.3 Water Exploitation Index – WEI+.....	342
11.3.1 WEI+ für die Flussgebietseinheit Rhein	346
11.3.2 WEI+ für die Flussgebietseinheit Donau (ohne March).....	347
11.4 Weitere Indikatoren.....	350

11.4.1 UN – SDG Indikatoren	350
11.4.2 EEA – Wasserintensität der Pflanzenproduktion.....	354
12 Empfehlungen	355
12.1 Wasserbedarf.....	355
12.2 Wasserressource.....	356
12.3 Integrative und interdisziplinäre Planung.....	356
12.4 Kleinräumige regionale und saisonale Betrachtung.....	356
12.5 Entscheidungsgrundlagen.....	357
12.5.1 Wasserbuchinformationen	358
12.5.2 Mehrfachnutzung von Daten.....	360
13 Querschnittsthemen	362
13.1 Rückblick auf die Entwicklung der zentralen Wasserversorgung in Österreich	362
13.2 Problembereich der alternden Infrastruktur und Erneuerungsbedarf	363
13.3 Die neue EU Trinkwasserrichtlinie	364
13.4 Störfälle, Krisenmanagement und Notversorgung.....	365
13.5 Kreislaufführung, Wiederverwendung und Spurenstoffe	367
13.6 Wasserversorgung und Energie	368
14 Anhang.....	370
Tabellenverzeichnis.....	375
Abbildungsverzeichnis	377
Literaturverzeichnis	385
Abkürzungen.....	401

1 Zusammenfassung

Österreich ist geprägt von großen Wasservorkommen. Sie entwickeln sich über Quellen und Wasserfälle zu Gebirgsbächen und Flüssen, speisen Seen, prägen die Landschaft und werden unsichtbar im Untergrund als Grundwasser gespeichert. Diese Wasservorkommen sind eine wesentliche Grundlage für die Trinkwasserversorgung, die Landwirtschaft, Industrie und Gewerbe und den Tourismus. Damit dieser „Wasserschatz Österreichs“ langfristig geschützt und nachhaltig genutzt werden kann, bedarf es einer vorausschauenden Ausrichtung der wasserwirtschaftlichen Planung. Das Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus hat daher die Studie „Wasserschatz Österreichs“ beauftragt, aufbauend auf den aktuellen Wassernutzungen und verfügbaren Grundwasserressourcen Szenarien für den Zeithorizont 2050 unter dem Aspekt des Klimawandels zu entwickeln.

Nachhaltige Grundwasserbewirtschaftung verfolgt in erster Linie das Ziel, die Versorgungssicherheit der Bevölkerung mit Trinkwasser auf höchstem Niveau zu gewährleisten. Darüber hinaus ist es wichtig, die landwirtschaftliche Produktion und damit die Versorgung und Ernährungssicherung zu ermöglichen sowie den Wirtschaftsstandort inklusive Tourismus zu erhalten und zu stärken. Dies hat unter der Voraussetzung zu geschehen, dass die ökologischen Funktionen der vom Grundwasser abhängigen Wasserkörper und abhängigen Landökosysteme – abgestimmt auf den jeweiligen Naturraum – garantiert bleiben.

Mit dem Projekt „Wasserschatz Österreichs“ werden erstmals umfassende Grundlagen für die nachhaltige Bewirtschaftung der Grundwasserressourcen für die nächsten 30 Jahre bereitgestellt. Das bedeutet:

- Die nachhaltig nutzbare („verfügbare“) Grundwasserressource und
- der Bedarf für die Wasserversorgung, Industrie und Gewerbe, Landwirtschaft und für ausgewählte Dienstleistungen wurden ermittelt.
- Der Wasserbedarf wurde der verfügbaren Grundwasserressource gegenübergestellt und wird als „Nutzungsintensität“ des Grundwassers ausgewiesen.

Die Darstellung erfolgt für die aktuelle Situation und für den Zeithorizont 2050 unter Berücksichtigung unterschiedlicher Klimaszenarien und Annahmen zu sozioökonomischen

Veränderungen. Die Ergebnisse werden dann als Bandbreite in zwei eigens definierten Wasserschätzszenarien 2050 „günstig“ und „ungünstig“ in Bezug zur Nutzungsintensität des Grundwassers dargestellt.

Für die Sektoren Wasserversorgung, Landwirtschaft, Industrie und Gewerbe sowie für ausgewählte Dienstleistungen wurden zahlreiche unterschiedliche Datensätze, wie z. B. Wasserbucheinträge, ausgewertet und den Grundwasserkörpern zugeordnet. Für eine Auswahl von Wasserrechten wurden tatsächliche Wasserentnahmedaten erhoben. Diese wurden unter Einbindung der Vertreterinnen und Vertreter der Bundesländer und zahlreicher Stakeholder um Studienergebnisse und Einschätzungen von Expertinnen und Experten ergänzt. Darauf basierend wurde der Gesamtwasserbedarf ermittelt und dann wieder den jeweiligen Grundwasserkörpern zugeordnet. Mit den vorhandenen Daten und ergänzenden Erhebungen konnte für die Wasserversorgung ein fundiertes Bedarfsmodell entwickelt werden. Für den Sektor Industrie und Gewerbe konnte unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Datenquellen mit einem kombinierten Ansatz eine regionale Zuordnung des Wasserbedarfs durchgeführt werden. Für die Landwirtschaft ist aufgrund der lückenhaften Datenlage die durchgeführte Abschätzung mit Unsicherheiten behaftet. Die verfügbaren Grundwasserressourcen wurden mit der Methodik, die auch im „Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplan“ (NGP) angewandt wird, ermittelt und durch kleinräumigere Auswertungen und Einbeziehung weiterer meteorologischer und hydrologischer Datensätze verfeinert. Damit liegt eine österreichweit vergleichbare und in diesem Detaillierungsgrad einzigartige Auswertung flächendeckend für Österreich vor. Durch die Gegenüberstellung der verfügbaren Grundwasserressource und der Brunnenentnahmen wurde die Nutzungsintensität des Grundwassers ermittelt. Auf Basis der aktuellen Grundwassernutzung wurden Szenarien für einen Zeithorizont bis 2050 erarbeitet, welche die Auswirkungen des Klimawandels ebenso berücksichtigen wie sozioökonomische Entwicklungen. Die Darstellung erfolgt auf Ebene der wasserwirtschaftlichen Bezugseinheiten der Grundwasserkörper bzw. aufgrund der Erfordernisse der räumlichen Auflösung von Klimaszenarien in daraus abgeleiteten sogenannten „Szenarienregionen“ (Verzeichnis der Szenarienregionen siehe Tabelle 39).

Mit den Ergebnissen des Projektes „Wasserschätz Österreichs“ wird auch ein wesentlicher Beitrag zur Umsetzung der nationalen und europäischen Klimawandel-Anpassungsstrategien sowie zur Zielerreichung der Nachhaltigen Entwicklungsziele der Vereinten Nationen (Sustainable Development Goals – SDGs), speziell SDG 6 (Sauberes Wasser und Sanitäreinrichtungen) und SDG 15 (Leben an Land), geleistet. Es werden Datengrundlagen vorgelegt, die klimabezogene Auswirkungen und Risiken berücksichtigen und in der Folge

bei der Diskussion und Entwicklung von Handlungsempfehlungen sowie bei weiterführenden wasserwirtschaftlichen Planungen auf regionaler Ebene einfließen werden.

Für den Entwurf des dritten „Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplanes“ wurden die Ergebnisse der vorliegenden Studie zu den aktuellen Grundwassernutzungen als eine wesentliche Grundlage bei der Beurteilung des mengenmäßigen Zustands der Grundwasserkörper herangezogen.

Klimawandel

Die Auswirkungen des Klimawandels sind auch in Österreich immer deutlicher zu spüren. Trockenperioden wie in den Jahren 2003, 2015 und 2018 und Extremwetterereignisse wie länger andauernde Hitzeperioden oder Starkregenereignisse nehmen zu. Änderungen bei den Niederschlägen, der Anstieg der Lufttemperatur und die damit verbundene Auswirkung auf die Verdunstung (Evapotranspiration) und die Änderung der Vegetationsperiode wirken sich unmittelbar auf die Wasserressourcen und deren Verfügbarkeit sowie auf den Wasserbedarf aus. Generell erwartet man für Österreich eine saisonale Verlagerung der Niederschläge – eine Niederschlagszunahme im Winter und Frühjahr und Abnahme im Sommer und Herbst. Diese Änderungen können regional jedoch sehr unterschiedlich ausgeprägt sein. Gleichzeitig erhöht sich mit dem Temperaturanstieg jedenfalls die Evapotranspiration, sodass es vor allem im Sommerhalbjahr zu einer Zunahme von extrem trockenen Phasen kommen kann.

Für die Abschätzung einer realistischen Bandbreite der möglichen künftigen Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserressourcen und den Wasserbedarf wurden aus dem von Bund und Bundesländern beauftragten Projekt „ÖKS15 – Klimaszenarien für Österreich“ (Chimani et al., 2016) drei regionale Klimaszenarien für diese Studie herangezogen:

- mittleres RCP4.5 Szenario – „optimistische Annahme“ – „hohe Anstrengungen im Klimaschutz und ein moderates Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum“ mit „mittleren Niederschlagsverhältnissen“,
- mittleres RCP8.5 Szenario – „mittlere Annahme“ – „geringe Anstrengungen im Klimaschutz und ungebremstes Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum“ mit „mittleren Niederschlagsverhältnissen“ und
- extrem trockenes RCP8.5 Szenario – „pessimistische Annahme“ – „geringe Anstrengungen im Klimaschutz und ungebremstes Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum“ mit „rückläufigen Niederschlägen“.

Die Auswirkungen des Klimawandels auf die Grundwasserressourcen und auf den Wasserbedarf wurden dann auf Basis der vom Institut für Meteorologie der Universität für Bodenkultur bereitgestellten „ÖKS15 – Klimaszenarien für Österreich“-Datensätze mit den zu erwartenden Änderungssignalen für Niederschlag, Lufttemperatur und Verdunstung (Daten auf Monatsbasis im 1x1 km² Raster) ermittelt. Es wird angenommen, dass das Szenario 2050 der Mittelwert der Klimaperiode 2041–2070 ist.

Wasserschätzszenarien 2050 „günstig“ und „ungünstig“

Die Verfügbarkeit der Wasserressourcen und der Wasserbedarf bis 2050 hängen von mehreren Faktoren ab. Neben der Entwicklung des Klimas, für das die oben genannten Klimaszenarien herangezogen wurden, spielen mögliche sozioökonomische Veränderungen wie z. B. Bevölkerungsentwicklung oder Veränderungen in der Landwirtschaft und Industrie und deren Auswirkungen auf den Wasserbedarf eine große Rolle. Diese, regional sehr unterschiedlichen, Entwicklungen wurden in zwei für die Studie eigens definierten Wasserschätzszenarien berücksichtigt und der verfügbaren Grundwasserressource in den Regionen gegenübergestellt. Aus dieser Gegenüberstellung ergibt sich die Nutzungsintensität des Grundwassers. Wie sich diese Nutzungsintensität bis 2050 entwickeln wird, war die zentrale Fragestellung der Arbeiten.

Die Ergebnisse liegen in einer Bandbreite von zwei möglichen Wasserschätzszenarien 2050: Das „Wasserschätzszenario günstig“ ist jenes mit der geringsten Nutzungsintensität, das „Wasserschätzszenario ungünstig“ jenes mit der höchsten Nutzungsintensität. Die Ergebnisse werden flächendeckend für Österreich auf Ebene der 89 Szenarienregionen dargestellt.

Wasserressourcen

Durch die Auswirkungen des Klimawandels können die verfügbaren Grundwasserressourcen in Österreich zum Zeithorizont 2050 bis zu etwa 23 % von derzeit 5,1 Mrd. m³ auf 3,9 Mrd. m³ abnehmen.

Der gesamte Jahresniederschlag von 1.190 mm, der im langjährigen Durchschnitt auf das Bundesgebiet fällt (BMNT, 2018a), entspricht einer Wassermenge von rund 99,8 Mrd. m³. Von dieser Menge fließt ein Großteil oberirdisch bzw. oberflächennah in die Fließgewässer ab oder verdunstet. Im österreichischen Durchschnitt versickert ein Anteil von knapp 27 %

des Niederschlags bis ins Grundwasser und wird dort mittel- bis längerfristig zwischengespeichert.

Bis zu 5,1 Mrd. m³ pro Jahr können nachhaltig, ohne Übernutzung oder Beeinträchtigung von Ökosystemen, aus dem Grundwasser entnommen werden. Diese Menge wird als „verfügbare Grundwasserressource“ bezeichnet.

Die verfügbaren Grundwasserressourcen sind in Österreich sehr unterschiedlich verteilt, vor allem in den niederschlagsärmeren Gebieten liegen sie erheblich unter dem österreichweiten Durchschnitt. Darüber hinaus ist die Gewinnbarkeit des Grundwassers in einigen Bereichen auf Grund hydrogeologischer Verhältnisse eingeschränkt oder sehr aufwändig.

Für den Zeithorizont 2050 ergibt das Wasserschätzszenario „ungünstig“ eine Abnahme der verfügbaren Grundwasserressource österreichweit um rund 23 % – das bedeutet, dass im mehrjährigen Durchschnitt nur noch 3,9 Mrd. m³ Grundwasser pro Jahr zur Verfügung stehen. Als Folge von Trockenperioden kann, wie bereits auch heute bzw. in der jüngeren Vergangenheit, die Verfügbarkeit des Grundwassers in einzelnen Jahren stärker eingeschränkt sein.

Wasserbedarf – Wasserversorgung

Der Wasserbedarf für die österreichische Wasserversorgung wird zur Gänze aus dem Grundwasser (Brunnen und Quellen) gedeckt. Der aktuelle Wasserbedarf von 753 Mio. m³ pro Jahr wird sich bis 2050 um 11 bis 15 % erhöhen, das bedeutet österreichweit einen künftigen Wasserbedarf von 830 bis 850 Mio. m³ pro Jahr. In einzelnen Gemeinden kann der Bedarf um bis zu 50 % steigen. Stärksten Einfluss darauf hat die Bevölkerungszunahme und der Klimawandel.

Der Wasserbedarf der Wasserversorgung setzt sich aus der Wassernutzung privater Haushalte und den aus der öffentlichen Versorgung mitversorgten öffentlichen Einrichtungen, Gewerbe-, Industrie- und Landwirtschaftsbetrieben sowie der Eigenversorgung von Haushalten zusammen. Aktuell beträgt der gesamte Wasserbedarf rund 753 Mio. m³ pro Jahr. Dieser Bedarf der Wasserversorgung wird zu rund 55 % aus Brunnen entnommen, worin auch knapp 1,5 % Tiefengrundwasserentnahmen enthalten sind. Rund 45 % des Bedarfs wird aus Quellen gedeckt.

Größter Einflussfaktor auf den steigenden Wasserbedarf – bis zu 10 % – ist in allen Szenarien die Bevölkerungszunahme. Rund 2 bis knapp 6 % der Bedarfssteigerung können dem Klimawandel zugeordnet werden und bis zu ein Prozent kann sich aufgrund zunehmender Nächtigungszahlen beim Tourismus ergeben.

Effizienzsteigerungen bis 2050 werden helfen, den Anstieg des Wasserbedarfs um rund zwei Prozent zu reduzieren. In Summe bleibt dennoch eine Bedarfssteigerung von rund 11 bis 15 %. Auf Gemeindeebene können allerdings Bedarfssteigerungen um bis zu 50 % und Bedarfsspitzen bis zum Vierfachen des jeweiligen Durchschnitts auftreten.

Wasserbedarf – Landwirtschaft

Der Wasserbedarf für die Landwirtschaft, der aus Eigenentnahmen gedeckt wird, umfasst die Bereiche Bewässerung und Viehtränke. Der Anteil, der aus der öffentlichen Wasserversorgung gedeckt wird, ist in der folgenden Abschätzung nicht enthalten.

Bewässerung

Österreichweit ist der Anteil der Bewässerung am gesamten Wasserbedarf mit rund 69 Mio. m³ pro Jahr zwar gering, aber auf wenige Regionen in Ostösterreich und zeitlich auf die Vegetationsperiode konzentriert. Bis 2050 ist beinahe von einer Verdoppelung des Bedarfs auszugehen. Aufgrund von lückenhaften Daten stellen die Zahlen eine bestmögliche Expertenschätzung dar.

Aktuell werden durchschnittlich 69 Mio. m³ Wasser für die Bewässerung eingesetzt, das sind ca. 2,3 % des gesamten Wasserbedarfs in Österreich. Davon werden etwa 64 Mio. m³ aus dem Grundwasser entnommen. Etwa 90 % der Flächen, die mit verfügbarer Bewässerungsinfrastruktur und Wassermenge bewässert werden können, liegen in nur neun Szenarienregionen in Ostösterreich. Die Bewässerungsmengen variieren aufgrund der jährlichen Wetterbedingungen stark und können in trockenen Jahren bis zu achtmal höher sein als in Jahren mit durchschnittlicher Niederschlagssumme.

Basierend auf Studien zur landwirtschaftlichen Entwicklung wird davon ausgegangen, dass sich die landwirtschaftlichen Flächen österreichweit bis 2050 um elf Prozent verringern. Gleichfalls wird angenommen, dass die Gesamterträge aus der Bewirtschaftung gleichbleiben. Gleichzeitig ist zukünftig von einer verringerten Wasserverfügbarkeit aus

dem Niederschlag in der Vegetationsperiode, häufigeren Trockenperioden, Änderungen der Niederschlagsverteilung und -intensität sowie von verlängerten Vegetationsperioden und erforderlichen Frostschutzberechnungen auszugehen. Das bedeutet, dass ein erhöhter Bewässerungsbedarf zur Ertragssicherung und Ertragssteigerung erforderlich sein wird.

Mit Zeithorizont 2050 kann der Wasserbedarf für die Bewässerung, abhängig von stark variierender Witterung, österreichweit von derzeit rund 69 Mio. m³ auf rund 115 bis 125 Mio. m³ pro Jahr zunehmen. Die Flächen für die Bewässerungsgebiete werden sich in der Zukunft zunehmend von Osten nach Westen ausdehnen.

Viehwirtschaft

Der Wasserbedarf für die Viehwirtschaft ist regional sehr unterschiedlich und nimmt mit 55 Mio. m³ pro Jahr einen geringen Anteil am gesamten Wasserbedarf ein. Trotz sinkender Viehzahlen ist aufgrund der Leistungssteigerung in der Viehzucht und durch die Zunahme an Hitzetagen mit einer Zunahme des Wasserbedarfs zu rechnen.

Der Wasserbedarf für die Viehwirtschaft aus Eigenentnahmen beträgt 55 Mio. m³ pro Jahr. Die Eigenentnahmen hierfür erfolgen etwa je zur Hälfte aus eigenen Brunnen und Quellen. Der Anteil, der über die Wasserversorgung mitversorgt wird, ist darin nicht enthalten.

Bis 2050 wird mit einer Abnahme des gesamten Viehbestandes um rund 22 % gerechnet, beim Rinderbestand ist allerdings eine Zunahme zu erwarten. Der Wasserbedarf pro Tier wurde in den Szenarien aufgrund der Leistungssteigerung in der Viehzucht, wie z. B. beim Milchvieh, höher angesetzt. Auch die Zunahme an Hitzetagen wurde berücksichtigt. Im ungünstigen Fall ergeben die Annahmen einen künftigen Wasserbedarf von 57 bis 79 Mio. m³ pro Jahr für die Viehwirtschaft. Beim Wasserbedarf für Almvieh, der jährlich etwa 1,3 Mio. m³ ausmacht, kann es – wie bereits in der Vergangenheit in trockenen Sommern eingetreten – in einzelnen Regionen zu Versorgungsengpässen kommen.

Wasserbedarf – Industrie und Gewerbe

Industrie und Gewerbe ist mit etwa 2.210 Mio. m³ pro Jahr mit Abstand der Sektor mit der größten Wasserentnahme. Die überwiegend für Kühlzwecke genutzten Entnahmen erfolgen zu rund 84 % aus dem Oberflächenwasser, das ortsnahe rückgeführt wird. Die Entnahmen aus Brunnen betragen etwa 330 Mio. m³ pro Jahr. Bis 2050 wird mit geringen Bedarfsveränderungen gerechnet.

Die Wasserentnahme durch den produzierenden Bereich beträgt rund 2.210 Mio. m³ pro Jahr und macht damit rund 70 % des gesamten Wasserbedarfs in Österreich aus. Rund 84 % davon werden aus Oberflächengewässern entnommen, 15 % aus Brunnen und 1 % aus Quellen. Der Großteil der Entnahmen aus Oberflächengewässern wird für Kühlzwecke verwendet und in der Regel ortsnahe wieder in die Gewässer rückgeführt.

Von den insgesamt 330 Mio. m³ Brunnenentnahmen pro Jahr werden rund 177 Mio. m³ aus Brunnen im Nahbereich großer Fließgewässer entnommen. Die ufernahen Entnahmen beinhalten auch Anteile, die von unmittelbar zuströmendem Oberflächengewässer regeneriert werden.

Der Wasserbedarf des produzierenden Bereichs wird für den Zeithorizont 2050 im Vergleich zum Ist-Zustand in etwa gleich bleiben. Durch strukturelle Änderungen in diesem Sektor wird langfristig mit einem reduzierten Wasserbedarf gerechnet. Allerdings kann sich in einzelnen Regionen durch Wegfall, Neuansiedlung oder Erweiterung einzelner großer Betriebe der Wasserbedarf in beide Richtungen deutlich ändern.

Wasserbedarf – Beschneigung

Der Wasserbedarf für die Beschneigung beträgt rund 48 Mio. m³ pro Jahr und wird zu rund 90 % aus Oberflächengewässern und nur zu rund 10 % aus dem Grundwasser gedeckt. Bis 2050 ist mit einem Bedarf von bis zu 65 Mio. m³ jährlich zu rechnen.

Aus dem Bereich der Dienstleistungen wurden Beschneigung und Golf als wesentliche Bereiche definiert, wobei der Anteil für die Bewässerung von Golfplätzen sehr gering ist.

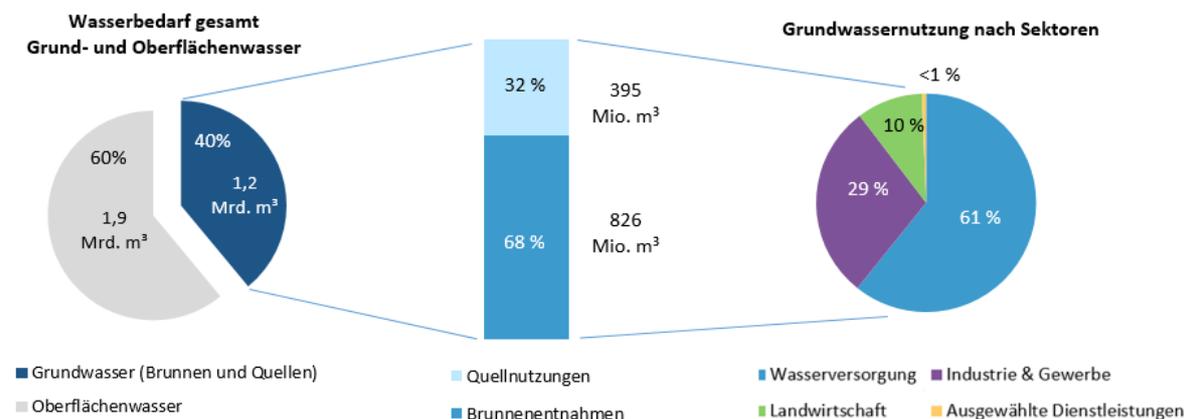
Von den insgesamt rund 52 Mio. m³ Wasserbedarf stellt jener für die Beschneigung den überwiegenden Anteil mit rund 48 Mio. m³ pro Jahr dar. Dieser wird zu rund 90 % aus Oberflächengewässern gedeckt. Insgesamt entspricht das zwei Prozent des gesamten Wasserbedarfs in Österreich.

Für den Zeithorizont 2050 wird mit einer Erhöhung des Bedarfs auf rund 65 Mio. m³ pro Jahr gerechnet. Diese ergibt sich aus einem höheren spezifischen Wassereinsatz je Hektar beschneiter Fläche u. a. durch eine erforderlichenfalls mehrfache Grundbeschneigung. Regional kann es auch zu einem verstärkten Einsatz von Grundwasser für die Beschneigung kommen.

Wasserbedarf – Gesamt

Der gesamte jährliche Wasserbedarf in Österreich liegt bei etwa 3,1 Mrd. m³, siehe Abbildung 1. Die mögliche Entwicklung bis 2050 ist in Tabelle 2 dargestellt.

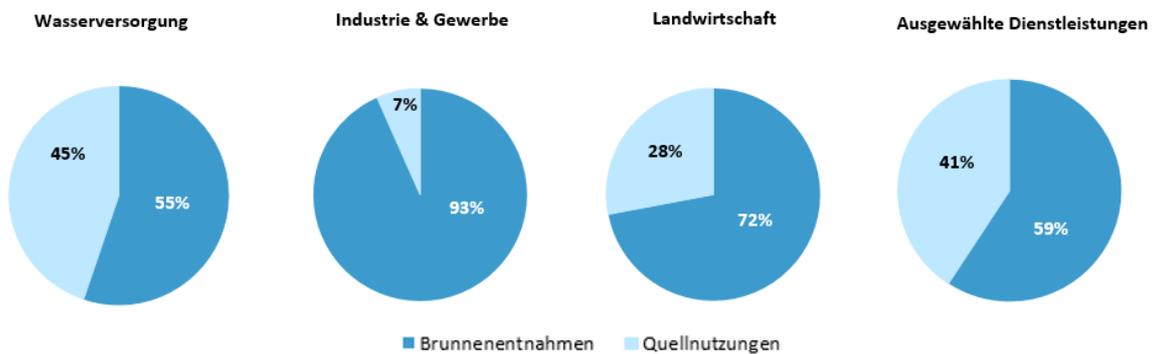
Abbildung 1: Gesamter Wasserbedarf aus Grund- und Oberflächenwasser, Aufteilung des Grundwasserbedarfs nach Brunnen und Quellen sowie Aufteilung auf die Wirtschaftssektoren



Rund 60 % – das sind etwa 1,9 Mrd. m³ – werden aus Oberflächengewässern entnommen, siehe Abbildung 2. Der überwiegende Anteil davon wird als Kühlwasser für Industrie und Gewerbe, ein geringer Anteil wird von Landwirtschaft und Dienstleistungen (Beschneigung) genutzt.

Rund 40 % des gesamten Wasserbedarfs – das sind etwa 1,2 Mrd. m³ – werden aus dem Grundwasser (68 % Brunnen, 32 % Quellen) gedeckt. Der größte Teil wird für die Wasserversorgung verwendet, ein geringerer Anteil entfällt auf Industrie und Gewerbe sowie auf die Landwirtschaft und Dienstleistungen. Das Hauptaugenmerk im Projekt „Wasserschutz Österreichs“ richtet sich auf diesen Wasserbedarf, der aus dem Grundwasser gedeckt wird.

Abbildung 2: Nutzung des Grundwassers (Brunnen und Quellen) nach Wirtschaftssektoren



Nutzungsintensität Grundwasser

Aktuell kann der Bedarf aus dem Grundwasser nachhaltig gedeckt werden. Für den Zeithorizont 2050 ergibt das Wasserschutzszenario „günstig“, dass in einigen Szenarienregionen die Nutzungsintensitäten steigen und die Anzahl der Gebiete mit sehr hoher Ausnutzung (größer 75 bis 90 %) zunehmen aber die Nutzungsintensität überall noch unter 100 % bleibt. Im Wasserschutzszenario „ungünstig“ zeigt sich, dass der Bedarf in einigen Szenarienregionen die verfügbaren Grundwasserressourcen übersteigen kann. In einigen weiteren Szenarienregionen steigt zudem die Nutzungsintensität. Szenarienregionen mit einer Nutzungsintensität über 75 % sollen im Rahmen einer vorausschauenden Planung besondere Berücksichtigung finden. Mit zunehmender Nutzungsintensität können sich regional Nutzungskonflikte ergeben.

Die „Nutzungsintensität“ des Grundwassers zeigt, zu welchem Anteil die verfügbaren Grundwasserressourcen genutzt werden. Sie ergibt sich aus der Gegenüberstellung von verfügbarer Grundwasserressource und Grundwasserentnahmen aus Brunnen.

Der gegenwärtige Wasserbedarf kann aus dem Grundwasser auf regionaler Ebene nachhaltig gedeckt werden.

Österreichweit betrachtet zeigt das Wasserschutzszenario 2050 „ungünstig“ eine Zunahme des Wasserbedarfs aus Brunnen um 21 % von 826 auf rund 1.000 Mio. m³ pro Jahr und gleichzeitig eine Abnahme der verfügbaren Grundwasserressource um rund 23 % von 5.100 Mio. m³ auf 3.900 Mio. m³ pro Jahr. Österreichweit erhöht sich die Nutzungsintensität des Grundwassers in den nächsten 30 Jahren von durchschnittlich rund 16 % auf rund 26 %.

Regional kann die Abnahme der verfügbaren Grundwasserressource sogar über 30 % betragen, vor allem im wasserreichen Westen Österreichs. Im Osten Österreichs nimmt die verfügbare Grundwasserressource aufgrund der in den Klimaszenarien ausgewiesenen Zunahme von Winterniederschlägen und der damit verbundenen Grundwasserneubildung moderater ab oder sogar gering zu. Allerdings bewirken steigende Temperaturen und die Zunahme der Verdunstung einen künftig erhöhten Wasserbedarf, wodurch die ressourcenseitig eher positiven Entwicklungen der Klimaszenarien relativiert werden.

Während das Wasserschutzszenario 2050 „günstig“ zwar in einigen Szenarienregionen eine höhere Nutzungsintensität ausweist, ist der Bedarf in allen Regionen geringer als die jeweiligen verfügbaren Grundwasserressourcen. Das Wasserschutzszenario 2050 „ungünstig“ ergibt hingegen, dass der Wasserbedarf die verfügbaren Grundwasserressourcen in einigen Regionen im Osten Österreichs überschreiten könnte.

Trockenperioden

Neben den oben beschriebenen langfristig zu erwartenden Veränderungen sind, wie bereits in der jüngeren Vergangenheit die Auswirkungen von Trockenperioden zu berücksichtigen. Häufigkeit und Ausmaß werden sich durch den Klimawandel verstärken. Besonders betroffen ist der Osten Österreichs.

Tabelle 1: Wasserbedarf in Mio. m³ aktuell

Wasserbedarf	Brunnen	Quellen	Tiefen- grund- wasser	Grund- wasser Summe	Ober- flächen- gewässer	Summe	Anteil an Gesamt- Summe
	Mio. m ³	Mio. m ³	Mio. m ³	Mio. m ³	Mio. m ³	Mio. m ³	%
Wasser- versorgung	407	335	11	753		753	24 %
Landwirt- schaft	85	33		118	6	124	4 %
Industrie und Gewerbe**	330	23		353	1.857	2.210	70 %
Ausgewählte Dienst- leistungen***	4	3		7	45	52	2 %
Gesamt	826*	395*	11	1.232	1.908	3.140*	100 %

* Gesamtsummen enthalten Rundungsdifferenzen; ** Die Annahmen für 2050 gehen davon aus, dass der Bedarf für Industrie und Gewerbe annähernd gleich bleiben wird. ***umfasst den Wasserbedarf für Beschneigung und für die Bewässerung von Golfplätzen.

Tabelle 2: Mögliche Entwicklung des Wasserbedarfs in Mio. m³ bis 2050

Wasserbedarf gesamt	Aktuell	Szenarien 2050	Änderung Wasserbedarf
	Mio. m ³	Bandbreite Mio. m ³	
Wasserversorgung	753	830–850	↑
Landwirtschaft	124	182–202	↑
Industrie und Gewerbe**	2.210	2.237	→
Ausgewählte Dienst- leistungen***	52	63–70	↑
Gesamt	3.140*	3.312–3.359	↑

* Gesamtsummen enthalten Rundungsdifferenzen; ↑ steigender Wasserbedarf, → annähernd gleichbleibender Wasserbedarf. ** Die Annahmen für 2050 gehen davon aus, dass der Bedarf für Industrie und Gewerbe annähernd gleich bleiben wird. ***umfasst den Wasserbedarf für Beschneigung und für die Bewässerung von Golfplätzen.

Handlungsempfehlungen

Beispielhaft werden nachfolgend einige allgemeine Maßnahmen angeführt, die einerseits dazu beitragen, die verfügbare Ressource zu erhalten, andererseits eine günstige Wirkung auf den Bedarf haben und die Entscheidungsgrundlagen verbessern sollen. Konkrete Maßnahmenvorschläge, speziell auf der regionalen Ebene, sind nicht enthalten und sind daher in weiterer Folge in einem eigenen Entscheidungs- und Diskussionsprozess mit den jeweiligen Verantwortlichen und Stakeholdern zu erarbeiten.

Wasserbedarf

- Mit effizienzsteigernden Maßnahmen und durch die Nutzung verbesserter Informationsgrundlagen sowie den vermehrten Einsatz digitaler Technologien zur Wasserbedarfssteuerung soll die Effizienz wie z. B. in der Bewässerung weiter verbessert werden.
- Darüber hinaus sollen Möglichkeiten geprüft werden, ob durch Änderungen oder Anpassung der Bewirtschaftungsformen der Wasserbedarf vermindert werden kann.

Wasserressource

- Durch geeignete Maßnahmen wie z. B. Entsiegelung soll die Wasserrückhaltekapazität von Böden, terrestrischen und aquatischen Ökosystemen gefördert bzw. wiederhergestellt werden. Das bewirkt einen Wasserrückhalt in der Region und unterstützt auch die Grundwasserneubildung.
- Zur Gewährleistung der Trinkwasserversorgung soll der Ausbau von überregionalen Versorgungssystemen und die Schaffung von ausfallsicheren Infrastrukturen (2. Standbein) weiterverfolgt werden.

Entscheidungsgrundlagen

- Als wasserwirtschaftliche Planungsgrundlage sind Informationen zur Bedarfs- und Wasserressourcenentwicklung zu erarbeiten und die Datenlage zu aktuellen Wasserentnahmen zu verbessern. Basierend auf den aktuellen und künftigen Entwicklungen sind die bewilligten Wasserentnahmemengen (Konsense) zu prüfen und gegebenenfalls Anpassungen vorzunehmen. Dies gilt vor allem in Bereichen, in denen sich Spannungsfelder und konkurrierende Nutzungen abzeichnen. Durch die Dokumentation von Trockenperioden und deren Auswirkungen sollen die Planungsgrundlagen hinsichtlich meist kleinräumiger und zeitlich eingegrenzter Herausforderungen weiter ergänzt werden.

- Aufbauend auf Erfahrungswerten aus bisherigen Trockenjahren sollen Handlungsanleitungen für den Umgang mit Wasserknappheit erarbeitet werden. Dabei sind zum Beispiel Priorisierung von Wassernutzungen, Dürrierisikomanagementpläne, Notversorgungspläne usw. zu entwickeln.
- Zum Themenbereich Kühlwasserentnahmen und Wassertemperaturen sollen weitere Untersuchungen durchgeführt werden.

Vor allem die Ergebnisse für das Wasserschutzzenario 2050 „ungünstig“ zeigen, dass die bereits gesetzten und geplanten Maßnahmen zum Klimaschutz enorme Bedeutung haben. Das System ist sehr träge und reagiert langsam. Es ist erforderlich, dass die Anstrengungen im Klimaschutz nicht nur in Österreich, sondern auch international unternommen werden. Um die Verfügbarkeit der Wasserressourcen in Österreich bis 2050 und darüber hinaus zu gewährleisten, gilt es, in den Regionen mit möglichen Spannungsfeldern Vorsorge zu treffen, damit die Nutzungsansprüche langfristig und nachhaltig unter Berücksichtigung der ökologischen Funktionen der Wasserkörper im jeweiligen Naturraum abgestimmt werden können.

2 Einleitung

Eine Zunahme von Hitzetagen, häufigere und länger andauernde Trockenperioden, Starkregenereignisse – die Auswirkungen des Klimawandels wurden in den letzten Jahren auch in Österreich vermehrt spürbar. Daher ist es notwendig, österreichweit Planungsgrundlagen für die Wasserwirtschaft zu erstellen, die eine Vorschau betreffend die Entwicklung von Wasserressourcen und Wasserbedarf mit Zeithorizont 2050 geben.

Nachhaltige Wasserwirtschaft umfasst mehrere Ziele gleichzeitig: ausgehend von der Erhaltung der ökologischen Funktionen der Wasserkörper – abgestimmt auf den jeweiligen Naturraum – ist die Versorgungssicherheit für die Bevölkerung auf höchstem Niveau zu gewährleisten, die landwirtschaftliche Produktion und damit die Versorgung und Ernährungssicherung zu ermöglichen, sowie der Wirtschaftsstandort zu erhalten und zu stärken.

Dafür sind fundierte Entscheidungsgrundlagen notwendig. Daher wurden mit dem Projekt „Wasserschatz Österreichs“ zwei wesentliche Ziele verfolgt: Einerseits die Erstellung einer mit den Vertreterinnen und Vertretern der Bundesländer abgestimmten Datengrundlage für den Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplan (NGP 2021; BMLRT, 2021a) betreffend die verfügbare Grundwasserressource und den Wasserbedarf, der aus dem Grundwasser gedeckt wird, andererseits die Erarbeitung von möglichen Szenarien für den Zeithorizont 2050. Für die langfristige Planung ist es wesentlich, den gesamten Wasserbedarf für die jeweiligen Sektoren in den Regionen zu kennen, unabhängig davon, ob die Entnahmen gegenwärtig aus Oberflächengewässern oder aus dem Grundwasser (Brunnen und Quellen) erfolgen.

Im Projekt „Wasserschatz Österreichs“ wurde daher bundesweit erstmals eine umfassende Erhebung des Wasserbedarfs für die unterschiedlichen Sektoren sowie der verfügbaren Grundwasserressourcen durchgeführt. Die Arbeiten stützen sich auf umfangreiche vorhandene Daten aus verschiedenen Quellen, zusätzlich wurden Daten erhoben, ausgewertet und Datenlücken durch Hochrechnungen und Schätzungen ergänzt.

Das Grundwasser hat in Österreich einen sehr hohen Stellenwert. Der gesamte Trinkwasserbedarf wird österreichweit aus Brunnen und Quellen gedeckt. Auch für andere Nutzungen wird auf Grund seiner günstigen Eigenschaften, wie z. B. der hohen Qualität, dem Grundwasser, das vielfach ohne weitere Aufbereitungsschritte genutzt werden kann,

der Vorzug gegeben. Daher ist das Grundwasser (Brunnen und Quellen) in dieser Studie der zentrale Schwerpunkt. Auf dieser Basis können weiterführende regionale Bewirtschaftungskonzepte und Maßnahmen entwickelt werden, damit auch für nachkommende Generationen Wasser in ausreichender Menge und Qualität verfügbar bleibt.

Darüber hinausgehende Querschnittsthemen wie die Entwicklung der Trinkwasserversorgung, alternde Infrastruktur bis hin zur Notversorgung standen nicht im Fokus der aktuellen Studie. Ausgewählte Aspekte werden aber in Kapitel 13 zusammengefasst.

3 Ziel der Arbeiten

Ziel der Arbeiten ist es, Wasserbedarf und verfügbare Grundwasserressource für die aktuelle Situation sowie für die Zukunft – Zeithorizont 2050 – zu ermitteln. Unter Einbeziehung aller relevanten Beteiligten soll eine Planungsbasis geschaffen werden, um auch künftig alle Interessen bestmöglich abdecken zu können.

Dies sind höchste Versorgungssicherheit für die Bevölkerung, die Sicherstellung der Versorgung durch landwirtschaftliche Produktion – Ernährungssicherung, die Sicherung des Wirtschaftsstandortes und die Sicherstellung der nachhaltigen Nutzung und ökologischen Funktionen der Wasserkörper – abgestimmt auf den jeweiligen Naturraum.

Was bedeutet „nachhaltig nutzbares Grundwasserdargebot und ökologische Funktionen der Wasserkörper“? Die Definition dazu findet man unter dem Begriff „verfügbare Grundwasserressource“ im Methodendokument „Strategiepapier Grundwasserentnahmen“ (BMLFUW, 2004):

„Die verfügbare Grundwasserressource ist die langfristige mittlere jährliche Neubildung des Grundwasserkörpers abzüglich des langfristigen jährlichen Abflusses, der erforderlich ist, damit die ökologischen Qualitätsziele für die mit ihm in Verbindung stehenden Oberflächengewässer erreicht werden und damit jede signifikante Verschlechterung des ökologischen Zustands dieser Gewässer und jede signifikante Schädigung der mit ihnen in Verbindung stehenden Landökosysteme vermieden wird.“

Bei der Festlegung der verfügbaren Grundwasserressource werden daher insbesondere die Abfluss- und Qualitätsverhältnisse der mit dem Grundwasser in Verbindung stehenden Vorfluter, die mit dem Grundwasser in Verbindung stehenden Landökosysteme, sowie die Belange des quantitativen und qualitativen Grundwasserschutzes zu berücksichtigen sein.“

Das bedeutet, dass per Definition in der „verfügbaren Grundwasserressource“ bereits der Bedarf der vom Grundwasser abhängigen Ökosysteme berücksichtigt ist und daher nicht separat ausgewiesen wird.

Im Rahmen der Arbeiten wird der Begriff „verfügbare Grundwasserressource“ als nachhaltig nutzbares Grundwasserdargebot im Sinne dieser Definition verstanden und verwendet.

Als Ergebnisse werden Wasserbedarf und verfügbare Grundwasserressource auf regionaler Ebene, den wasserwirtschaftlichen Einheiten der Grundwasserkörper ermittelt, für Teilgrundwasserkörper detaillierter dargestellt, Szenarien unter Berücksichtigung des Klimawandels und sozioökonomischer Veränderungen erarbeitet und die Informationserfordernisse für den Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplan (NGP) gemäß der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL; RL 2000/60/EG) erfüllt.

Die Studie liefert Grundlagen, mit denen weiterführende regionale Bewirtschaftungskonzepte und -pläne erarbeitet werden können.

Kurz zusammengefasst werden somit im Rahmen der Arbeiten „Wasserschatz Österreichs“ folgende Punkte behandelt:

- Bereitstellung der Grundlagen für die Beurteilung des mengenmäßigen Zustands von Grundwasserkörpern und der Einschätzung des Risikos, den guten Zustand 2027 nicht zu erreichen, d. h. Erfüllung der Informationserfordernisse für den Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplan (NGP);
- Regionale Darstellung der aktuellen Situation von Wasserbedarf und Grundwasserressourcen – Bilanz: Grundwasserentnahmen aus Brunnen für Wasserversorgung und mitversorgte Bereiche, Industrie und Gewerbe, Landwirtschaft (Viehtränke und Bewässerung) und ausgewählte Dienstleistungen (Beschneigung, Bewässerung von Golfplätzen) im Verhältnis zur verfügbaren Grundwasserressource;
- Analyse der Hitze- und Trockenperioden der jüngeren Vergangenheit, beispielhafte Darstellung für ein Extremjahr;
- Szenarien für das Jahr 2050 unter Berücksichtigung von potentiellen Auswirkungen des Klimawandels;
- Methodik für regelmäßige Aktualisierung der Wasserentnahmedaten;
- Grundlagen für einen Maßnahmenkatalog betreffend Wasserknappheit und Trockenheit.

Ergänzend dazu werden die Nutzungen von Quellen, die Nutzung von Uferfiltrat, bilanzneutrale Nutzungen (ortsnaher Rückeinleitungen) sowie die Entnahmen aus Tiefengrundwasserkörpern und Oberflächengewässern nach Maßgabe der Möglichkeiten erfasst und dargestellt.

3.1 Projektabgrenzung

Im Zusammenhang mit den Auswirkungen des Klimawandels und den vorhandenen Wasserressourcen ergibt sich eine Fülle von Fragestellungen. Hauptaugenmerk im Projekt „Wasserschatz Österreichs“ wird auf die zu erwartenden Entwicklungen betreffend Grundwasser gelegt, da Österreich seinen Trinkwasserbedarf ausschließlich aus Brunnen und Quellen deckt und damit auch eine besondere Stellung in Europa einnimmt. Die Arbeiten umfassen neben der Abschätzung der verfügbaren Grundwasserressourcen und deren Nutzung für die Wasserversorgung, auch die Bereiche Landwirtschaft, Industrie und Gewerbe und ausgewählte Dienstleistungen (Beschneigung und Golf), siehe Abbildung 4. Es wurden mögliche zukünftige Veränderungen bis zum Zeithorizont 2050 unter Einbeziehung ausgewählter Klimaszenarien, die die mögliche Bandbreite der Emissionsszenarien berücksichtigen, erarbeitet.

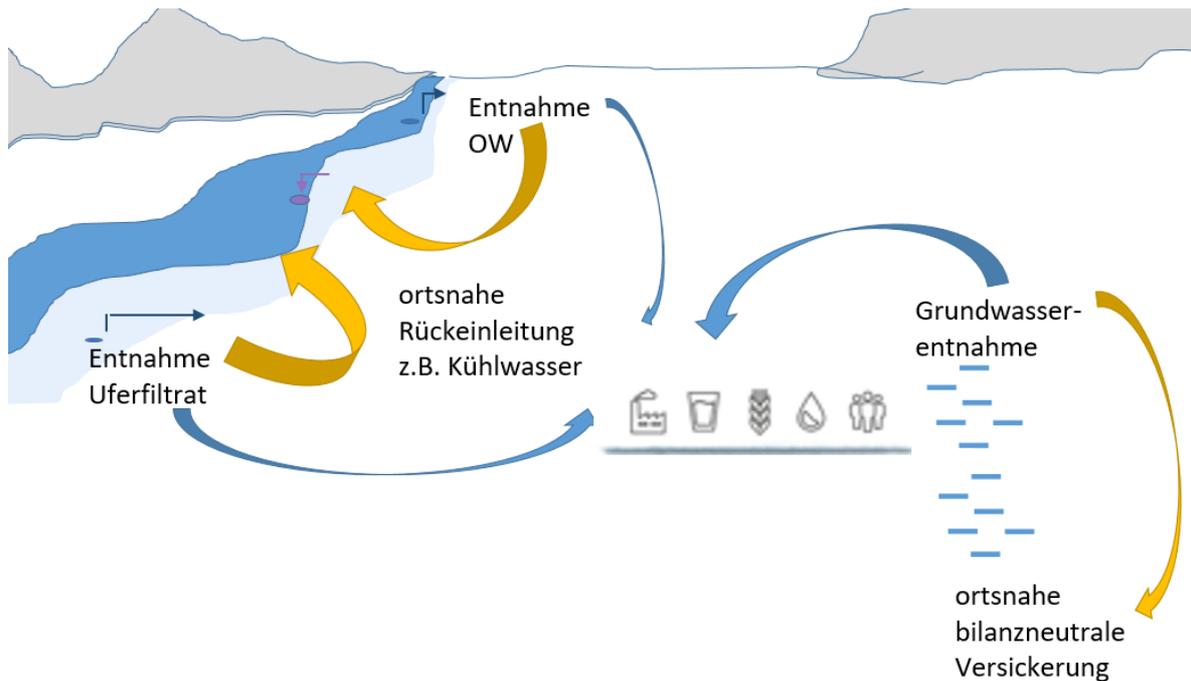
Nicht Gegenstand der Arbeiten waren die Seen, Flüsse, Gletscher und sonstige Speicher. Ebenfalls nicht in der Studie behandelt wurden klimarelevante Themen im Hinblick auf Wasserkraft, Thermalwasser sowie Aspekte der Wasserqualität und -temperaturen. Da Kühlwasser zumindest teilweise auch aus Grundwasser gewonnen wird, wurde der Kühlwasserbedarf aus Oberflächengewässern aber überblicksmäßig miterfasst.

Mit dieser Studie sollen Grundlagen für die Diskussion und spätere Erarbeitung von konkreten Maßnahmen bereitgestellt werden. Einige allgemeine Handlungsempfehlungen, die sich im Zuge der Arbeiten bereits als sinnvoll herauskristallisiert haben, werden im Bericht skizziert. Konkrete Maßnahmenvorschläge – auch auf Regionsebene – sind aber einem späteren intensiveren Diskussions- und Entwicklungsprozess vorbehalten.

Der Begriff „Wasserbedarf“ wird im Bericht folgendermaßen verwendet: Der Wasserbedarf ist jene Wassermenge, die derzeit benötigt wird und auf Grundlage der Annahmen zu den Wasserschattszenarien mit dem Zeithorizont 2050 benötigt werden könnte. Dieser Bedarf wird entweder aus Brunnen oder Oberflächengewässern entnommen oder durch Quellnutzungen gedeckt. Die angeführte Menge für den Wasserbedarf selbst löst weder

derzeit noch für den Zeithorizont 2050 einen rechtlichen Anspruch auf Entnahmekonsense aus. Für den Zeithorizont 2050 wurde der angeführte Wasserbedarf unabhängig von der Verfügbarkeit der Wasserressourcen ermittelt.

Abbildung 3: Darstellung der Projektbegrenzung hinsichtlich bilanzrelevanter Entnahmen und Nutzungen



Quelle: Umweltbundesamt

In Abbildung 3 sind unterschiedliche Entnahmen im Hinblick auf die Bilanzierung und ihre Auswirkung auf die Nutzungsintensität der Grundwasserressource dargestellt. Wesentlich zu unterscheiden sind Entnahmen, sei es aus Grund- oder Oberflächengewässern, die unmittelbar zeit- und ortsnahe wieder rückgeführt werden. Diese werden bei der Bilanzierung (Kapitel 7.2) nicht berücksichtigt. Unberücksichtigte Entnahmekomponenten bei der Wasserversorgung sind unter Kapitel 4.4.1.6. beschrieben.

Abbildung 4: Projektabgrenzung Wasserbedarf, -entnahmen und -nutzung



Die Bewertungen, die im Rahmen des Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplanes durchgeführt werden, beruhen auf der Gegenüberstellung mehrjähriger Zeitreihen – sowohl für die verfügbare Grundwasserressource als auch die Entnahmen aus Brunnen.

Die nachhaltig nutzbare verfügbare Grundwasserressource wird für die aktuelle Situation aus den aktuellsten verfügbaren Daten für Niederwasserabfluss, Niederschlag und Verdunstung und für die Zukunft aus Simulationsmodellen zum Klimawandel – den sogenannten ÖKS15-Datensätzen – ermittelt.

Vor allem für die Entwicklung der Szenarien 2050 wurden aber auch die Gegebenheiten in Extremjahren in ausgewählten Regionen analysiert und bewertet, da davon ausgegangen wird, dass zukünftig Extremjahre häufiger und aufeinanderfolgend auftreten können.

3.2 Einbindung Bundesländer, Stakeholder-Dialog

Für die integrative Wasserbewirtschaftung ist zur Gewährleistung der Berücksichtigung aller wesentlichen Aspekte und Anforderungen die Einbindung der Vertretungen der Bundesländer und der wesentlichen Stakeholder unabdingbar, siehe Abbildung 5. Daher wurden die genannten wesentlichen Akteure hinsichtlich Information zu verfügbaren Grundwasserressourcen und Wasserbedarf für die unterschiedlichen wirtschaftlichen Sektoren in das vorliegende Projekt eingebunden, um Unterstützung und Zusammenarbeit gebeten und über die Ergebnisse informiert. Mit den Bundesländervertretungen wurden die für den Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplan 2021 (NGP 2021; BMLRT, 2021a) erforderlichen Grundlagen zur quantitativen Zustands- und Risikobeurteilung der Grundwasserkörper erarbeitet und abgestimmt sowie Methoden für die Szenarienentwicklung und die Ergebnisse zu den Szenarien 2050 präsentiert.

Abbildung 5: Einbindung Bundesländervertretungen und Stakeholder



Quelle: Umweltbundesamt

4 Methodik

In den folgenden Kapiteln werden alle Annahmen, Festlegungen und Vorgangsweisen zur Ermittlung der verfügbaren Grundwasserressourcen und des Wasserbedarfs für die wirtschaftlichen Sektoren detailliert beschrieben.

Ermittlung der verfügbaren Grundwasserressource (siehe Kapitel 4.3) und Ergebnisse (Kapitel 5)

Die verfügbare Grundwasserressource, das ist jener Anteil der Grundwasserneubildung, der dauerhaft und ohne negative Auswirkungen entnommen werden kann, wurde auf Grundlage umfassender Datensätze, wie z. B. langjähriger Datenreihen des Hydrographischen Dienstes, und vorliegender Studien unter Anwendung hydrologischer Modelle ermittelt.

Ermittlung des Wasserbedarfs für die wirtschaftlichen Sektoren (siehe Kapitel 4.4) und Ergebnisse (Kapitel 5.1.4)

Für die Ermittlung des Wasserbedarfs (generelle Vorgangsweise siehe Abbildung 6) für die Sektoren Wasserversorgung, Landwirtschaft, Industrie und Gewerbe und für ausgewählte Dienstleistungen wurden bereichsspezifisch verfügbare Datensätze, wie z. B. Wasserbucheinträge, ausgewertet und den Grundwasserkörpern zugeordnet. Für eine repräsentative Stichprobenauswahl von Wasserrechten je Sektor und Grundwasserkörper wurden tatsächliche Wasserentnahmedaten erhoben. Diese wurden unter Einbindung der Bundesländer und zahlreicher Stakeholder um Studienergebnisse und Einschätzungen von Expertinnen und Experten ergänzt und vorhandene Datenlücken identifiziert.

Abbildung 6: Ablaufschema Vorgangsweise



Quelle: BOKU

Allerdings ist die Datengrundlage für die einzelnen Sektoren sehr unterschiedlich. Auch durch Erhebungen mit Fragebögen konnten bestehende Lücken nicht geschlossen werden. Vor allem für die Landwirtschaft ist die Datenlage zu Wasserentnahmen österreichweit unzureichend. Daher wurden, mit Ausnahme der Wasserversorgung, für die ein auf ausreichenden Realdaten und Kennwerten basierendes Wasserbedarfsmodell entwickelt wurde, kombinierte Berechnungs- und Schätzmethode erarbeitet und umgesetzt. Die Ergebnisse für die aktuelle Situation wurden mit Expertinnen und Experten der Bundesländer diskutiert und abgestimmt. Entsprechend der jeweiligen Vorgangsweise und Datengrundlagen sind die Ergebnisse mit unterschiedlichen Unsicherheiten behaftet.

Grundwasserkörper und Szenarienregionen (siehe Kapitel 4.2)

Die Bearbeitungen erfolgten auf Ebene der räumlich abgegrenzten „Grundwasserkörper“, die für die wasserwirtschaftliche Planung im Rahmen der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie österreichweit flächendeckend ausgewiesen wurden.

Ein Grundwasserkörper ist ein auf Basis von Hydrogeologie, Grundwasserbeschaffenheit und Grundwasserspiegellagen abgegrenztes Grundwasservolumen innerhalb eines oder mehrerer Grundwasserleiter. Die Bereiche mit zahlreichen kleinen Grundwasserkörpern sind nach hydrogeologischen und hydrologischen Gemeinsamkeiten zu Gruppen zusammengefasst.

Im Rahmen des Projektes „Wasserschatz Österreichs“ wurden alle oberflächennahen Einzelgrundwasserkörper und Gruppen von Grundwasserkörpern berücksichtigt. Um regionale Unterschiede besser bewerten zu können, wurden vor allem großflächige Grundwasserkörper in kleinräumigere Teilgrundwasserkörper unterteilt. Auf Ebene der 175 Teilgrundwasserkörper erfolgt die Darstellung der Ergebnisse für den Ist-Zustand für ganz Österreich. Die Darstellung der Ergebnisse für den Zeithorizont 2050 erfolgt für „Szenarienregionen“ (siehe Verzeichnis in Tabelle 39), diese bilden Österreich unterteilt in 89 Einheiten ab. Die Szenarienregionen decken sich über weite Bereiche mit den Teilgrundwasserkörpern, einige kleinflächige Grundwasserkörper mussten jedoch aus methodischen Gründen zusammengefasst werden. Die Tiefgrundwasserkörper wurden nur dann berücksichtigt, wenn es für das Gesamtverständnis erforderlich war.

Bilanzierung und Nutzungsintensität (siehe Kapitel 7)

Die Bilanzierung und Darstellung der Nutzungsintensität für die Szenarienregionen erfolgt durch das Verhältnis der Grundwasserentnahmen aus Brunnen zu den verfügbaren Grundwasserressourcen. Diese Form der Bilanzierung entspricht somit der Vorgangsweise zur Beurteilung und Bewertung des mengenmäßigen Zustands von Gruppen von Grundwasserkörpern im Rahmen des Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplanes (NGP).

Die Nutzung von Grundwasser im Bereich von Karst- und Kluftgrundwasserkörpern erfolgt in Österreich in der Regel durch Ableitung von Quellwasser. Im Hinblick darauf, dass an Quellen nur das natürlich zu Tage tretende Grundwasser genutzt wird, und dadurch die Grundwasserspiegelverhältnisse im jeweiligen Grundwasserkörper anthropogen nicht beeinflusst werden, werden diese Ableitungen in der Bilanz bzw. bei der Nutzungsintensität nicht berücksichtigt. Im Sinne einer möglichst vollständigen Darstellung der Nutzungen des Grundwassers werden gesondert auch die Quellnutzungen für die (Teil-) Grundwasserkörper bzw. Szenarienregionen angegeben.

Die Ableitung von Quellwasser hat naturgemäß Auswirkungen auf die Abflussverhältnisse der von ihnen gespeisten Oberflächengewässer. Aussagen, ob und in welchem Ausmaß das aus einer Quelle austretende Wasser abgeleitet werden kann, ergeben sich aus den Anforderungen der Oberflächengewässerökologie und ist individuell für jedes betroffene Gewässer zu beurteilen – dies war nicht Gegenstand der vorliegenden Arbeit. Sehr wohl wurde jedoch bei der Festlegung der verfügbaren Grundwasserressourcen auf die aus dem Grundwasser gespeiste Niederwasserführung der Fließgewässer Bezug genommen

und die verfügbaren Ressourcen so festgelegt, dass es durch Grundwasserentnahmen zu keiner wesentlichen Beeinträchtigung der Niederwasserführung kommt.

Die Darstellung des Ist-Zustands auf Ebene der Grundwasserkörper bildet die wesentliche Datengrundlage für die Bewertung des mengenmäßigen Zustandes und des Risikos der Grundwasserkörper für den Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplan (NGP).

Im Entwurf des dritten NGP 2021, der im März 2021 in die Öffentlichkeitsbeteiligung ging, sind alle oberflächennahen Grundwasserkörper mit ausreichender Datenlage in einem guten mengenmäßigen Zustand ausgewiesen. Bei zwei Einzelgrundwasserkörpern (Welser Heide und Seewinkel) und für zwei Tiefengrundwasserkörper besteht das Risiko, dass der gute mengenmäßige Zustand 2027 verfehlt wird.

Szenarien 2050 (siehe Kapitel 9)

Das Projekt „Wasserschatz Österreichs“ liefert über die aktuelle NGP-Periode 2027 hinaus Grundlagen für die nachhaltige Bewirtschaftung der Grundwasserressourcen bis 2050. Dafür wurden Wasserschattszenarien erstellt, die den Klimawandel ebenso berücksichtigen wie sozioökonomische Entwicklungen. Die den Wasserschattszenarien zugrundeliegenden Annahmen und Eingangsdaten sind im Kapitel 9 ausgeführt.

4.1 Klimawandelszenarien

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 3 zeigt die Konzentrationen der treibhauswirksamen Gase als CO₂-Äquivalente für die im gegenständlichen Projekt gewählten 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 ist.

Tabelle 3: RCP-Szenarien für die Betrachtungen im gegenständlichen Projekt

Klimaszenario	RCP8.5	RCP6.0	RCP4.5	RCP2.6
Konzentration treibhauswirksamer Gase 2100 (CO₂-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 (gewählte RCP8.5 Szenarien mit mittlerem und geringem Niederschlag)	-	1,8 °C (gewähltes RCP4.5 Szenario mit mittlerem Niederschlag)	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 **RCP2.6** 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 3) 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 **RCP4.5** Szenario entspricht einer Entwicklung mit „hohen Anstrengungen im Klimaschutz und einem moderaten Wachstum“.

Das **RCP8.5** Szenario steht für „geringe Anstrengungen im Klimaschutz und ungebremstes Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum“, bei dem es nicht gelingt, weltweite Klimaziele umzusetzen und fossile Brennstoffe die Hauptenergiequelle im 21. Jahrhundert bleiben.

Neben dem Einfluss auf die Temperatur hat der Klimawandel auch direkte Auswirkungen auf Dauer und Beginn der Vegetationsperioden, die Verdunstung von Oberflächen und durch Pflanzen (Evapotranspiration) sowie auf die Niederschläge und deren zeitliche und räumliche Verteilung. Beim Niederschlag sind die Unterschiede zwischen den Emissions-szenarien nicht so deutlich ausgeprägt wie bei der Temperatur. Die stärksten Änderungssignale zeigen sich hier erst in der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts. Sie sind umso ausgeprägter je höher die Emissionen ansteigen. In den Szenarien wird in der nahen Zukunft mit einer geringen Veränderung des Jahresniederschlags gerechnet, dafür aber mit einer saisonalen Verlagerung des Niederschlags. Für Österreich ist demnach über weite Bereiche in Winter und Frühjahr von einer Niederschlagszunahme auszugehen, in Sommer und Herbst von einer Abnahme (Leidinger et al., 2020). Mit der Temperatur steigt auch die Evapotranspiration, sodass es vor allem im Sommerhalbjahr zu einer Zunahme von Trockenperioden und einer damit verbundenen geringeren Wasserverfügbarkeit kommen kann.

Die Österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel (BMLFUW, 2017) hat für 14 Aktivitätsfelder konkrete Handlungsempfehlungen vorgesehen. Der Stand der Umsetzung dieser Empfehlungen wird systematisch erfasst und die Zielerreichung der Strategie regelmäßig geprüft und angepasst. Im daraus resultierenden Fortschrittsbericht (aktuell in Erarbeitung), der unter Einbindung der wesentlichen Akteurinnen und Akteure und Stakeholder erstellt wird, wird für das Aktivitätsfeld „Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft“ ein verstärktes Bewusstsein bezüglich der Notwendigkeit von Klimawandelanpassungsmaßnahmen festgestellt. Wesentliche Herausforderungen bestehen aber weiterhin u. a. bei fehlenden Datengrundlagen, sei es zur zukünftigen Entwicklung der Wasserressourcen und des Wasserbedarfs vor allem unter dem Aspekt des Klimawandels oder zu möglichen Nutzungskonflikten.

Mit dem Projekt „Wasserschatz Österreichs“ wird ein wesentlicher Beitrag zur Verringerung der oben genannten Wissensdefizite bezüglich der verfügbaren Grundwasserressourcen und Wassernutzungen geleistet.

Auswirkungen des Klimawandels, und im speziellen Dürre und Trockenheit, sind wesentliche Klimaaspekte, die im Rahmen des NGP analysiert und dargestellt werden. Auch dazu liefert das Projekt „Wasserschatz Österreichs“ durch die Analyse der Auswirkungen von Trockenjahren auf die Grundwasserneubildung einen wesentlichen Beitrag.

4.1.1 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.

Im Projekt „Wasserschatz Österreichs“ wurden drei ausgewählte Simulationen aus dem ÖKS15 Ensemble (Tabelle 4) stellvertretend für die Bandbreite der Klimaszenarien gewählt. Daraus wurden für die Zeitreihe 2041 bis 2070 die Parameter Niederschlag, Temperatur und potentielle Evapotranspiration hinsichtlich ihrer möglichen Auswirkungen auf den Wasserhaushalt für den Zeithorizont 2050 analysiert.

Tabelle 4: Ausgewählte ÖKS-Klimaszenarien für das Projekt „Wasserschatz Österreichs“

Bezeichnung	Emissionsszenario	Niederschlag	Temperaturanstieg Zeithorizont 2050 im Vergleich zu 1990–2018
Mittleres RCP4.5 Szenario	hohe Anstrengungen im Klimaschutz und ein moderates Wachstum	Mittlere Niederschlagsverhältnisse	+1 °C
Mittleres RCP8.5 Szenario	geringe Anstrengungen im Klimaschutz und ungebremstes Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum	Mittlere Niederschlagsverhältnisse	+1,4 °C
Extrem trockenes RCP8.5 Szenario	geringe Anstrengungen im Klimaschutz und ungebremstes Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum	Rückläufige Niederschlagsverhältnisse	+2,6 °C

Quelle: Leidinger et al., 2020

Weitere Details zu den ausgewählten Simulationen finden sich in Kap. 9.1.

4.2 Grundwasserkörper und Teilungen

Grundwasser und Grundwasserneubildung

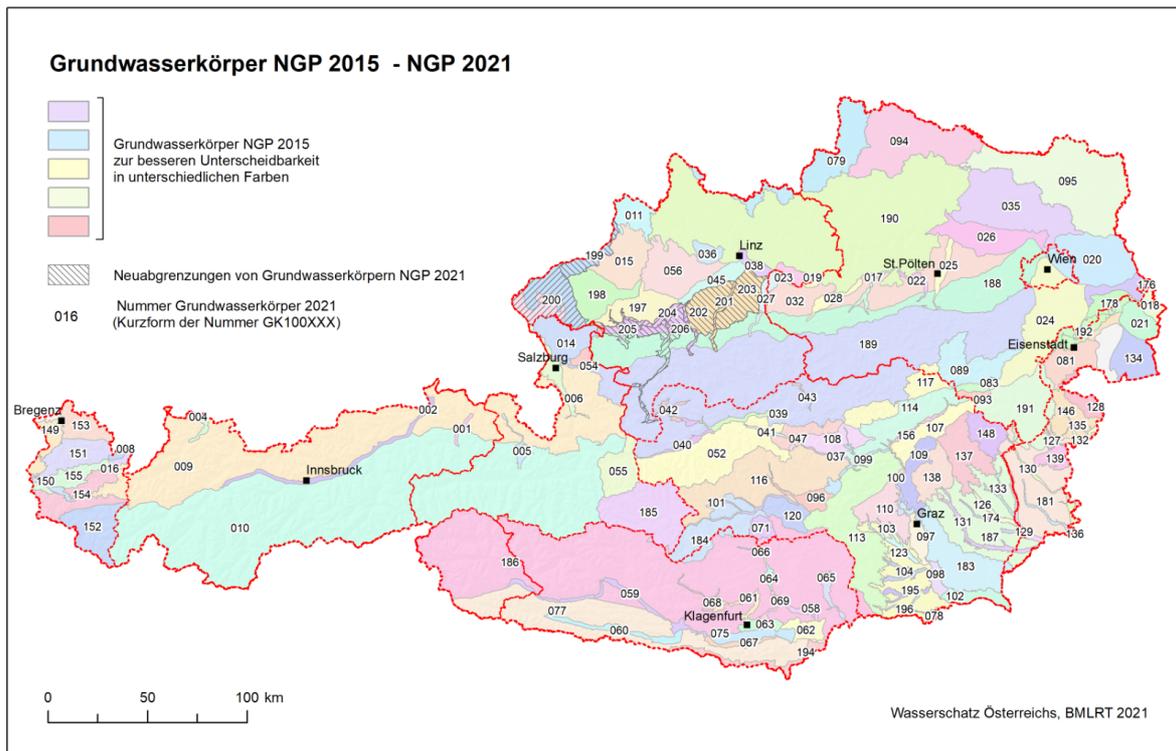
Grundwasser ist unterirdisches Wasser in der Sättigungszone, das Hohlräume (Poren oder Klüfte) im Untergrund ausfüllt. Das Wasser sickert aus Niederschlag und Oberflächengewässern in den Boden und wird dort zwischengespeichert. Je nach Durchlässigkeit des Untergrundes sickert ein Großteil des Grundwassers mit entsprechend geringer Geschwindigkeit einem tiefergelegenen Vorfluter zu und speist so in Trockenperioden die Niederwasserführung der Oberflächengewässer. Infiltration aus und Exfiltration in Oberflächengewässer können sich entsprechend der Untergrundverhältnisse abschnittsweise oder je nach Wasserstand im Vorfluter und ufernahem Grundwasser auch temporär umkehren. Ein Teil des Grundwassers wird mit Brunnenanlagen aktiv gefördert, ein anderer Teil gelangt über Quellaustritte an die Oberfläche oder wird über Quelfassungen entnommen. Quellwasser ist somit auch ein Teil des Grundwassers und als solches in den

folgenden Ausführungen zur Grundwasserneubildung enthalten. Bei der Ermittlung der Grundwassernutzungsintensität durch Bilanzierung der Entnahmen mit den verfügbaren Grundwasserressourcen werden jedoch nur die aktiven Entnahmen in Form von Brunnen berücksichtigt.

Ein **Grundwasserkörper** ist ein auf Basis von Hydrogeologie, Grundwasserbeschaffenheit und Grundwasserspiegellagen abgegrenztes Grundwasservolumen innerhalb eines oder mehrerer Grundwasserleiter. Vertikal wird zwischen oberflächennahen Grundwasserkörpern und Tiefengrundwasserkörpern unterschieden. Oberflächennah sind jene Grundwasserkörper, die bis zur Basis des obersten Grundwasserstockwerkes reichen, bzw. jene Anteile des Grundwassers, die sich im gegenwärtigen Wasserkreislauf befinden (Definition Abt. Wasserhaushalt, BMLRT online¹). Mit Stand 2015 werden für Österreich flächendeckend 129 oberflächennahe Grundwasserkörper ausgewiesen, die in Abbildung 7 dargestellt sind. Während der Erarbeitung der aktuellen Studie wurden vier Grundwasserkörper in Oberösterreich neu abgegrenzt. Diese sind schraffiert dargestellt, die Grenzänderungen konnten bei den aktuellen Arbeiten nicht mehr berücksichtigt werden.

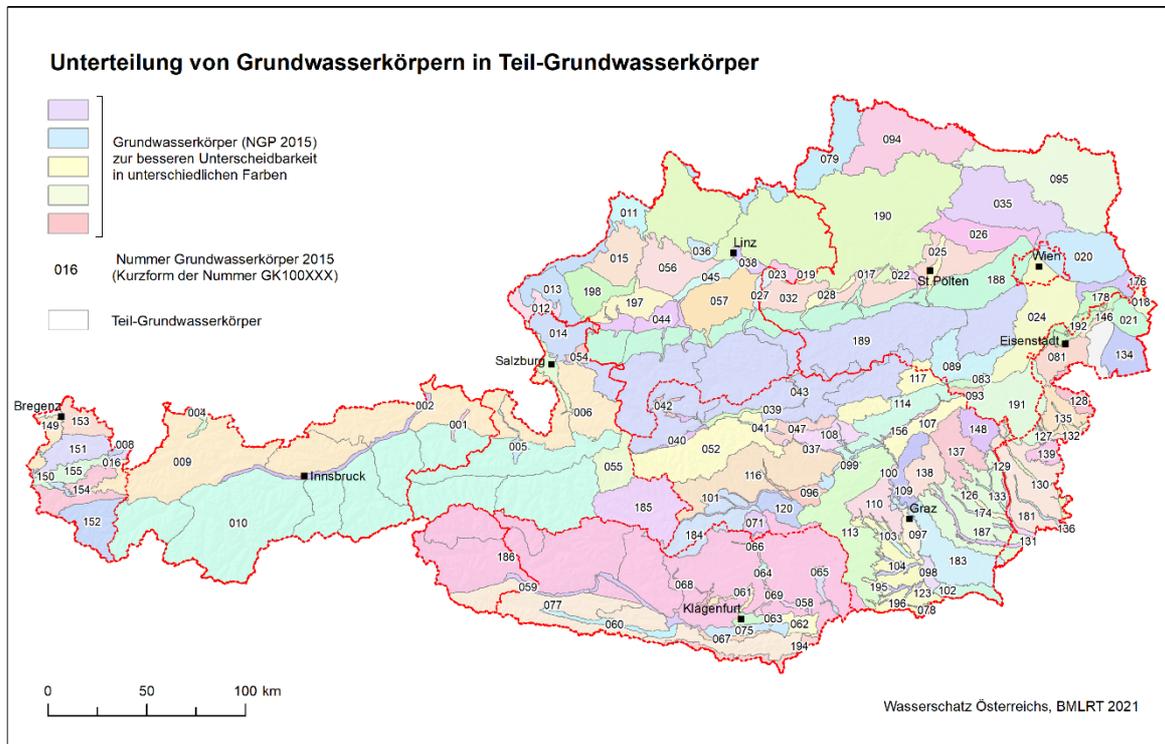
¹ <https://info.bmlrt.gv.at/themen/wasser/wasser-oesterreich/zahlen/grundwasser.html>

Abbildung 7: Grundwasserkörper Stand NGP 2015 und Änderungen von Grundwasserkörperabgrenzungen mit Stand NGP 2021



Im Zuge der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie wurden die Grundwasserleiter abseits großer Beckenlandschaften Österreichs zu Gruppen von Grundwasserkörpern zusammengefasst. Für das Projekt „Wasserschutz Österreichs“ wurden einige dieser großflächigen Gruppen von Grundwasserkörpern in **Teil-Grundwasserkörper**, siehe Abbildung 8, untergliedert, um die aktuellen Dargebots- und Nutzungsverhältnisse regional differenzierter abbilden zu können. Insgesamt wurden 175 Teil-Grundwasserkörper abgegrenzt. Die Tiefgrundwasserkörper wurden in diesem Projekt nicht bearbeitet.

Abbildung 8: Unterteilung der Grundwasserkörper (Stand NGP 2015) in Teil-Grundwasserkörper

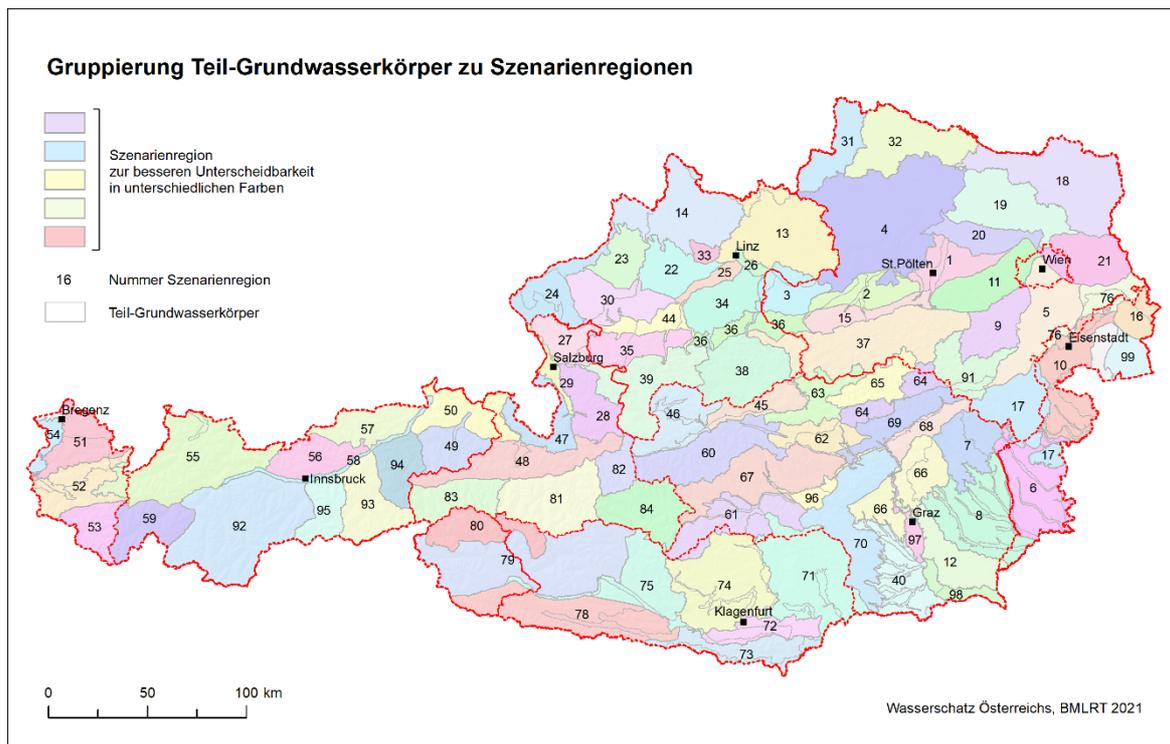


Zur Berechnung der Klimaszenarien 2050 wurden Grundwasserkörper zu **Szenarienregionen** zusammengefasst, siehe Abbildung 9. Obwohl die ÖKS15-Datensätze der Klimamodelle für Österreich in einer technischen Auflösung von 1 km x 1 km bereitgestellt werden, beträgt die effektive Auflösung für Niederschlagsdaten nur 40 km x 40 km bzw. 1.600 km². Die Verwendung von Niederschlagsdaten in höherer Auflösung als der effektiven Auflösung führt zu höheren Unsicherheiten in den Ergebnissen, oder es kann zu Fehlinterpretationen kommen, die das lokale Klima und seine Entwicklung stark abweichend von der Realität darstellen.

Zahlreiche Grundwasserkörper bzw. Gruppen von Grundwasserkörpern sind deutlich kleiner als 1.600 km². Um Fehlinterpretationen der Klimadaten möglichst zu vermeiden, wurden kleinere Gebiete zu Szenarienregionen zusammengefasst, sofern der Verlust an hydrogeologischer Aussagekraft vertretbar erschien. Grundwasserkörper wie z. B. das Linzer Becken und das Eferdinger Becken, das Rheintal oder das Grazer Feld, die grundlegende, andere Charakteristika aufweisen als die benachbarten Gruppen von Grundwasserkörpern wurden trotz einer deutlichen Unterschreitung der effektiven Auflösung der Klimamodelle als eigenständige Szenarienregionen belassen. Der Verlust an wasserwirtschaftlicher Aussagekraft durch Zusammenlegung mit benachbarten Gruppen

von Grundwasserkörpern wäre hier nachteiliger gewesen als die Inkaufnahme von größeren Unsicherheiten bei den Niederschlagsdaten der Klimamodelle. Ein Verzeichnis der Szenarienregionen und der zugrundeliegende (Teil-)Grundwasserkörper findet sich in Tabelle 39.

Abbildung 9: Darstellung der (Teil-)Grundwasserkörper und der daraus aggregierten Szenarienregionen



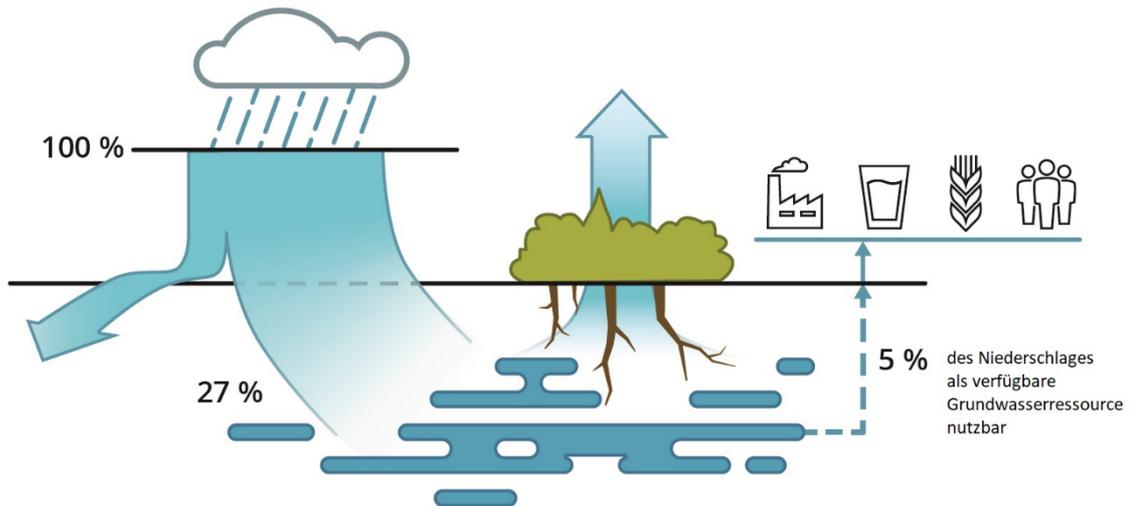
4.3 Wasserdargebot und verfügbare Grundwasserressourcen

4.3.1 Verfügbare Grundwasserressourcen für Gruppen von Grundwasserkörpern

Für die Gruppen von Grundwasserkörpern erfolgt die mengenmäßige Zustandsbewertung und Risikobeurteilung über die Ermittlung der Grundwasserneubildung und der daraus ermittelten verfügbaren Grundwasserressourcen. Daten zu Grundwasserständen liegen in den Gruppen von Grundwasserkörpern nicht in jenem Umfang vor, der es ermöglichen

würde, die Risikobeurteilung nach der NGP-Methode für Einzelporengrundwasserkörper durchzuführen.

Abbildung 10: Vom Niederschlag zur verfügbaren Grundwasserressource

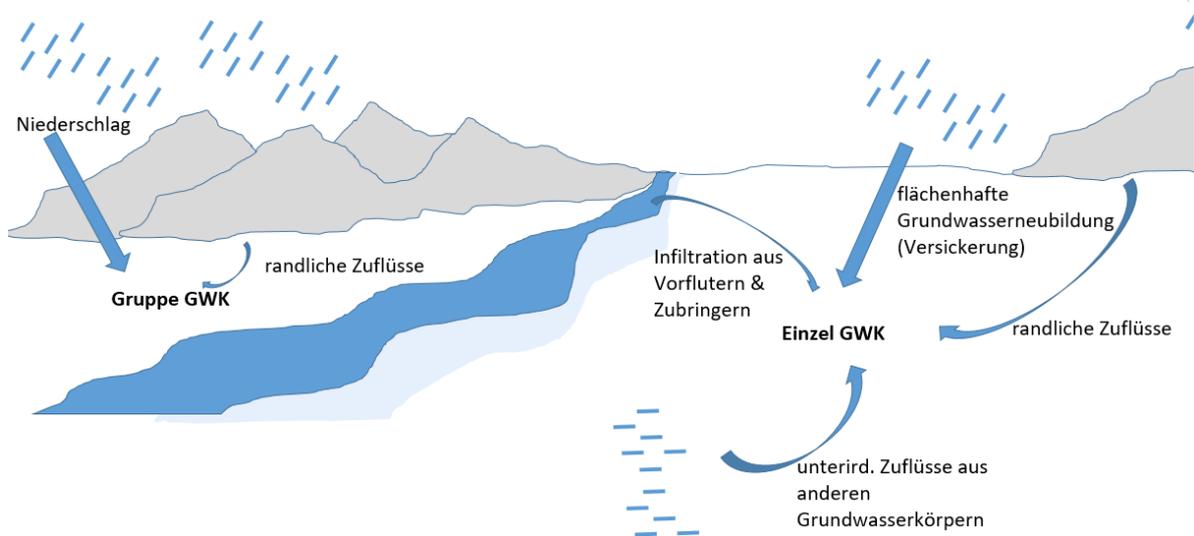


Quelle: Umweltbundesamt

Für die Ist-Bestandsanalyse 2005 im Zuge der Erstellung des 1. NGP wurde flächendeckend eine „Erstabschätzung der verfügbaren Grundwasserressourcen für Gruppen von Grundwasserkörpern“ (Holler, 2004a) durchgeführt. Hierbei wurden die Grundwasserneubildung und die verfügbaren Grundwasserressourcen aus den Niederschlags- und Abflusszeitreihen ausgewählter Oberflächengewässerpegel abgeleitet. Als Basis für die Ist-Bestandsanalyse 2013 und den 2. NGP wurde eine „Detailermittlung der verfügbaren Grundwasserressourcen für Gruppen von Grundwasserkörpern“ (Holler, 2010) durchgeführt. Hierbei wurde methodisch der gleiche Ansatz verwendet wie für den 1. NGP, die Auswertung erfolgte jedoch auf einer erheblich breiteren Datenbasis, womit die Ergebnisse auch statistisch besser abgesichert werden konnten. Für den 3. NGP und das Projekt „Wasserschatz Österreichs“ erfolgte nun eine weitere Verdichtung der Datenbasis und eine verfeinerte Regionalisierung unter Verwendung der aktuellsten verfügbaren Zeitreihen. Im Wesentlichen wurde dabei der bisherige methodische Ansatz beibehalten, jedoch durch die Erstellung von Wasserbilanzen ergänzt und abgesichert. Datengrundlage hierfür bildet die Auswertung und Analyse der Abflusszeitreihen 1998 bis 2017 von 500 repräsentativen Pegelinzugsgebieten in ganz Österreich.

Für die Gruppen von Grundwasserkörpern wird die verfügbare Grundwasserressource als ein bestimmter Anteil der Grundwasserneubildung in der jeweiligen Grundwasserkörper-Gruppe festgelegt. Die gesamte Grundwasserneubildung ergibt sich unter Berücksichtigung der Neubildung aus Niederschlag sowie Infiltration und Randzuflüssen, wie sie in Abbildung 11 dargestellt ist. Da die Niederwasserführung von Fließgewässern größtenteils aus dem Grundwasser gespeist wird, kann die Grundwasserneubildung durch statistische Auswertung langjähriger Zeitreihen der Abflussdaten repräsentativer Pegel ermittelt werden. In weiterer Folge wird aus der Grundwasserneubildung in Trockenjahren mit Auftretenswahrscheinlichkeit einmal in zehn Jahren und der Variabilität der Grundwasserneubildung die verfügbare Grundwasserressource berechnet.

Abbildung 11: Schema der Grundwasserneubildung für Gruppen von Grundwasserkörpern und für Einzelgrundwasserkörper



Quelle: Umweltbundesamt

Um die unbeeinflussten Neubildungsverhältnisse abzubilden, wurden bei der Auswertung der Niederwasserabflüsse die aktuellen Nutzungen berücksichtigt. Die gemessenen Pegelabflüsse zeigen je nach Einzugsgebiet durch anthropogene Eingriffe in den Wasserhaushalt mehr oder weniger veränderte Verhältnisse (z. B. erhöhte Abflüsse durch Einleitungen, Zuleitungen für Kraftwerke oder reduzierte Abflüsse durch Entnahmen für Wasserversorgungen, Bewässerung usw. sowie Ableitungen für Kraftwerke). Dies kann zu maßgeblichen Veränderungen der Niederwasserführung führen. Zur Ermittlung eines möglichst unbeeinflussten Zustands wurden, abhängig von der Datenverfügbarkeit, die Abflusswerte um Entnahmen und Ableitungen erhöht und um Ein- und Zuleitungen

reduziert. Pegel­daten, die auf Grund massiver Eingriffe (z. B. durch Speicherkraftwerke) völlig veränderte Niederwasserregime zeigen, wurden in der Auswertung nicht berücksichtigt. Bei der Erstellung von Wasserbilanzen sind sowohl unterirdische Zu- und Abflüsse in das bzw. aus dem orografischen Einzugsgebiet als auch der Gletscherabfluss in hochalpinen Einzugsgebieten zu berücksichtigen. Wegen unzureichender Datenverfügbarkeit konnten diese Korrekturen in den meisten Fällen jedoch nur abgeschätzt werden. Im Falle widersprüchlicher Abfluss- und Niederschlagsdaten in den Wasserbilanzen wurden benachbarte Pegel­einzugsgebiete zusammenfassend bilanziert und unter Berücksichtigung verfügbarer hydrogeologischer Informationen geprüft, ob die Widersprüche durch maßgebliche unterirdische Zu- und Abflüsse bedingt sein können oder auf Fehler in den Datensätzen oder Schätzungen hinweisen. Wenn für Widersprüche keine plausible Erklärung gefunden werden konnte, wurden die Pegel in der weiteren Auswertung nicht berücksichtigt. Bei Pegeln mit auffälliger Abflusscharakteristik wurden die zuständigen Expertinnen und Experten der Landesverwaltungen nach deren Einschätzung und nach vorhandenen Studien zu den Besonderheiten befragt und diese Expertise berücksichtigt.

Für das Projekt „Wasserschatz Österreichs“ wurden die Niederschlags-, Evapotranspirations- und Abflussdaten der Zeitreihe 1998–2017 für 500 ausgewählte Oberflächengewässerpegel bzw. deren Einzugsgebiete ausgewertet.

Mit den angewendeten Methoden wird den Vorgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) Rechnung getragen bzw. wird unmittelbar auf die im NGP Methoden-Papier (BMLFUW, 2004) getroffenen Festlegungen abgezielt: „Die verfügbare Grundwasserressource ist (...) die langfristige mittlere jährliche Neubildung des Grundwasserkörpers abzüglich des langfristigen jährlichen Abflusses, der erforderlich ist, damit die ökologischen Qualitätsziele für die mit ihm in Verbindung stehenden Oberflächengewässer erreicht werden und damit jede signifikante Verschlechterung des ökologischen Zustands dieser Gewässer (...) vermieden wird.“ Die in diesem Zusammenhang ebenso geforderte „Verhinderung einer signifikanten Schädigung der in Verbindung stehenden Landökosysteme“, bleibt bei den angewendeten Methoden unberücksichtigt und kann nur individuell im Einzelfall beurteilt werden (dies erfolgt u. a. im Zuge der Erstellung des NGP durch die zuständigen Abteilungen der Bundesländer).

4.3.1.1 Ermittlung der mittleren Grundwasserneubildung

Die Grundwasserneubildung wird mit anerkannten Verfahren aus der Niederwasserführung von Vorflutern, die vom Grundwasserkörper bei Niederwasserführung gespeist werden, ermittelt (MoMNQT-Verfahren nach Wundt 1958, Kille 1970). Diesem Ansatz liegt die Vorstellung zu Grunde, dass die Abflussmenge im Vorfluter bei Niederwasserführung in länger anhaltenden Trockenperioden die Höhe der Grundwasserneubildung im Einzugsgebiet abbildet, sofern der Pegel nicht von größeren Mengen an Grundwasser unterströmt wird oder die Niederwasserführung durch anthropogene Eingriffe (z. B. Pumpspeicherbetrieb im Einzugsgebiet) grundlegend verändert wird. Die mittlere Grundwasserneubildung ergibt sich nach Wundt als arithmetisches Mittel der niedrigsten monatlichen Tagesabflüsse (MoNQT) aller Monate einer Bezugsjahresreihe. Das Verfahren von Kille basiert auf einer grafischen Auswertung der MoNQT-Werte der Bezugsreihe, wobei als Vereinfachung die grafische Auswertung durch die Verwendung des Medians der MoNQT ersetzt werden kann. Bei der Methode von Kille wird der Einfluss von einzelnen größeren Monatswerten reduziert, die zum Teil schon durch rasche Abflusskomponenten aus Niederschlägen beeinflusst sind. Durch die Verwendung des Medians ergeben sich in der Regel etwas geringere Neubildungsraten als mit dem Verfahren nach Wundt, d. h. das Verfahren von Wundt überschätzt tendenziell die Neubildung. Für die Auswertungen im Rahmen des Projektes „Wasserschatz Österreichs“ wurden beide Methoden angewendet. In der abschließenden Ergebnisdarstellung werden nur die Berechnungen mit der Methode von Kille berücksichtigt.

Diese Verfahren ermöglichen die Ermittlung der durchschnittlichen Jahressumme der Grundwasserneubildung über einen längeren Zeitraum, sie erlauben jedoch keine Aussagen zur kurzzeitlichen Dynamik der Grundwasserneubildung im Einzugsgebiet. Je nach Niederschlagsverteilung kann es vor allem in größeren Einzugsgebieten zu wechselweisen Ex- und Infiltrationsprozessen kommen. Beispielsweise kann Grundwasser in kleinere Gewässer exfiltrieren oder an Quellen austreten und anschließend wieder ins Grundwasser infiltrieren oder es überwiegen bei längeren Niederschlägen phasenweise Infiltrationsprozesse, während das Niederwasser in Trockenperioden ausschließlich durch exfiltrierendes Grundwasser gespeist wird.

Bei der Anwendung dieser Verfahren ist darüber hinaus zu bedenken, dass die gemessenen Niederwasserabflüsse in den meisten Fällen durch anthropogene Eingriffe in den Wasserhaushalt beeinflusst sind, z. B. in Form von Einleitungen, Entnahmen, usw. Deshalb ist davon auszugehen, dass die aus Pegeldaten ermittelte Grundwasser-

neubildung in den meisten Fällen auch Anteile sonstiger zwischengespeicherter Wassermengen enthält bzw. durch vorhandene Entnahmen und Rückeinleitungen beeinflusst wird. Für die Berücksichtigung dieser Eingriffe in den Einzugsgebieten stehen in der Regel keine Zeitreihen zur Verfügung und es können auch die durchschnittlichen Jahressummen in den meisten Fällen nur abgeschätzt werden.

Zur Sicherung der Aktualität und Optimierung der Vorgangsweise wurden umfassende Recherchen nach anderen Methoden zur flächendeckenden Ermittlung der Grundwasserneubildung durchgeführt. Es zeigte sich, dass komplexere Verfahren mit GIS-gestützten Bodenwasserhaushaltsmodellen für die Erreichung einer hohen Ergebnisqualität eine hohe Dichte an flächendeckend verfügbaren und zuverlässigen Daten zu Klima, Hydrogeologie sowie Landnutzung voraussetzen. Ist die Qualität der verfügbaren Eingangsdaten unzureichend, sind auch die Ergebnisse, die mit Modellen errechnet werden, mit entsprechenden Fehlern behaftet und die Abweichungen von den realen Verhältnissen können beträchtlich sein. Insbesondere bei der Anwendung in Waldgebieten und alpinen Lagen ist mangels verfügbarer Daten mit hohen relativen Fehlern zu rechnen. Pegelabflüsse bilden hingegen als Summenparameter die Grundwasserneubildung einschließlich der aktuellen Nutzung und anderer Veränderungen im Einzugsgebiet ab. Eine auf Pegelabflüssen basierende Festlegung des verfügbaren Anteils der Grundwasserressource zeichnet sich auch dadurch aus, dass geprüfte Abflussmessungen der Niederwasserführung als zentrale Ausgangsgröße fungieren und nicht mit Modellen regionalisierte Bodenkennwerte und Zeitreihen von Klimadaten. Dadurch wird sichergestellt, dass die Bemessung der verfügbaren Grundwasserressource auf jenen Daten beruht, die neben Grundwasserständen der wichtigste Indikator für den mengenmäßigen Zustand der Grundwasserressourcen sind.

Diese Schlussfolgerungen bezüglich modellgestützter Verfahren wurden zuletzt durch die Veröffentlichung „Wasser im Boden“ des BMLRT im Dezember 2020 bestätigt. In diesem Sammelband wurde der aktuelle Stand der bodenphysikalischen Forschung in Österreich einschließlich der darauf aufbauenden Möglichkeiten zur Regionalisierung der Grundwasserneubildung am Beispiel Niederösterreichs dargestellt:

„Im landwirtschaftlich genutzten Raum liegt der relative Fehler mit Werten von bis zu 20 Prozent im üblichen Rahmen [...]. Der teilweise recht hohe Fehler im Wald und waldfreien Hochlagen ist eine Folge der sehr geringen Dichte regionalisierbarer Profildaten [...] beziehungsweise dem Fehlen flächiger Bodenkartierungen. So konnte auch der Einsatz komplexer Regionalisierungsverfahren (Regressionskriging, neuronale Netze, Regressions-

beziehungsweise Klassifikationsbäume) unter Berücksichtigung von zahlreichen Zusatzinformationen aus dem Geländemodell beziehungsweise aus Klimadaten keine Erhöhung der Genauigkeit bewirken.“ (Fuchs et al. 2020, S. 144)

„Die Analyse der Fehler beziehungsweise Unsicherheiten für die Bereiche ohne kartierte Datengrundlage zeigt, dass auch durch aufwendige Verfahren die fehlende Datengrundlage nur unbefriedigend zu generieren ist. Die höchsten Fehlerwerte sind in allen untersuchten Teilregionen bei der vertikalen gesättigten Wasserleitfähigkeit festzustellen. [...] Dies macht deutlich, dass die Ergebnisse der vorliegenden Studie als Hinweiskarten auf regionaler Bearbeitungsebene zu verwenden sind.“ (Fuchs et al. 2020, S. 145)

Aus diesen Gründen wurden die bisher für den NGP angewendeten Methoden zur Ermittlung der Grundwasserneubildung und der verfügbaren Grundwasserressourcen im Projekt „Wasserschatz Österreichs“ im Wesentlichen beibehalten und durch die Berücksichtigung der Nutzungssituation während des Betrachtungszeitraums und die Erstellung von Wasserbilanzen für die Einzugsgebiete ergänzt und verbessert.

Berücksichtigung der aktuellen Nutzungssituation

Pegelabflüsse bilden auch die anthropogene Nutzung im Einzugsgebiet sowie unterirdische Zu- und Abflüsse ab. Einleitungen (z. B. aus Kläranlagen) erhöhen den Abfluss am Pegel und Entnahmen (z. B. für die Wasserversorgung und Kraftwerke) reduzieren ihn. Beides ist bei Mittel- oder Hochwasserführung von untergeordneter Bedeutung, kann bei intensiver Nutzung im Einzugsgebiet jedoch maßgebliche Auswirkungen auf die Niederwasserführung haben. Die Niederwassermessungen bilden den Ist-Zustand einschließlich laufender Entnahmen, Rückeinleitungen, Gletscherschmelze, sowie Zu- und Abflüsse ab. Bei der Ermittlung der Grundwasserneubildung und verfügbaren Grundwasserressourcen wurde dies im Projekt „Wasserschatz Österreichs“ auf Basis der verfügbaren Daten erstmalig berücksichtigt. Auf diese Weise kann die Grundwasserneubildung und der Nutzungsgrad der verfügbaren Grundwasserressource auf unbeeinflusste Abfluss- bzw. Grundwasserhältnisse bezogen werden.

Für Entnahmen und Einleitungen sind keine Zeitreihen verfügbar. Bei der Berücksichtigung in der Berechnung wurde deshalb jeweils von kontinuierlichen Entnahme- und Einleitungsmengen ausgegangen und diese durchschnittlichen Mengen zu den Pegelabflüssen addiert oder von diesen subtrahiert.

Da die Ermittlung der Wasserentnahmen der verschiedenen Wirtschaftssektoren für das Projekt „Wasserschatz Österreichs“ für die Teil-Grundwasserkörper durchgeführt wurde, war es notwendig, für die Pegelinzugsgebiete gesondert die jährlichen durchschnittlichen Entnahmemengen anhand verfügbarer Daten zu Konsensmengen abzuschätzen. Hierfür wurden die Angaben zu Konsensen und Entnahmepunkten der GBA-Datenzusammenstellung (Almer et al., 2019) durch Recherchen in den Online-Wasserbüchern der Bundesländer sowie in Veröffentlichungen von Gemeinden, Wasserversorgern und Betrieben mit hohen Nutzungsmengen ergänzt.

Einleitungen aus Kläranlagen, die Niederwasserabflüsse maßgeblich erhöhen, wurden von den gemessenen Pegelabflüssen abgezogen. Hierfür wurde die EMREG-OW-Datenbank (Emissionsregister gemäß BGBl. II Nr. 207/2017) ausgewertet und ebenfalls ergänzende Recherchen durchgeführt.

Auf diese Weise wird angestrebt, jene Grundwasserneubildung zu ermitteln, die ohne anthropogene Nutzung vorzufinden wäre. Die ist für die Übertragung der Ergebnisse aus den Einzugsgebieten auf die Teil-Grundwasserkörper (Regionalisierung) wesentlich. Aber auch für die Bilanzierung der verfügbaren Grundwasserressource ist diese von Bedeutung, denn andernfalls würden Entnahmen aus dem Einzugsgebiet unter Umständen doppelt berücksichtigt werden bzw. die Verhältnisse verzerrt dargestellt.

Für die Berücksichtigung der kraftwerksbedingten Ab- und Zuleitungen standen die diesbezüglichen Daten des Hydrographischen Zentralbüros (HZB) sowie ergänzende Daten der Bundesländer zur Verfügung. Die Berücksichtigung erfolgte durch die Anpassung der Einzugsgebiete in der Wasserbilanz. Die Ressourcen erfahren durch die energetische Nutzung in der Regel eine räumliche und zeitliche Verschiebung. Für die Einzugsgebiete der Wasserfassungen standen keine GIS-Datensätze zur Verschneidung mit den Niederschlagsdaten zur Verfügung. Deshalb wurde der Niederschlag bei Zuleitungen für die hinzukommenden Teileinzugsgebiete mithilfe des Punkterasters des Niederschlagsmodells und dem Geländemodell abgeschätzt. Bei Ableitungen wurden nur die Einzugsgebietsfläche verringert, da der Anteil der Einzugsgebiete der Wasserfassungen in Relation zu den Pegelinzugsgebieten in der Regel zu gering war, um durch Abschätzungen der veränderten Niederschlagsverteilung eine verbesserte Datenqualität erreichen zu können.

Ergänzend anzumerken ist, dass die aus den Wasserversorgungsnetzen austretenden Wasserverluste nicht zu den verfügbaren Grundwasserressourcen hinzugerechnet

werden, da diese Mengen bereits als Teil des Abflusses bei der Ermittlung des Dargebots aus der Niederwasserführung der Oberflächengewässer enthalten sind.

Wasserbilanzen der orografischen Pegelinzugsgebiete

Zur Prüfung der Plausibilität von Pegeldaten einschließlich der Annahmen für die anthropogene Beeinflussung sowie zur Abschätzung von bedeutenden unterirdischen Zu- und Abflüssen aus den Einzugsgebieten, wurden Wasserbilanzen der Pegelinzugsgebiete mit folgender Gleichung erstellt:

$$A_o = N + W_{\text{ein}} + W_{\text{zu}} + Gl + Z_u - Et_a - W_{\text{ent}} - W_{\text{ab}} - A_u$$

- A_o Oberflächen-Abfluss (durchschnittlicher Jahres-Mittelwasserabfluss am Pegel)
- N durchschnittliche Jahressumme des Niederschlags im orografischen Einzugsgebiet
- W_{ein} Wassereinleitung z. B. aus Abwasserreinigungsanlagen
- W_{zu} Wasserzuleitung aus anderen Einzugsgebieten im Zuge der energetischen Nutzung
- Gl Gletscherschmelze in Einzugsgebieten mit bedeutenden Gletscherflächen
- Z_u unterirdischer Zufluss von Poren-, Karst- und Kluftgrundwasser in das orografische Einzugsgebiet
- Et_a aktuelle Evapotranspiration von natürlichen und künstlichen Boden- und Wasseroberflächen sowie von Pflanzen und aus direkt verdunstenden Anteilen der Interzeption
- W_{ent} Wasserentnahmen (Wasserversorgung, Industrie- und Gewerbe, Land- und Forstwirtschaft und sonstige Dienstleistungen)
- W_{ab} Wasserableitung in andere Einzugsgebiete zur Energieerzeugung
- A_u unterirdischer Abfluss (inkl. Unterströmung des Pegels)

Wenn nicht anders angegeben, werden für die Bilanzierung durchschnittliche Jahressummen bzw. Jahresmengen in mm verwendet.

In diese Gleichung gehen Niederschlag, ober- und unterirdische Zuflüsse bzw. Einleitungen und die Gletscherschmelze als positive Bilanzglieder in den Pegelabfluss ein. Negative Bilanzglieder, die den Oberflächenabfluss reduzieren, sind die aktuelle Evapotranspiration, Wasserentnahmen und Ableitungen sowie unterirdische Abflüsse inkl. der Unterströmung des Pegels. Sofern Entnahmen und Einleitungen vollständig erfasst werden, ist es nicht relevant, ob die Nutzung innerhalb oder außerhalb der Einzugsgebiete erfolgt.

Versickerungen in Folge menschlicher Aktivitäten (z. B. undichte Wasserleitungen, Abwasserkanäle, Bewässerung, Beschneigung) erhöhen den Gesamtabfluss aus dem Einzugsgebiet und werden durch die Auswertung der Pegelraten erfasst, sofern sie nicht den unterirdischen Abfluss erhöhen.

Speicheränderungen, die über die Gletscherschmelze hinausgehen, wurden nicht berücksichtigt, weil die Datenlage (z. B. über Änderungen des gespeicherten Grundwasservolumens) hierfür nicht ausreicht. Andererseits ist davon auszugehen, dass die Bedeutung von Speicheränderungen für den Gesamtabfluss aus orografischen Einzugsgebieten in Relation zu anderen Bilanzgliedern über einen Zeitraum von 20 Jahren nur im Falle gravierender klimatischer Veränderungen relevante Größenordnungen erreicht.

Der Einfluss der Schneeschmelze auf den Gesamtabfluss ist bei Betrachtung der Jahresbilanzen über einen längeren Zeitraum vernachlässigbar bzw. geht durch Abflussmenge und aktuelle Evapotranspiration in die Bilanz ein. Der Anteil des Niederschlags, der in Form von Schnee im Winterhalbjahr zwischengespeichert wird, tritt im Zuge der Schneeschmelze je nach Höhenlage und Witterungsverlauf schon während des Winters oder spätestens im Sommer wieder in den Wasserkreislauf ein. Welche Anteile davon versickern oder oberflächlich abfließen, hängt vom Witterungsverlauf während der Schneeschmelze ab und spiegelt sich in der Abflusscharakteristik der Pegel wider. Zu- oder Abnahmen der Verdunstung infolge veränderter Schneemengen werden in der aktuellen Evapotranspiration erfasst.

Beschneigung ist in der Bilanz zu berücksichtigen, wenn dafür relevante Wassermengen aus anderen Einzugsgebieten genutzt oder für die Beschneigung in anderen Einzugsgebieten entnommen werden. Wenn das Wasser für die Beschneigung aus demselben Einzugsgebiet entnommen wird, reduziert sich der Gesamtabfluss nur um jenen Teil, der zusätzlich verdunstet. Ob es bei der restlichen Wassermenge zu Verschiebungen zwischen oberirdischem Abfluss und Versickerung kommt, hängt neben dem Witterungsverlauf und dem Zustand des Bodens unter Schipisten in erster Linie davon ab, zu welchen Anteilen für die Beschneigung Oberflächen- und Grundwasser genutzt wird. Eine Berücksichtigung in der Bilanz, die über die Berücksichtigung bekannter Entnahmemengen und die Auswertung der Pegelabflüsse hinausgeht, ist nach aktueller Datenlage nicht möglich.

Die umfassende Berücksichtigung der landwirtschaftlichen Bewässerung in der Bilanzierung ist mit aktueller Datenlage ebenfalls nicht möglich. Neben der Herkunft des Wassers (Entnahme innerhalb oder außerhalb des orografischen Einzugsgebietes aus

Oberflächen- und Grundwasser oder Uferfiltrat an großen Flüssen) wären auch Angaben über die versickernden Anteile des Bewässerungswassers erforderlich. Bei Bewässerung von größeren Flächen wäre darüber hinaus zu untersuchen, ob es durch die Erhöhung der Evapotranspiration nicht zu kleinräumigen Veränderungen des Witterungsverlaufs kommt. Aus diesem Grund wurden in der Bilanz nur Wasserentnahmen an bekannten Entnahmepunkten erfasst. Die Auswirkungen relevanter Bewässerungsaktivitäten spiegeln sich jedenfalls in der Abflusscharakteristik der Pegel wider.

Da es in einigen Fällen trotz des umfassenden Ansatzes nicht möglich war, ausgeglichene Bilanzen zu erstellen, wurden als Vergleichsgröße zusätzlich die Wasserbilanzen des Hydrologischen Atlas Österreich (HAÖ) für den Zeitraum 1961–1990 ausgewertet. Im Zweifelsfall wurden Pegel mit unplausiblen Ergebnissen in der weiteren Auswertung nicht berücksichtigt.

Datensätze zum Niederschlag

Für die Ermittlung der Niederschläge wurden die Rasterdaten der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) zu Niederschlag und potentieller Evapotranspiration (Monatssummen für die Bezugszeitreihe aus dem 1x1 km Raster von SPARTACUS und WINFORE) ausgewertet. Bei der Bilanzierung mit den Niederschlagsdaten der ZAMG zeigte sich, dass die durchschnittlichen Jahressummen in einigen alpinen Einzugsgebieten auch ohne Berücksichtigung der Evapotranspiration niedriger waren als die durchschnittlichen Mittelwasserabflüsse an den Pegeln. Die hohen Pegelabflüsse konnten nicht oder nur zum Teil durch unterirdischen Zustrom erklärt werden. Beispielhaft wiesen die Bilanzen mehrerer benachbarter Einzugsgebiete in den Niederen Tauern, aus denen ein unterirdischer Zustrom hätte erfolgen können, zu geringe Niederschlagsmengen aus. In diesem Gebiet konnte auch der Einfluss der Gletscherschmelze als Ursache für den hohen Pegelabfluss ausgeschlossen werden.

In der Folge wurden daher ergänzend die Niederschlagsdaten des BMLRT Abteilung 1/3 Wasserhaushalt (Hydrographischer Dienst) mit einer etwas gröberen Auflösung ausgewertet. Darüber hinaus wurde ein dritter Rasterdatensatz ausgewertet, der vom Hydrographischen Dienst Kärnten für das Landesgebiet einschließlich einiger Randgebiete zur Verfügung gestellt wurde. Dabei zeigten sich einerseits bedeutende Unterschiede in den Niederschlagssummen der beiden bzw. drei Rasterdatensätze sowohl für das gröbere Raster des Hydrographischen Dienstes als auch für einige Pegelinzugsgebiete vor allem im alpinen Raum. Je nach Größe und Form der Pegelinzugsgebiete und der Heterogenität

der Niederschlagsverteilung waren die Niederschlagssummen beim gröberen Raster des Hydrographischen Dienstes bis zu 46 mm höher bzw. 208 mm niedriger als beim Raster der ZAMG. Die Niederschlagssummen waren somit auch mit den Datensätzen des Hydrographischen Dienstes in vielen Fällen zu gering, um unter Berücksichtigung der Evapotranspiration und aller anderen relevanten Bilanzgrößen zu ausgeglichenen Bilanzsalden zu kommen.

An einigen Pegeln waren keine vollständigen Zeitreihen verfügbar. In diesen Fällen wurden die Zeitreihen der Niederschlags- und Evaporationsdaten der ZAMG auf denselben Zeitraum reduziert. Bei den Niederschlagsdaten der Hydrographischen Dienste war dies aus Zeitgründen nicht möglich und es wurde jeweils die vollständige Zeitreihe ausgewertet.

Datensätze zur potentiellen Evapotranspiration

Da für den Bezugszeitraum (1998–2017) keine Rasterdatensätze zur aktuellen Evapotranspiration in Österreich verfügbar sind, wurde die potentielle Evapotranspiration (ETp) mit den älteren Daten (1961–1990) aus dem Hydrologischen Atlas (HAÖ) verglichen. Die ursprünglich geplante Vorgangsweise, die aktuelle Evapotranspiration proportional zur Änderung der potentiellen Evapotranspiration der Zeitreihen 1961–1990 zu 1998–2017 anzupassen, konnte jedoch nicht umgesetzt werden, da für die Ermittlung der Verdunstung im Rahmen des HAÖ offensichtlich ein anderer methodischer Ansatz verwendet wurde als von der ZAMG für WINFORE. Die ETp-Jahressummen des HAÖ (Zeitraum 1961–1990) waren in den Pegeleinzugsgebieten im Mittel um 200 mm (min. 43 mm, max. 490 mm) niedriger, als die aktuellen WINFORE-Werte des Zeitraums 1998–2017 in denselben Gebieten. Diese Unterschiede sind nicht durch klimatische Veränderungen, sondern nur durch grundlegende methodische Unterschiede erklärbar. Daher konnte die aktuelle Evapotranspiration für die Pegeleinzugsgebiete ausgehend von der potentiellen Evapotranspiration nur abgeschätzt werden.

In die Berechnung der potentiellen Evapotranspiration im Rahmen des Projektes WINFORE gingen als Parameter Temperatur, extraterrestrische Strahlung und Höhenlage unmittelbar ein und über Kalibrierungskoeffizienten bzw. die Kalibrierung an 42 Stationen zusätzlich Globalstrahlung, Windgeschwindigkeit und relative Feuchte. Für die Abschätzung der aktuellen Evapotranspiration waren daher als bedeutende zusätzliche Parameter vor allem die Wasserverfügbarkeit für die Verdunstung bzw. die klimatische Wasserbilanz zu

berücksichtigen. Dabei wurde von der Annahme ausgegangen, dass die aktuelle Verdunstung mit der Höhe der potentiellen Verdunstung und des Niederschlags zunimmt. Deshalb wurden die ausgewerteten Pegel nach Höhe der potentiellen Evapotranspiration in Klassen mit 50 mm Schritten gruppiert und nach der Größe der klimatischen Wasserbilanz sortiert. Auf diese Weise konnten Gebiete mit ähnlicher potentieller Evapotranspiration und Niederschlag verglichen und die aktuelle Evapotranspiration unter Berücksichtigung der Werte aus dem Hydrologischen Atlas und Prüfung der vorläufigen Pegelbilanzen abgeschätzt werden. In der Schätzung wurden zusätzlich Art und Deckungsgrad der Vegetation bzw. die Oberflächenbeschaffenheit anhand von Luftbildern einbezogen und sofern eine überwiegende Exposition im Einzugsgebiet vorlag, auch die vorwiegende Ausrichtung geneigter Flächen. In Gebieten mit unausgeglichener Wasserbilanz wurde die Schätzung im Sinne eines iterativen Vorgangs unter Berücksichtigung zusätzlicher Kenntnisse über das Einzugsgebiet mehrfach überprüft und gegebenenfalls angepasst, um möglichst plausible Bilanzergebnisse zu erzielen.

Abflüsse aus Gletscherschmelze

An Pegeln im alpinen Raum wurden Abflüsse aus der Gletscherschmelze berücksichtigt. Da für einzelne Gletscher nur vereinzelt und häufig auch nur für Einzeljahre Angaben zur Schmelzwassermenge vorliegen, wurden zunächst die Gletscherflächen aus dem Corine-Datensatz mit den Einzugsgebieten verschnitten. Laut Kuhn et al. (2015) beträgt der mittlere jährliche Eisverlust der Gletscher ca. 1 m. Deshalb wurde ein Schmelzwasseranfall von 1.000 mm für die ermittelten Eisflächen in den Einzugsgebieten angesetzt.

Abschätzung des unterirdischen Abflusses

Wenn der oberirdische Abfluss am Pegel in Relation zu den anderen Bilanzgliedern zu gering ist, kann dies durch unterirdischen Abfluss aus dem Einzugsgebiet bzw. eine Unterströmung des Pegels bedingt sein.

Die Vorgangsweise zur Klärung der Ursachen für die unausgeglichene Bilanz wurde in Abhängigkeit von der Dichte auswertbarer Pegel im Gebiet und dem Deckungsgrad ihrer Einzugsgebiete gewählt. Wenn mehrere Pegel am gleichen Fließgewässer vorhanden waren, wurden die Gebietsabflüsse und Bilanzen der aufeinanderfolgenden Pegel verglichen und Ausreißer bzw. Pegel mit unplausibel erscheinenden Bilanzergebnissen ausgeschieden.

- Wenn in benachbarten Einzugsgebieten Pegel vorhanden waren und zumindest in einem dieser Einzugsgebiete der Abfluss in Relation zu den anderen Bilanzgliedern zu hoch war und in einem benachbarten Einzugsgebiet zu niedrig, wurde von einem unterirdischen Zufluss zu diesem Einzugsgebiet aus dem benachbarten Pegelinzugsgebiet ausgegangen.
- Wenn die benachbarten Pegel ausgeglichen bilanzierten oder in der Bilanz ebenfalls zu geringe Abflüsse aufwiesen, wurde von einer Unterströmung an den Pegeln mit zu niedrigen Abflüssen ausgegangen. War letzteres der Fall wurden zur Absicherung der Annahmen nochmals alle Eingangsdaten, einschließlich der Schätzung der aktuellen Evapotranspiration eingehend geprüft und das Ergebnis mit anderen Pegeln im weiteren Umfeld verglichen.
- Wenn keine weiteren Pegel im Grundwasserkörper und der weiteren Umgebung vorhanden waren, wurden ergänzende Recherchen nach Regionalstudien und hydrogeologischen Informationen durchgeführt und Rücksprache mit den zuständigen Expertinnen und Experten der Landesverwaltungen gehalten.

So konnte beispielsweise im Salzach-Inn-Mattig Gebiet anhand der Bilanzen nachvollzogen werden, dass große Teile des Niederschlags unterirdisch abfließen. Die Niederschlagsdaten von ZAMG und Hydrographischem Dienst weisen für das Gebiet ähnliche Summen aus, sodass die Höhe der Niederschläge nicht in Frage zu stellen war. Da eine differenzierte Schätzung der aktuellen Evapotranspiration wegen der hohen Durchlässigkeit in Abhängigkeit von der klimatischen Wasserbilanz nicht zielführend erschien, wurde die aktuelle Evapotranspiration für die Region einheitlich auf 635 mm geschätzt, was geringfügig höher ist als der Durchschnittswert für das Gebiet im Hydrologischen Atlas. Der auf

diese Weise aus den Bilanzen ermittelte unterirdische Abstrom deckt sich im Wesentlichen mit Angaben in Regionalstudien.

Unterirdisch aus dem Einzugsgebiet abströmende bzw. den Pegel unterströmende Wassermengen wurden gesondert ausgewiesen, wenn sie relevante Größenordnungen erreichen. In der verfügbaren Grundwasserressource wurden sie nur dann als berücksichtigt, wenn ihre Nutzung keine nachteiligen Wirkungen auf den guten mengenmäßigen Zustand hat.

Abschätzung von unterirdischem Zustrom

Wenn der Abfluss am Pegel in Relation zu den anderen Bilanzgliedern zu hoch ist, kommen als mögliche Ursachen ein Zufluss aus anderen Einzugsgebieten, eine zu hoch angesetzte aktuelle Evapotranspiration oder eine Unterschätzung der Niederschläge im Einzugsgebiet in Frage. Zur Klärung, welche dieser Ursachen in welchem Maße für den erhöhten Abfluss ausschlaggebend ist, wurde eine ähnliche Vorgangsweise gewählt wie bei zu niedrigen Abflüssen. Wenn weitere Pegel am gleichen Fließgewässer oder in benachbarten Einzugsgebieten vorhanden waren, wurden die Gebietsabflüsse und Bilanzen verglichen, um das Ausmaß möglicher unterirdischer Zuflüsse abzuschätzen.

Das Problem stark überhöhter Pegelabflüsse in der Wasserbilanz ist vor allem im alpinen Raum zu finden und hier insbesondere in Karstgrundwasserkörpern (z. B. Totes Gebirge, Höllengebirge, Hagengebirge einschließlich Hoher Göll). Soweit der Deckungsgrad der Pegel einzugsgebiete dies ermöglichte, wurde hier jeweils der gesamte Gebirgsstock bilanziert und geprüft, ob die Summe erfasster Abflüsse aus dem Gebiet der Summe des Niederschlags im Gebiet einschließlich der anderen Wasserbilanzglieder entspricht. Sofern der Abfluss über große Quellen außerhalb der Pegel einzugsgebiete erfolgt (z. B. Quelle Langwies/Miesbach am Ostrand des Höllengebirges) und von diesen Schüttmengen-aufzeichnungen verfügbar waren, wurden auch diese in der Bilanz berücksichtigt.

Wenn alle Pegel in einer Gruppe von Grundwasserkörpern liegen, wurden die Pegelkennwerte für die weitere Auswertung aufsummiert und die orografischen Einzugsgebiete erweitert falls bedeutende Wassermengen von außen zuströmen (z. B. Höllengebirge), damit der Gesamtabfluss aus dem System ausgewertet werden konnte. Wenn mehrere Grundwasserkörper Anteile an einer Gebirgsgruppe haben (z. B. Totes Gebirge), wurden die Anteile des Abflusses möglichst plausibel auf die einzelnen Grundwasserkörper aufgeteilt und bei Bedarf die orografischen Einzugsgebiete korrigiert oder plausibel

erscheinende Mengen für den unterirdischen Zu- oder Abstrom angesetzt. Dabei wurden jeweils verfügbare hydrogeologische Informationen (z. B. Karst, Häufigkeit von Quellen, geologische Schichtung) und Hinweise von Expertinnen und Experten der Landesverwaltung berücksichtigt.

Wenn die hohen Abflüsse nicht durch unterirdische Zuflüsse oder andere Zuleitungen erklärt werden konnten, wurde geprüft, ob der Fehler in der Bilanz durch eine Reduzierung der aktuellen Evapotranspiration in plausibler Weise gelöst werden kann. War dies nicht der Fall, verblieben als mögliche Ursache nur Fehler in den Niederschlagsdaten.

Niederschlagsmessungen im Alpenraum sind laut Untersuchungen aus der Schweiz (Sevruk, 1985) und Deutschland (Richter, 1995) bezogen auf die Jahressumme je nach Lage der Messstationen mit Fehlern von 7 bis 25 % behaftet. Insbesondere an windausgesetzten Stationen in höheren Lagen kann der Fehler bei Sturm und Schneefall auch deutlich über 50 % liegen. Die Messdaten, die der Niederschlagsmodellierung der ZAMG im Rahmen von SPARTACUS zu Grunde liegen, sind nicht korrekturgerechnet. Somit können also auch die in den Bilanzen angesetzten Niederschlagssummen, die Ursache für unausgeglichene Pegelbilanzen sein. In jenen Fällen, in denen nach eingehender Prüfung sämtlicher Bilanzglieder keine andere Erklärung für die hohen Pegelabflüsse gefunden werden konnte, wurden die Niederschlagssummen entsprechend angehoben. Die Niederschlagssummen wurden niemals reduziert, weil unterirdische Abflüsse als Ursache für zu geringe Abflussspenden nicht ausgeschlossen werden konnten. Wobei anzumerken ist, dass diese Korrektur der Niederschlagsdaten keine Auswirkungen auf die Höhe der ermittelten Grundwasserneubildung oder die verfügbare Grundwasserressource hat, sondern in erster Linie zur Klärung der Abflussverhältnisse im Einzugsgebiet dient.

4.3.1.2 Ermittlung der verfügbaren Grundwasserressourcen

Die Ermittlung der verfügbaren Grundwasserressourcen erfolgte unter dem Gesichtspunkt, dass durch die Grundwasserentnahmen keine Beeinträchtigung der mit dem Grundwasserkörper in Verbindung stehenden Oberflächengewässer verursacht werden soll. Beeinträchtigungen durch einen reduzierten Grundwasserabfluss wären z. B. die Reduzierung der Niederwasserabflüsse oder die Verlängerung von Niederwasserperioden über ein ökologisch verträgliches Maß hinaus. Es erfolgt dabei nur eine quantitative Betrachtung, allfällige Auswirkungen verringerter Abflüsse auf die Wasserqualität bleiben hier unberücksichtigt. Die verfügbare Grundwasserressource wird in Abhängigkeit von der Höhe und Variabilität der Niederwasserführung der Vorfluter bzw. der Höhe und

Variabilität der Grundwasserneubildung in der jeweiligen Gruppe von Grundwasserkörpern festgelegt. Unter „Variabilität“ wird die natürliche Schwankung zwischen den Einzeljahren einer Beobachtungsreihe verstanden. Klimatisch bedingte Veränderungen des Abflussregimes in der jüngeren Vergangenheit werden durch die Verwendung der Daten des aktuellen 20-jährigen Beobachtungszeitraums berücksichtigt.

Die mittlere Grundwasserneubildung wird aus dem Median der niedrigsten monatlichen Tagesabflüsse (MoNQT) der Jahresreihe 1998 bis 2017 ermittelt (s.o.). Als unterer Bezugswert für die Variabilität wird aus der Zeitreihe die jährliche Grundwasserneubildung mit einer Auftretenswahrscheinlichkeit von einmal in zehn Jahren ($T_n=10$) ermittelt. Diese mit statistischen Methoden (Extremwertstatistik nach Cunnane) ermittelte Größe definiert die Grundwasserneubildung in regelmäßig auftretenden Trockenjahren sowie den grundwasserabhängigen Niederwasserabfluss in diesen Trockenjahren. Dieser Wert wird im Folgenden als „GW-Neubildung T_n10 “ bezeichnet.

Bei den früheren Arbeiten zur Ist-Bestandsanalyse für den NGP (Holler, 2010) wurde davon ausgegangen, dass Beeinträchtigungen durch einen reduzierten Grundwasserabfluss hintangehalten werden können, wenn die durch Entnahmen aus dem Grundwasser bedingte Reduktion des Abflusses im Vorfluter maximal 50 % der Differenz zwischen der mittleren Grundwasserneubildung und der „GW-Neubildung T_n10 “ beträgt. Die nun vorliegenden umfangreichen Datensätze mit langjährigen Zeitreihenvergleichen für ausgewählte Pegeleinzugsgebiete verteilt über Österreich zeigen, dass bei diesem 50 %-Ansatz zwei wesentliche Aspekte nicht berücksichtigt bzw. ungenügend abgebildet werden:

- In Gebieten, die eine hohe mittlere Grundwasserneubildung bei geringer Schwankung zwischen den Einzeljahren aufweisen ist die verfügbare Grundwasserressource mit diesem Ansatz niedrig, da die absolute Höhe der Grundwasserneubildung nicht in die Bemessung eingeht.
- In Gebieten, in denen sich das Verhältnis von mittlerer Grundwasserneubildung zur „GW-Neubildung T_n10 “ im Laufe der Zeit vergrößert bzw. häufiger Jahre mit geringer Grundwasserneubildung auftreten (z. B. bedingt durch den Klimawandel) würde dieser Ansatz zu einer rechnerischen Vergrößerung der verfügbaren Grundwasserressourcen führen, da die Differenz zwischen mittlerer Grundwasserneubildung und „GW-Neubildung T_n10 “ größer wird.

Um diese Problematik zu lösen, wurde für den 3. NGP bzw. für das Projekt „Wasserschutz Österreichs“ die Methode adaptiert und die verfügbare Grundwasserressource mit folgender Funktion festgelegt:

$$\text{verf.GW-Res} = \text{GW-NeuTn10} * 0,15 + \text{Mit.GW-Neu} * V * (1,40 - 0,25 * \ln(V)) * 300-1$$

verf.GW-Res	verfügbare Grundwasserressource
GW-NeuTn10	Jahressumme der Grundwasserneubildung in Trockenjahren mit einer Auftretenswahrscheinlichkeit einmal in zehn Jahren
Mit.GW-Neu	langjährige mittlere jährliche Grundwasserneubildung
V	$(\text{Mit.GW-Neu} - \text{GW-NeuTn10}) / \text{Mit.GW-Neu} * 100$: Prozentanteil der Differenz aus mittlerer jährlicher Grundwasserneubildung und „GW-Neubildung Tn10“ an der mittleren jährlichen Grundwasserneubildung

Anmerkung zur Formel: Die absolute Höhe der Grundwasserneubildung in Trockenjahren und die damit einhergehenden Perioden mit Niederwasserführung gehen in dieser Formel mit 15 % des TN10 Werts in die Berechnung ein. Daraus ergibt sich im Mittel ein Anteil der verfügbaren Grundwasserressource an der Grundwasserneubildung von 11 % (min. 3 %, max. 14 %). Dadurch wird sichergestellt, dass eine klimatisch bedingte Verringerung der Grundwasserneubildung und Niederwasserführung auch eine Verringerung der verfügbaren Grundwasserressource zur Folge hat. Umgekehrt führt eine Erhöhung der durchschnittlichen Niederschlagssummen bzw. ein Anstieg der Niederwasserführung in Trockenjahren zu einer Erhöhung der verfügbaren Grundwasserressource.

Die Variabilität der Grundwasserneubildung bildet den zweiten Teil der verfügbaren Grundwasserressource und wird mit einem logarithmischen Korrekturfaktor ermittelt. Daraus ergibt sich ein durchschnittlicher Anteil an der Grundwasserneubildung von 5 % (min. 2 %, max. 8 %). Dabei wird angenommen, dass Gewässerökosysteme mit hoher Variabilität durch eine Verringerung der Niederwasserführung weniger beeinträchtigt werden als Gewässer mit einer geringen Variabilität.

Mit diesem Berechnungsansatz ergeben sich, in Abhängigkeit von den regionalen Gegebenheiten, verfügbare Grundwasserressourcen in der Größenordnung von ca. 15 bis 20 % der mittleren Grundwasserneubildung. Ein nutzbarer Anteil von 15 bis 20 % liegt in jener Größenordnung, der auch in der Literatur als Richtwert für eine nachhaltige

Grundwassernutzung angegeben wird. Die im Rahmen des Projektes durchgeführte Überprüfung des gewählten Rechenansatzes anhand der Dauerlinien und der Extremjahre bei ausgewählten Pegeln bestätigt ebenfalls die gute Brauchbarkeit des Ansatzes. Dies kann exemplarisch an der im Bericht im Kapitel 8.2 zur Grundwasserneubildung in Trockenperioden im Detail dargestellten und erläuterten Auswertung für das Einzugsgebiet des Pegels Niederabsdorf an der Zaya (Weinviertel) nachvollzogen werden.

Im ungünstigen Fall muss davon ausgegangen werden, dass die verfügbaren Grundwasserressourcen zur Gänze genutzt und dem jeweiligen Einzugsgebiet entzogen werden und sich damit die Niederwasserführung um diesen Betrag vermindert. Mit den angewendeten Methoden ergeben sich verfügbare Grundwasserressourcen bei denen im langjährigen Mittel eine ökologisch vertretbare Wassermenge in Bezug auf die Niederwasserführung als nutzbar festgelegt wird. Andererseits zeigt aber auch die Betrachtung der Extremwerte der Niederwasserführung, dass darüber hinaus kaum weiterer Spielraum für eine Erhöhung der verfügbaren Grundwasserressourcen gegeben ist, da sonst in Trockenperioden massive Niederwasserprobleme auf Grund der Nutzungen in den betroffenen Einzugsgebieten auftreten können. Allenfalls könnten (jahres-)zeitliche Staffelungen zusätzliche Ressourcen verfügbar machen.

Im alpinen Raum wird ein großer Teil des Niederschlags als Schnee zwischengespeichert und erst im Zuge der Schneeschmelze abflusswirksam. Daher weisen hier Fließgewässer in der Regel einen deutlichen Jahresgang auf, der sich bei entsprechender Durchlässigkeit des Untergrundes auch in den Grundwasserständen abbildet. Dieser Jahresgang findet im MoMNQT-Verfahren, bei dem Jahresmittelwerte in die Berechnung der Grundwasserneubildung eingehen, keine gesonderte Berücksichtigung. Sofern Entnahmen relativ gleichmäßig über das gesamte Jahr verteilt sind, ist dieses Vorgangsweise für die Bemessung der verfügbaren Grundwasserressource ausreichend. Kommt es jedoch zu einer ausgeprägten Konzentration der Entnahmen in den Wintermonaten, die sich abschnittsweise sogar noch mit niedrigen Restwassermengen überlagern können, kann es zu kritischen Nutzungssituationen kommen, auch wenn im übrigen Jahr große Wassermengen abfließen, d. h. die verfügbare Grundwasserressource wird hier durch die Niederwasserführung in den Wintermonaten limitiert. Dies gilt vor allem in Grundwasserkörpern mit einer starken Koppelung der Grundwasserstände an die Wasserführung der Fließgewässer und geringem langfristigen Grundwasserspeichervermögen. Im Umkehrschluss kann gefolgert werden, dass in Grundwasserkörpern mit dieser Charakteristik in den abflussreichen Perioden beträchtlicher Spielraum für zusätzliche Nutzungen vorhanden ist.

Aus diesen Gründen wurde die verfügbare Grundwasserressource alternativ zur oben beschriebenen Methode auch mit einem Verfahren ermittelt, dem der Variationskoeffizient des Q95 bzw. Q347 zu Grunde liegt. Dieses Verfahren wird in der Schweiz zur Quantifizierung bzw. Beschränkung der anthropogenen Einflüsse auf die Niederwasserführung genutzt (Aschwanden & Kann, 1999). Hierbei wird für die Quantifizierung des Mindestabflusses die Standardabweichung der Q95-Jahreswerte herangezogen. Bei einer Festlegung der verfügbaren Grundwasserressourcen mit dieser Methode würde sich vor allem für Gewässer in hochalpinen Raum eine deutliche Verringerung der verfügbaren Grundwasserressourcen ergeben (z. B. Zentralzone West -47 %, Tauernregion -31 %, nördliche Kalkalpen -21 %), da die geringe Niederwasserführung der Pegel in den Wintermonaten über den gesamten Bemessungszeitraum von 20 Jahren sehr stabil ist.

In außeralpinen Gebieten (z. B. im südostösterreichischen Hügelland) würde die Anwendung des Variationskoeffizienten des Q95 hingegen teilweise zu einer deutlichen Erhöhung der verfügbaren Grundwasserressource führen, da die Niederwasserführung weniger jahreszeitlich bedingt, sondern vor allem von Jahr zu Jahr stark variiert.

Dieser Methodenvergleich bestätigt die Eignung des im Rahmen dieses Projektes angewendeten Verfahrens für die Bemessung der verfügbaren Grundwasserressourcen für das gesamte Bundesgebiet, da hierbei nicht nur die Variabilität, sondern auch die absolute Höhe der Niederwasserabflüsse berücksichtigt wird. Andererseits kann für Grundwasserkörper im alpinen Raum mit periodisch auftretender Niederwasserführung im Winter gefolgert werden, dass eine quartalsweise Bemessung der verfügbaren Grundwasserressource in Verbindung mit der quartalsweisen Erfassung von Entnahmen, den hydrogeologischen und klimatischen Gegebenheiten besser gerecht werden würde. Die quartalsweise Bilanzierung könnte zur Vermeidung kritischer Nutzungssituationen im Winter beitragen und den Spielraum für allfällige zusätzliche Nutzungen in den Sommermonaten ausweisen. Sofern überregionale Versorgungsnetze weiter ausgebaut werden, könnte im Sommerhalbjahr die Versorgungssicherheit in Gebieten außerhalb des alpinen Raums verbessert werden, in denen Verbrauchsspitzen und Wasserknappheit in der Regel eher in den Sommermonaten auftreten. In einigen Regionen könnte eventuell auch die Ressourcen für den alpinen Wintertourismus erhöht werden, wenn Ressourcen des außeralpinen Raumes (sofern dort ausreichend verfügbar) in den Wintermonaten für den alpinen Bereich genutzt werden.

Übertragung der Ergebnisse der Pegelinzugsgebiete auf die Gruppen von Grundwasserkörpern (Regionalisierung)

Neben der Niederschlagssumme haben die Untergrundverhältnisse gegenüber anderen Faktoren eine dominierende Bedeutung für die Grundwasserneubildung. Deshalb wurde die Grundwasserneubildung und verfügbare Grundwasserressource in Gruppen von Grundwasserkörpern bisher mithilfe von „Dargebotstypen“ ermittelt. Das sind Gebiete, in die das gesamte Bundesgebiet nach hydrogeologischen Kriterien unterteilt wurde. Diesen Dargebotstypen wurden repräsentative Pegelinzugsgebiete zugeordnet und daraus Mittelwerte von Grundwasserneubildung und verfügbarer Ressource ermittelt. Die durchschnittlichen prozentualen Anteile der Grundwasserneubildung am Niederschlag und der verfügbaren Grundwasserressource an der Grundwasserneubildung dienen als „Kennwerte“ für die Berechnung von Grundwasserneubildung und verfügbaren Grundwasserressourcen aus den Niederschlagssummen in den Gruppen von Grundwasserkörpern im Bereich der Dargebotstypen (vgl. Holler 2004a, Holler 2010, Methodenbeschreibung zum 2. NGP). Durch die Gruppierung mehrerer Pegelinzugsgebiete konnte zusätzlich das Risiko reduziert werden, dass einzelne Pegelinzugsgebiete mit fehlerhaften Niederschlagsmessungen oder starker Beeinflussung durch anthropogene Nutzung das Ergebnis verfälschen.

Im Rahmen des Projektes „Wasserschatz Österreichs“ konnte eine weitere Qualitätsverbesserung erreicht werden, in dem die Zeitreihen der Pegelabflüsse einer ausführlichen Prüfung mittels statistischer Verfahren unterzogen wurden und zudem eine Berücksichtigung der Wasserbilanzen erfolgte. Darüber hinaus steht mit 500 ausgewerteten Einzugsgebieten verteilt über Österreich ein räumlich deutlich verdichtetes Datenbasis gegenüber den früheren Arbeiten zur Verfügung (bei Holler 2004a wurden ca. 100 Einzugsgebiete berücksichtigt, bei Holler 2010 wurden ca. 300 Einzugsgebiete berücksichtigt). Die unter Berücksichtigung der anthropogenen Nutzung aus den Zeitreihen und der Niederschlagssumme ermittelten Werte von Grundwasserneubildung und verfügbaren Grundwasserressourcen, konnten nun direkt auf jene Gruppen von Grundwasserkörpern übertragen werden, in denen die Pegelinzugsgebiete liegen (d. h. das frühere Konzept mit Verwendung von „Dargebotstypen“ konnten aufgegeben werden). Auf diese Weise war es möglich, neben Hydrogeologie und Niederschlagsverteilung auch andere regionsspezifische Faktoren mit Einfluss auf die Grundwasserneubildung (z. B. Oberflächenbeschaffenheit, Landnutzung, Vegetation, aktuelle Evapotranspiration) direkt und umfassend zu berücksichtigen, ohne ihre

Bedeutung im Einzelnen zu ermitteln. Entsprechend dem Deckungsgrad der Pegel-einzugsgebiete in den Gruppen von Grundwasserkörpern wurden dabei unterschiedliche Vorgangsweisen gewählt:

- Sofern in einer Gruppe von Grundwasserkörpern mehrere auswertbare Pegel-einzugsgebiete mit einem hohen Flächendeckungsgrad vorhanden sind, werden deren Flächenanteile an der Gesamtfläche der Gruppe ermittelt. Im nächsten Schritt werden aus den Ergebnissen der Teilgebiete die flächengewichteten Mittel der Grundwasserneubildung und deren prozentualer Anteil am Niederschlag sowie die verfügbare Grundwasserressource und deren Anteil an der Grundwasserneubildung bzw. am Niederschlag berechnet. Mithilfe dieser prozentualen Anteile werden dann aus der Niederschlagssumme der Gruppe von Grundwasserkörpern die Grundwasserneubildung und verfügbare Grundwasserressource ermittelt.
- In Gruppen von Grundwasserkörpern in denen kein oder nur ein Pegel-einzugsgebiet vorhanden oder der Flächendeckungsgrad gering ist, wird in der Nähe mindestens ein weiteres Pegel-einzugsgebiet mit ähnlichen hydrogeologischen und klimatischen Bedingungen ausgewählt und für die Bestimmung von Grundwasserneubildung und verfügbarer Ressource herangezogen. Die Ergebnisse der ausgewählten Pegel werden entsprechend der Einschätzung ihrer Repräsentativität gewichtet und die prozentualen Anteile von Grundwasserneubildung und verfügbarer Ressource am Niederschlag auf die jeweilige Gruppe von Grundwasserkörpern übertragen.

Pegel-einzugsgebiete, die sich über mehrere Grundwasserkörper bzw. Gruppen von Grundwasserkörpern und hydrogeologische Einheiten erstrecken (z. B. im nördlichen Alpenvorland), bilden die durchschnittlichen Verhältnisse im gesamten Einzugsgebiet ab. Eine exakte Aufgliederung der Anteile von Grundwasserneubildung und Ressource auf die einzelnen Gruppen von Grundwasserkörpern, über die sich die Pegel-einzugsgebiete erstrecken, ist nicht möglich.

Hinzu kommt, dass sich anthropogene Eingriffe in der Gruppe von Grundwasserkörpern im Oberliegerbereich stets auch auf den Unterliegerbereich auswirken. In diesen Fällen wurden jeweils Einzugsgebiete mit den größten Flächenanteilen in der jeweiligen Gruppe höher gewichtet. Bei Bedarf wurden auch Pegel-einzugsgebiete aus nahegelegenen Gruppen von Grundwasserkörpern mit ähnlichen hydrogeologischen und klimatischen Bedingungen hinzugezogen, um zu möglichst plausiblen Ergebnissen zu kommen.

- In Gruppen von Grundwasserkörpern, in denen nur eine sehr geringe oder keine Flächendeckung mit Pegel Einzugsgebieten gegeben ist, wurden ebenfalls Pegel Einzugsgebiete aus nahegelegenen Gruppen von Grundwasserkörpern mit ähnlichen hydrogeologischen und klimatischen Bedingungen für die Ermittlung von Grundwasserneubildung und verfügbarer Ressource hinzugezogen.

4.3.2 Verfügbare Grundwasserressource für Einzelporengrundwasserkörper

Die Einzelporengrundwasserkörper sind je nach wasserwirtschaftlicher Bedeutung relativ gut hydrogeologisch erkundet und mit Grundwasserpegeln ausgestattet. In der Regel liegen nur für bedeutende Grundwasservorkommen quantitative Untersuchungen zur Grundwasserneubildung vor, auf deren Basis die verfügbare Grundwasserressource ermittelt werden kann. In einzelnen Fällen ist auch kein repräsentatives, über einen ausreichend langen Zeitraum beobachtetes, Messnetz vorhanden (zu wenig Messstellen, zu kurze Beobachtungsreihen), das es ermöglichen würde, den guten mengenmäßigen Zustand anhand der Entwicklung der Grundwasserstände zu bewerten. Je nach Datenverfügbarkeit für die einzelnen Grundwasserkörper werden deshalb unterschiedliche Vorgangsweisen zur Ermittlung der Grundwasserneubildung und verfügbaren Grundwasserressource gewählt.

In allen Fällen wird die verfügbare Grundwasserressource als ein bestimmter Anteil der Grundwasserneubildung bestimmt. Für die Festlegung der Grundwasserneubildung durch direkte Versickerung von Niederschlag und Randzuflüsse ist die Niederwasserführung der Fließgewässer im Bereich der Grundwasserkörper maßgeblich. Für die Infiltration aus Oberflächengewässern werden je nach Einzugsgebietsgröße der Fließgewässer unterschiedliche Ansätze gewählt. Vorläufige Ergebnisse wurden den jeweiligen Expertinnen und Experten der Ämter der Landesregierungen vorgelegt. Die endgültigen Ergebnisse wurden schließlich unter Einbeziehung ihrer Kenntnisse der lokalen Verhältnisse und Nutzungssituation festgelegt.

4.3.2.1 Aktualisierung der Auswertung von Regionalstudien unter Berücksichtigung aktueller Klimadaten

Im ersten Schritt wurde recherchiert, ob aktuelle hydrogeologische Untersuchungen, Grundwassermodelle oder Studien zur Grundwasserhöflichkeit, zu Schutz- und Schongebieten oder zur Errichtung von Wassergewinnungsanlagen verfügbar sind. Diese Studien

stellen in der Regel den besten Wissensstand zu den komplexen und in jedem Porengrundwasserkörper sehr unterschiedlichen, spezifischen Verhältnisse dar. Der Detaillierungsgrad und die Verfügbarkeit solcher Studien sind jedoch für die einzelnen Grundwasserkörper sehr unterschiedlich. In der Regel sind die Grundwasserkörper mit größerer Bedeutung und höherem Nutzungsgrad auch besser dokumentiert. Sämtliche von den Bundesländern bereitgestellten oder veröffentlichten Studien wurden hinsichtlich Grundwasserbilanzen, Grundwasserneubildung und verfügbaren Grundwassermengen sowie aktuellen Nutzungen ausgewertet und die zuletzt 2016 überarbeitete Auswertung von Regionalstudien mit den neueren Arbeiten ergänzt und auf Konsistenz geprüft. Darüber hinaus wurden auch für die Einzelporengrundwasserkörper langjährige Mittelwerte von Niederschlag und potentieller Evapotranspiration ermittelt und die aktuelle Evapotranspiration abgeschätzt. Auf diese Weise wurde der aktuelle Gesamtabfluss aus dem Bereich des Grundwasserkörpers abgeschätzt und mit den Angaben in den Regionalstudien verglichen.

4.3.2.2 Bedeutende Grundwasserkörper mit guter Datenlage

Bei Grundwasserkörpern bei denen die Grundwasserneubildung nicht aus der Niederwasserführung von Fließgewässern abgeschätzt werden kann, wie z. B. im Seewinkel, wo keine relevanten Vorfluter mit Pegelmessungen vorhanden sind, stellt die Auswertung verfügbarer Studien die einzige Möglichkeit zur Quantifizierung der Grundwasserressource dar. Nach Abgleich der Studienergebnisse mit aktuellen Klimadaten und Wasserentnahmen wird der Anteil der verfügbaren Grundwasserressource an der Grundwasserneubildung deshalb auf Basis des aktuellen Wissensstandes in Absprache mit Expertinnen und Experten der Landesämter festgelegt.

Für Porengrundwasserkörper, die an großen Flüssen wie Donau, Inn und Rhein liegen und deren Einzugsgebiet weit über das österreichische Staatsgebiet hinausreicht, wird die verfügbare Grundwasserressource in ähnlicher Weise ermittelt. Für diese Grundwasserkörper, von denen meist mehrere in größeren Beckenlagen am selben Fluss aufeinanderfolgen, ist eine Bilanzierung des Wasserhaushaltes der gesamten Einzugsgebiete aufgrund der Datenverfügbarkeit und Größe nicht möglich. Hinzu kommt, dass in diesen Grundwasserkörpern die Grundwasserneubildung durch Infiltration aus dem bedeutenden Fließgewässer beträchtliche Größenordnungen erreicht. Diese Flüsse entwässern jeweils niederschlagsreiche Einzugsgebiete in den Alpen und können deshalb in der Regel auch bei Niederwasserführung beträchtliche Wassermengen in die Grundwasserkörper abgeben. Hinzu kommt, dass die Infiltration bei ausreichender

Durchlässigkeit zunimmt, wenn das hydraulische Gefälle durch Entnahmen erhöht wird. Deshalb kann die Ermittlung der Grundwasserneubildung aus Infiltration in diesen Fällen nur auf Basis von hydrogeologischen Untersuchungen (z. B. Pumpversuche) und unter Berücksichtigung der aktuellen Nutzung erfolgen. Die daraus ableitbare verfügbare Grundwasserressource wird somit nicht nur durch klimatische Veränderungen beeinflusst, sondern kann bei ausreichender Niederwasserführung im Hauptgewässer und Durchlässigkeit des Untergrundes auch durch Entnahmen erhöht werden, ohne die ökologische Funktionsfähigkeit der Fließgewässer maßgeblich zu beeinträchtigen.

Aus diesen Gründen wird die Grundwasserneubildung bei solchen Einzelporengrundwasserkörpern in erster Linie auf Basis verfügbarer Studien und Grundwassermodelle, die den aktuellen Kenntnisstand abbilden, ermittelt. Die verfügbaren Anteile werden folgendermaßen festgelegt:

- Die Grundwasserneubildung durch Infiltration aus großen Flüssen wird aus den angeführten Gründen in der Regel zur Gänze als verfügbare Grundwasserressource angesetzt.
- Der Anteil der verfügbaren Grundwasserressource an der Grundwasserneubildung aus Niederschlag und randlichen Zuflüssen wird in Abhängigkeit von der Niederwasserführung der Fließgewässer im Bereich des Grundwasserkörpers festgelegt. Mit der Donau als einzigem Vorfluter für das Grundwasser wird der verfügbare Anteil von direkt versickertem Niederschlag mit 45 % festgelegt. An den anderen bedeutenden Flüssen wie Mur, Traun, Enns liegt der Anteil in der Regel zwischen 25 und 45 %. Sofern Fließgewässer mit geringerer und aus dem Grundwasser des jeweiligen Porengrundwasserkörpers gespeister Niederwasserführung vorhanden sind, reduziert sich der verfügbare Anteil entsprechend Niederwasserführung auf Werte von ca. 16 %. Die Formel zur Festlegung des verfügbaren Anteils, wird in einem nachfolgenden Kapitel erläutert.
- Der verfügbare Anteil von Grundwasser aus randlichen Zuflüssen wird in der Regel mit jenem Anteil angesetzt, der für die jeweiligen Gruppen von Grundwasserkörpern ermittelt wurde, aus denen das Grundwasser zuströmt. Da Grundwasser dem Porengrundwasserkörper als randlicher Zufluss nur zuströmen kann, wenn es nicht zuvor schon in der umgebenden Gruppe von Grundwasserkörpern genutzt wird, ist die verfügbare Grundwasserressource in der umgebenden Gruppe um denselben Betrag zu reduzieren, die im Porengrundwasserkörper als randlicher Zufluss und verfügbare Grundwasserressource angesetzt werden.

4.3.2.3 Grundwasserkörper an Flüssen mit vollständig auswertbaren Einzugsgebieten

Für Einzelporengrundwasserkörper an Flüssen in deren Abstrombereichen ein auswertbarer Fließgewässerpegel situiert ist, z. B. an Palten oder Rabnitz, ergibt sich die Möglichkeit, neben den verfügbaren Regionalstudien auch den Wasserhaushalt des gesamten Einzugsgebietes in die Ermittlung der verfügbaren Grundwasserressource einzubeziehen. Hier können auch die Methoden der Pegelauswertung wie bei Gruppen von Grundwasserkörpern zur Ermittlung von Grundwasserneubildung und verfügbarer Ressource für das gesamte Einzugsgebiet angewendet und mittels Wasserbilanz die Plausibilität der angesetzten Daten geprüft werden.

Mit der Auswertung der Pegeldaten kann jedoch nicht quantifiziert werden, welcher Teil der Grundwasserneubildung dem Einzelporengrundwasserkörper im Tal oder den Poren-, Kluft- oder Karstgrundwasserleitern in der Gruppe im umgebenden Einzugsgebiet zuzuordnen ist. Es kann auch nicht bestimmt werden, welche Anteile des Grundwassers bereits an kleineren Fließgewässern im Oberliegerbereich des Einzugsgebiets exfiltrieren, um anschließend im Tal wieder ins Grundwasser zu infiltrieren. Für die Ermittlung der verfügbaren Grundwasserressource sind diese Fragen letztlich jedoch von untergeordneter Bedeutung, solange die verfügbare Grundwasserressource für das gesamte Einzugsgebiet korrekt angesetzt wird. Entscheidend ist, dass die Anteile der verfügbaren Grundwasserressource aus Infiltration und randlichen Zuflüssen im Porengrundwasserkörper in der verfügbaren Grundwasserressource des umgebenden Einzugsgebietes berücksichtigt bzw. für den Talgrundwasserkörper „reserviert“ werden. Auf diese Weise können kritische Nutzungssituationen im gesamten Einzugsgebiet ausgeschlossen werden. Welcher Anteil der verfügbaren Grundwasserressource dem Porengrundwasserkörper im Tal zuzuordnen ist und welcher Anteil beim Einzugsgebiet verbleibt, ist somit auch eine Frage der wasserwirtschaftlichen Prioritätensetzung. Ein Verzicht auf höhere Entnahmen in den Randbereichen eines Einzugsgebietes zugunsten größerer Entnahmen im zentralen Porengrundwasserkörper wirkt sich auf den guten quantitativen Zustand der Fließgewässer im Oberliegerbereich der zentralen Entnahme positiv aus und für den Unterliegerbereich ändert sich nichts, solange die Gesamtmenge der Entnahmen im Einzugsgebiet gleich bleibt und der Absenktrichter eines Brunnens keine unmittelbaren negativen Auswirkungen auf grundwasserabhängige Ökosysteme oder kleine Oberflächengewässer im Nahbereich der Entnahme zur Folge hat. Die verfügbare Grundwasserressource kann jedoch nicht zwischen benachbarten Einzugsgebieten verschoben werden, sofern eine Gruppe von Grundwasserkörpern mehrere unabhängige Einzugsgebiete und Porengrundwasserkörper umfasst.

Im ersten Schritt werden die Gesamtmengen der Grundwasserneubildung und verfügbaren Grundwasserressource für das gesamte Einzugsgebiet des Porengrundwasserkörpers durch Auswertung des Niederwasserabflusses am Pegel im Abstrombereich des Porengrundwasserkörpers mit der Methode für Gruppen von Grundwasserkörpern ermittelt. Unter der Annahme, dass randliche Zuflüsse die Grundwasserneubildung und verfügbare Grundwasserressource im Talgrundwasserkörper jeweils um einen bestimmten Betrag erhöhen, werden verfügbare Grundwasserressource und Grundwasserneubildung im umgebenden Einzugsgebiet um denselben Betrag reduziert. Hierfür wird ebenfalls auf Basis der Niederwasserführung im zentralen Vorfluter mit einer Formel, die im nachfolgenden Kapitel beschrieben wird, der erhöhte Anteil der verfügbaren Grundwasserressource an der Grundwasserneubildung im Porengrundwasserkörper ermittelt. Dieser erhöhte Anteil ist jedoch nur als Richtwert zu verstehen und kann an die jeweiligen wasserwirtschaftlichen Anforderungen angepasst werden. Die Differenz zwischen dieser erhöhten Ressource und der durchschnittlich verfügbaren Grundwasserressource wird anschließend von der Ressource des umgebenden Einzugsgebietes abgezogen. Die Summe der randlichen Zuflüsse zum Talgrundwasserkörper wird ebenfalls von der Grundwasserneubildung des Einzugsgebietes in der umgebenden Gruppe von Grundwasserkörpern abgezogen bzw. für den Einzelporengrundwasserkörper „reserviert“, um eine Übernutzung des gesamten Einzugsgebietes zu vermeiden.

Bei entsprechenden hydrogeologischen Voraussetzungen kann diese Ressource aus dem Einzugsgebiet statt über die Ränder auch durch Infiltration aus dem Hauptgerinne in den Porengrundwasserkörper infiltrieren. Ein gesonderter oder zusätzlicher Anteil für die Infiltration aus dem Vorfluter wurde jedoch nicht angesetzt, weil bereits die Gesamtmenge der verfügbaren Grundwasserressource des Einzugsgebietes in diesem Rechenansatz berücksichtigt wird. Hinzu kommt, dass kleinere Fließgewässer bei Niederwasserführung zum überwiegenden Teil aus dem Grundwasser gespeist werden und höchstens abschnittsweise und nur unter besonderen hydrogeologischen Voraussetzungen, z. B. Salzach-Inn-Mattig-Gebiet, auch bei geringer Wasserführung ins Grundwasser infiltrieren.

Für Porengrundwasserkörper an großen Flüssen wie z. B. Enns, Mur und Traun wäre die Ermittlung der Grundwasserneubildung der gesamten Einzugsgebiete vor allem für Grundwasserkörper am Unterlauf mit beträchtlichen Unsicherheiten verbunden. Deshalb wurde bei diesen Grundwasserkörpern für die Ermittlung der randlichen Zuflüsse nur die Grundwasserneubildung in den unmittelbar umgebenden Gruppen von Grundwasserkörpern berücksichtigt. Da die Hauptgerinne aus dem alpinen Einzugsgebiet im Oberlauf in der Regel auch bei Niederwasserführung bedeutende Wassermengen

abführen, wurde für Infiltration aus dem Fließgewässer ein gesonderter Anteil angesetzt. Hierbei kommt zu tragen, dass das Wasser durch Entnahmen im Oberlauf in der Regel nicht „verbraucht“ oder zur Gänze abgeleitet wird oder verdunstet, sondern zum Teil versickert oder dem Fließgewässer nach Gebrauch oder der Reinigung in Kläranlagen zu einem bedeutenden Teil wieder zugeführt wird.

4.3.2.4 Ermittlung der verfügbaren Grundwasserressourcen an Einzelporengrundwasserkörpern mit auswertbaren Niederwasserabflüssen an Vorflutern

Die Festlegung der verfügbaren Grundwasserressource erfolgt bei den Einzelgrundwasserkörpern an Vorflutern mit auswertbaren Niederwasserabflüssen in erster Linie auf Basis des Verhältnisses der Gesamtsumme der Grundwasserneubildung (A_u) zur Niederwasserführung des bzw. der maßgeblichen Grundwasservorfluter(s) (A_o). Die Funktion zur Ermittlung des Prozentsatzes der Grundwasserneubildung, der als verfügbare Grundwasserressource angesetzt werden kann, wurde auf Basis der Auswertung ausgewählter Grundwasserkörper ermittelt (Holler 2008).

Die verfügbare Grundwasserressource berechnet sich aus der Grundwasserneubildung wie folgt:

$$\text{verfügbare Grundwasserressource} = A_u * X_u$$

Die Eingangsgrößen für die Anwendung der Funktion sind:

- Au gesamte Grundwasserneubildung aus direkter Versickerung von Niederschlag, randlichem Zufluss und Infiltration aus Fließgewässern
- Xu Prozentanteil der gesamten Grundwasserneubildung, der als verfügbare Grundwasserressource angesetzt wird

Unter Bedachtnahme auf die relativ großen Unsicherheiten bei den Eingangsgrößen wurde zunächst ein „konservativer Ansatz“ für die Abschätzung der verfügbaren Grundwasserressource gewählt, d. h. eine Abschätzung mit einer entsprechend hohen Sicherheit. Für Grundwasserkörper mit besserer Datenlage wurde in einzelnen Fällen in Rücksprache mit Expertinnen und Experten der Landesämter ein „progressiver Ansatz“ gewählt.

Folgende Funktionen für X_u [%] wurden festgelegt:

$$\text{Konservativer Ansatz: } X_u = 6,3485 * \ln (A_o/A_u) + 15,127 \quad X_u \text{ max} = 45 \%$$

$$\text{Progressiver Ansatz: } X_u = 11,943 * \ln (A_o/A_u) + 20,000 \quad X_u \text{ max} = 75 \%$$

Die Eingangsgrößen für die Anwendung der Funktion sind:

- Au gesamte Grundwasserneubildung aus direkter Versickerung von Niederschlag, randlichem Zufluss und Infiltration aus Fließgewässern
- Ao Mittelwert der MoMNQT (als Maß für Niederwasserführung des Hauptvorfluters und Maß für die Empfindlichkeit des Vorfluters gegenüber reduziertem GW-Zustrom bei Niederwasserführung)

Als Obergrenze für X_u werden 45 % bzw. 75 % festgesetzt, d. h. mit diesen Werten wird X_u begrenzt, auch wenn sich aus obigen Funktionen ein größerer Wert errechnen sollte. Diese maximalen Werte gelten auch, wenn kein größeres Oberflächengewässer als Vorfluter vorhanden ist.

Generell wurde für jeden Grundwasserkörper die verfügbare Grundwasserressource zunächst nach dem konservativen Ansatz ermittelt. Nur wenn seitens der Bundesländer Detaildaten und Argumente vorgelegt wurden, die einen höheren Ausnutzungsgrad als zulässig erachten lassen, wurde im Einzelfall, mit entsprechender nachvollziehbarer Begründung, die verfügbare Grundwasserressource auf den Wert des progressiven Ansatzes, also maximal 75 % erhöht.

Die Grundwasserneubildung aus Infiltration wurde nur dann als zusätzliche Neubildung angesetzt, wenn Studienergebnisse die Infiltration relevanter Mengen belegen und die Abflussmenge bei Niederwasserführung nicht aus dem unmittelbaren Einzugsgebiet gespeist wird, sondern zum größeren Teil aus niederschlagsreichen Gebieten im Oberlauf. An großen Flüssen wie Rhein, Inn, Donau, Traun, Enns, Mur, Drau, Gurk, March führt eine Erhöhung der Infiltration durch Entnahmen auch im Falle der Niederwasserführung in der Regel nur zu einer geringfügigen Absenkung der Wasserstände im Fluss. Zusätzlich wurde die dadurch bereitgestellte Ressource auf jene Teile der Grundwasserkörper begrenzt, in denen Entnahmen auch tatsächlich durch Infiltration aus dem Fluss gespeist werden

können. In diesen Teilgebieten wurde die infiltrierte Wassermenge zu 100 % als verfügbare Grundwasserressource angesetzt. Die Infiltration aus kleineren Fließgewässern, die im unmittelbaren Einzugsgebiet des Porengrundwasserkörpers entspringen, ist bereits in den randlichen Zuflüssen enthalten. Um die Doppelnutzung der verfügbaren Grundwasserressource aus randlichen Zuflüssen auszuschließen, wird sie jeweils in den Gruppen von Grundwasserkörpern, aus denen sie zufließen abgezogen bzw. für den Porengrundwasserkörper „reserviert“. Sofern sich das Einzugsgebiet eines Porengrundwasserkörpers über mehrere benachbarte Gruppen von Grundwasserkörpern erstreckt, wurden diese Menge unter Berücksichtigung der verfügbaren Daten und hydrogeologischen Informationen auf die verschiedenen Gruppen verteilt. Für die korrekte Darstellung des Anteils der verfügbaren Grundwasserressource an der Grundwasserneubildung wurden auch die jeweilige Menge der randlichen Zuflüsse den Gruppen von Grundwasserkörpern zugeordnet, aus denen sie zufließen.

Die Probleme der Ressourcenzuteilung zwischen Einzelporengrundwasserkörpern und Gruppen von Grundwasserkörpern sowie bei Pegelinzugsgebieten, die sich über mehrere hydrogeologische Einheiten bzw. Gruppen von Grundwasserkörpern erstrecken, könnten vermieden werden, wenn Grundwasserkörper in Zukunft nach hydrologischen Kriterien bzw. Einzugsgebieten gegliedert werden würden. Dies wäre auch aus Sicht eines umfassenden und vorausschauenden Ressourcenmanagements sinnvoll. Auf dem aktuellen Stand gehaltene Bilanzen der Einzugsgebiete würden stets einen Überblick über den Ist-Zustand der Nutzung und der noch verfügbaren Grundwasserressourcen geben und damit laufende Vergaben neuer Nutzungsrechte bei gleichzeitiger Wahrung der Versorgungssicherheit und des guten mengenmäßigen Zustands erleichtern.

4.3.3 Methodische Herausforderungen

Methodische Herausforderungen ergaben sich vor allem durch folgende Aspekte:

- Widersprüche zwischen Niederschlagsdaten und Wasserbilanzen bzw. zwischen Niederschlagsdaten aus unterschiedlichen Modellen
- Mangelnde Datenlage zur aktuellen Evapotranspiration
- Erfassung der Beeinflussung der Niederschlagsmesswerte durch Entnahmen, Rückeinleitungen, Zu- und Ableitungen und dergleichen
- Abgrenzung der oberirdischen und unterirdischen Einzugsgebiete der Oberflächengewässerpegel

- Verfügbarkeit und Aktualität von Regionalstudien zur Grundwasserneubildung und verfügbaren Ressourcen
- Abgrenzung von Grundwasserkörpern bzw. Gruppen von Grundwasserkörpern die nicht den orographischen Einzugsgebieten entspricht.

4.4 Ermittlung des Wasserbedarfs

Der Wasserbedarf wurde getrennt für die Sektoren Wasserversorgung, Landwirtschaft, Industrie und produzierendes Gewerbe sowie für ausgewählte Dienstleistungen berechnet. Generell wurde für alle Sektoren die gleiche Vorgangsweise gewählt. Die einzelnen Schritte gehen jeweils von der Erhebung verfügbarer Daten, über die Durchführung ergänzender Erhebungen, hin zu den Hochrechnungen des Wasserbedarfs im Ist-Stand und den Szenarien für die Zukunft und für Extremjahre. Abbildung 12 zeigt die Abfolge der einzelnen Arbeitsschritte.

Abbildung 12: Generelle Vorgangsweise bei Wasserbedarfsabschätzungen



Quelle: BOKU

4.4.1 Wasserversorgung

4.4.1.1 Datengrundlagen

Die zur Berechnung repräsentativer Kennzahlen der Wasserversorgung und in weiterer Folge zum Aufbau des Wasserbedarfsmodells nötigen Details sind im Wesentlichen die Wasserentnahmemengen, Wasserverluste, Wasserabgaben an verschiedene Verbraucher und die Anzahl der versorgten Einwohnerinnen und Einwohner jeweils zumindest auf der Basis von Jahreswerten im Zeitraum von 2014 bis 2018.

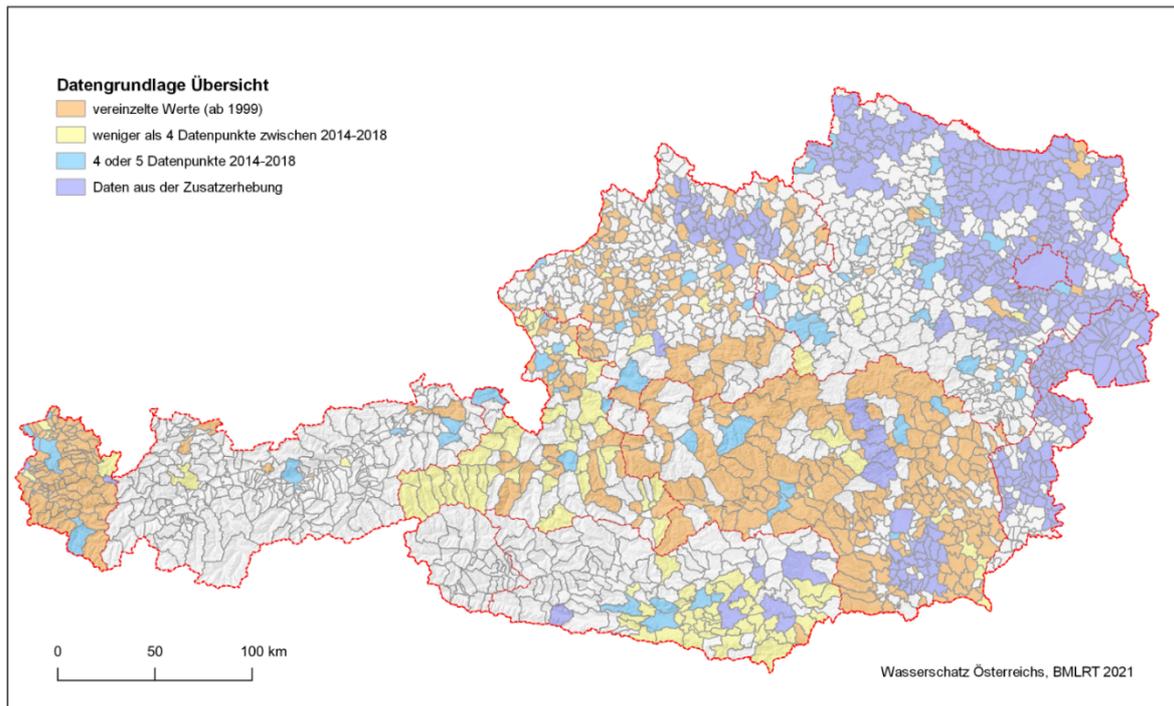
Die **ÖVGW Branchenstatistik** „Daten Wasser (DW1)“ umfasst derzeit Datensätze von 166 verschiedenen Wasserversorgungsunternehmen (WVU). Zwischen 2014 und 2018 stehen je nach Datenjahr zwischen 23 und 93 Datensätze (zumeist rund 80 bis 90 Datensätze) ausreichend vollständig zur Entwicklung des Wasserbedarfsmodells zur Verfügung.

Seitens der **Bundesländer** gibt es verschiedene Projekte, Wasserversorgungskonzepte oder Wasserinformationssysteme, mit unterschiedlicher Flächendeckung und unterschiedlicher Detailtiefe in Bezug auf die zur Kennzahlenberechnung benötigten Daten.

Aus den **ergänzenden Zusatzerhebungen** konnten insbesondere durch die Einbindung großer Verbände und Fernversorger insgesamt 358 Datensätze zu den Wassernutzungen einzelner Gemeinden zur Modellentwicklung gewonnen werden.

In Abbildung 13 ist die Datengrundlage nach Zusammenführung aller Datenquellen dargestellt. Die farbliche Codierung entspricht der verfügbaren Detailtiefe der Daten. *Orange* (1) steht für Gemeinden mit vereinzelt Datensätzen außerhalb des Referenzzeitraumes 2014 bis 2018, *gelb* (2) für Gemeinden mit bis zu drei Datenjahren im Referenzzeitraum, *hellblau* (3) für Gemeinden mit vier oder fünf Datenjahren im Referenzzeitraum und *hellviolett* (4) für Gemeinden mit fünf 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.

Abbildung 13: Datengrundlage Überblick



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

Weitere verwendete Datengrundlagen sind die aktuelle Liste österreichischer Gemeinden (Stand 2018), Listen über Gemeindezusammenlegungen im relevanten Zeitraum in den Jahren vor 2018, GIS-Grundlagen (z. B. Gemeindegrenzen, Grundwasserkörpergrenzen, Teil-Grundwasserkörpergrenzen); Auszüge aus den Wasserbüchern (GBA-Auszug und Auszüge der Ämter der Landesregierungen) mit allen bewilligten Wasserentnahmen, zur Verfügung gestellt durch das Umweltbundesamt; Zeitreihen der Wetterdaten der vergangenen Jahre (1990–2018) und die daraus auf Gemeindeebene gemittelten Werte für Niederschläge (N), potentielle Evapotranspiration (ETp) und die klimatische Wasserbilanz (N-ETp), zur Verfügung gestellt durch das Ingenieurbüro Holler. Von der Statistik Austria werden der Pendlersaldo (Anzahl der Einpendlerinnen und Einpendler und Auspendlerinnen und Auspendler) und der daraus als Pendlerinnen und Pendlerbewegungen pro Hauptwohnsitz errechnete Pendlerindex, jährliche Bevölkerungsdaten, Daten zu Nebenwohnsitzen und Nächtigungszahlen jeweils auf Gemeindeebene verwendet.

Alle verwendeten Datengrundlagen wurden einer Plausibilitätsprüfung anhand von typischen Kennzahlen des Sektors oder mehrerer vorliegenden Datenquellen unterzogen

und gegebenenfalls korrigiert oder ausgeschieden. Als zentrale Kennzahl wird die Wassernutzung in „Liter pro versorgte Einwohnerin und versorgten Einwohner mit Hauptwohnsitz und Tag inkl. allen sonstigen mitversorgten Verbrauchern (Industrie, Gewerbe, Landwirtschaft etc.)“ berechnet. Für die Unterteilungen dieser Kennzahl z. B. in „nur Haushaltsnutzung“ oder „nur Industrie- und Gewerbenutzungen“ stehen nur vereinzelte Datensätze zur Verfügung. Diese Betrachtungen werden daher nicht für eine Hochrechnung auf gesamt Österreich verwendet und dienen lediglich einer Abschätzung der Wassernutzungen innerhalb der zentralen Kennzahl.

4.4.1.2 Wasserbedarfsmodell Ist-Stand, Szenarien 2050 und Extremjahre

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 $\frac{\text{Einpender} - \text{Auspender}}{\text{Bevölkerungsanzahl}}$),
- Einfluss der einzelnen Bundesländer,
- Bevölkerungszahl (absolut).

In das endgültige Modell sind die Variablen Pendlerindex, potentielle Evapotranspiration, Nüchtigungen je Hauptwohnsitz und Nebenwohnsitze je Hauptwohnsitz eingeflossen. Die übrigen untersuchten Variablen wurden ausgeschieden, da sie keinen statistisch signifikanten Einfluss auf die Wassernutzung hatten.

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. Für den Modellaufbau standen letztendlich 540 Gemeinden mit Realdatensätzen zur Verfügung.

Mit dem 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 Abweichungen von Modell-Kennzahlen des Ist-Standes zu den Realdaten erfolgte eine Ausweisung der Gemeinden zur individuellen Überprüfung und Rückmeldung durch die Expertenteams der jeweiligen Landesregierung. Die Gesamt-Kennzahl des Wasserbedarfs pro Hauptwohnsitz in einer Gemeinde ist auf Basis der für den Modellaufbau verwendeten großen Stichprobe (540 Gemeinden) und der individuellen Überprüfungen gut abgesichert, zumal immer, wenn Realdaten einer Gemeinde erhoben werden konnten (598 Gemeinden), diese für den endgültigen Kennzahlenwert verwendet wurden und Modelldaten nur für Gemeinden ohne jegliche Datenverfügbarkeit herangezogen wurden.

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., 2012b) 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 großen Unsicherheiten behaftet.

Die Regression, welche für das Wasserbedarfsmodell im Ist-Stand ermittelt wurde, bildet sowohl die Basis für die Modelle der Zukunftsszenarien 2050 als auch für die Maximaljahresbetrachtung. 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 abdeckt. 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 Korrekturwerts 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. Zunächst wird die Differenz zwischen Realwert und Modellwert des Pro-Kopf-Wasserbedarfs gebildet, diese wird dann aliquot auf die Kategorien (1) Haushalte und (2) Dienstleistungsgewerbe sowie (3) Industrie, produzierendes Gewerbe und (4) Landwirtschaft aufgeteilt. Der Anteil der Haushalte und des Dienstleistungssektors 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 mitversorgter 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, produzierendes Gewerbe und (4) Landwirtschaft in diesem Fall nicht als Pro-Kopf-Kennzahl, sondern als Absolutzahl in m^3/a angegeben wird. Es wird dadurch die Annahme berücksichtigt, dass der Wasserbedarf von Industrie und produzierendem Gewerbe unabhängig von steigenden oder sinkenden Bevölkerungszahlen 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.

Des Weiteren wurde ein Regressionsmodell zur Ermittlung des Spitzenverbrauchs 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, 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.

Das Maximaljahresmodell 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 Maximaljahresmodell 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.

Die Modelle für die Zukunftsszenarien wurden analog zum Modell des Ist-Stands aufgebaut. Als erklärende Variablen wurden die Szenarien von potentieller Evapotranspiration (ETp) sowie die extrapolierten Werte von Nächtigungen je Hauptwohnsitz, Nebenwohnsitze je Hauptwohnsitz und Pendlerindex verwendet. Für die Klimaszenarien RCP4.5 mittel, RCP8.5 mittel und RCP8.5 trocken bleiben die extrapolierten Variablen Nächtigungen je Hauptwohnsitz, Nebenwohnsitze je Hauptwohnsitz und Pendlerindex gleich. Lediglich die potentielle Evaporation variiert zwischen den Szenarien. Wie schon bei der Maximaljahresbetrachtung 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., 2012b) 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.

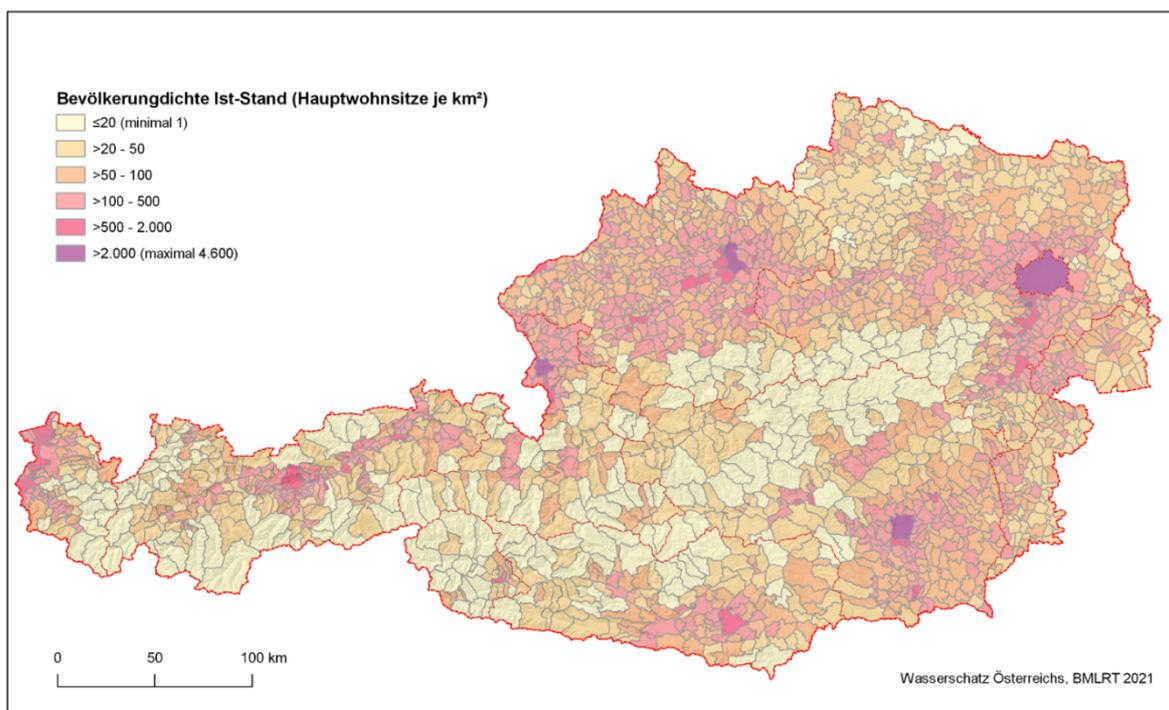
4.4.1.3 Einflussfaktoren auf den Wasserverbrauch und Entwicklungsszenarien

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). Wie bereits zuvor beschrieben sind dabei die mitversorgten sonstigen Verbraucher (ausgedrückt über die Pendlerinnen und Pendlerbewegungen), der Tourismus (ausgedrückt über die Anzahl der Nächtigungen) und die Anzahl der Nebenwohnsitze relevante Faktoren. Der Klimaeinfluss wird über die potentielle Evapotranspiration abgebildet, die zu wesentlichen Teilen von der Temperatur abhängt.

4.4.1.3.1 Bevölkerungszahl

Die Bevölkerungszahl entspricht jeweils den gemeldeten Hauptwohnsitzen einer Gemeinde. Der Ist-Stand der Bevölkerungsdichte ist in Abbildung 14 dargestellt. Dieser entspricht dem Mittelwert der Jahre 2014–2018 der Hauptwohnsitze je km² für jede Gemeinde (Stichtag 01.01. des Folgejahres).

Abbildung 14: Ist-Stand (Mittelwert 2014–2018) der Bevölkerungsdichte (Hauptwohnsitze je km²) auf Gemeindeebene (Stichtag: 01.01. des jeweiligen Folgejahres)

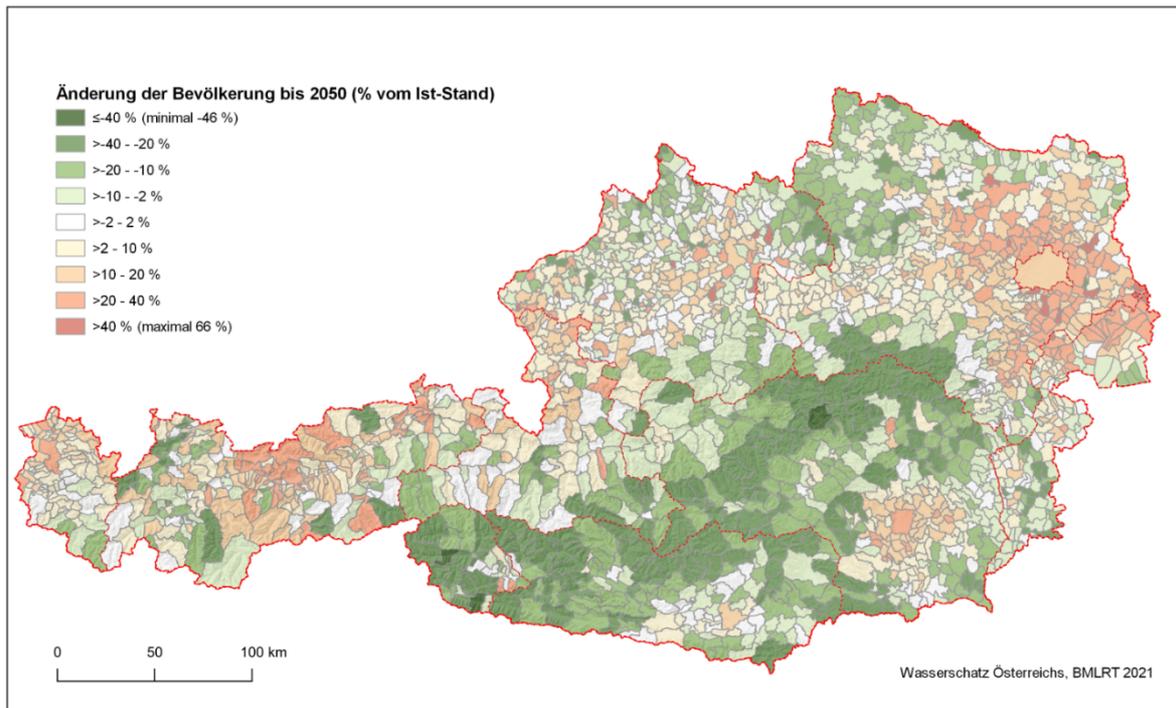


Quelle: Statistik Austria, 2019b; BEV, 2020; basemap.at, 2020; BOKU

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 VIII d – 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 an die ÖROK-Prognose 2018 (ÖROK, 2019) angepasst. Innerhalb der Bezirke ergeben sich aus den Extrapolationen unterschiedliche Trends je Gemeinde.

In Abbildung 15 ist die Veränderung der Bevölkerung bis 2050 entsprechend der hier verwendeten Prognose dargestellt. Die dargestellte Änderung der Bevölkerung bis 2050 auf Gemeindeebene in % des Ist-Standes entspricht gleichzeitig der Änderung der Bevölkerungsdichte bis 2050 in % des Ist-Standes.

Abbildung 15: Änderung der Bevölkerung bis 2050 auf Gemeindeebene in Prozent des Ist-Standes (Mittelwert 2014–2018)



Quelle: Statistik Austria, 2018 und 2019; ÖROK 2019; Ämter der Landesregierungen, 2019, 2020; basemap.at, 2020; BOKU

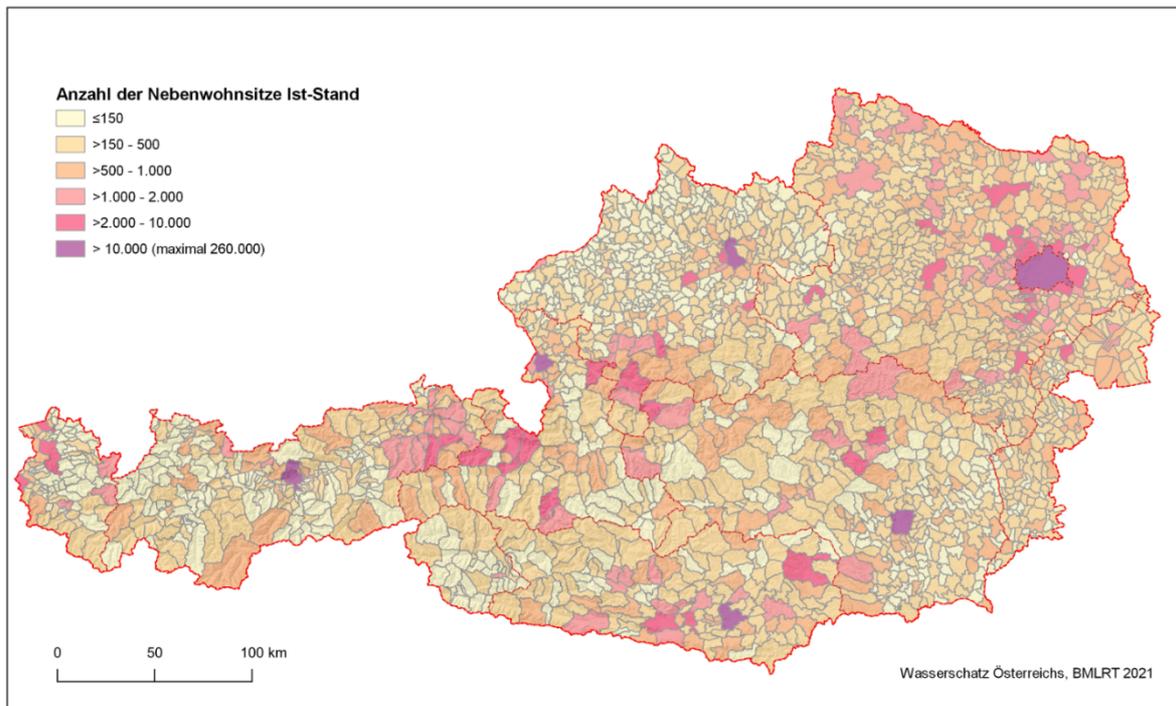
4.4.1.3.2 Nebenwohnsitze

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 mit einem typischerweise geringeren spezifischen Bedarf berücksichtigt. Darüber hinaus können Personen mit Nebenwohnsitzen in Österreich auch aus dem Ausland kommen. Tätigkeiten wie zum Beispiel Wäschewaschen 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, 2020a). Diese basieren auf der Registerzählung mit dem Stichtag 31.10. des jeweiligen Jahres. Abbildung 16 zeigt den Ist-Stand (Mittelwert 2014–2018) der Anzahl der Nebenwohnsitze je Hauptwohnsitz.

Abbildung 16: Nebenwohnsitze Ist-Stand (Mittelwert 2014–2018, Stichtag 31.10.)

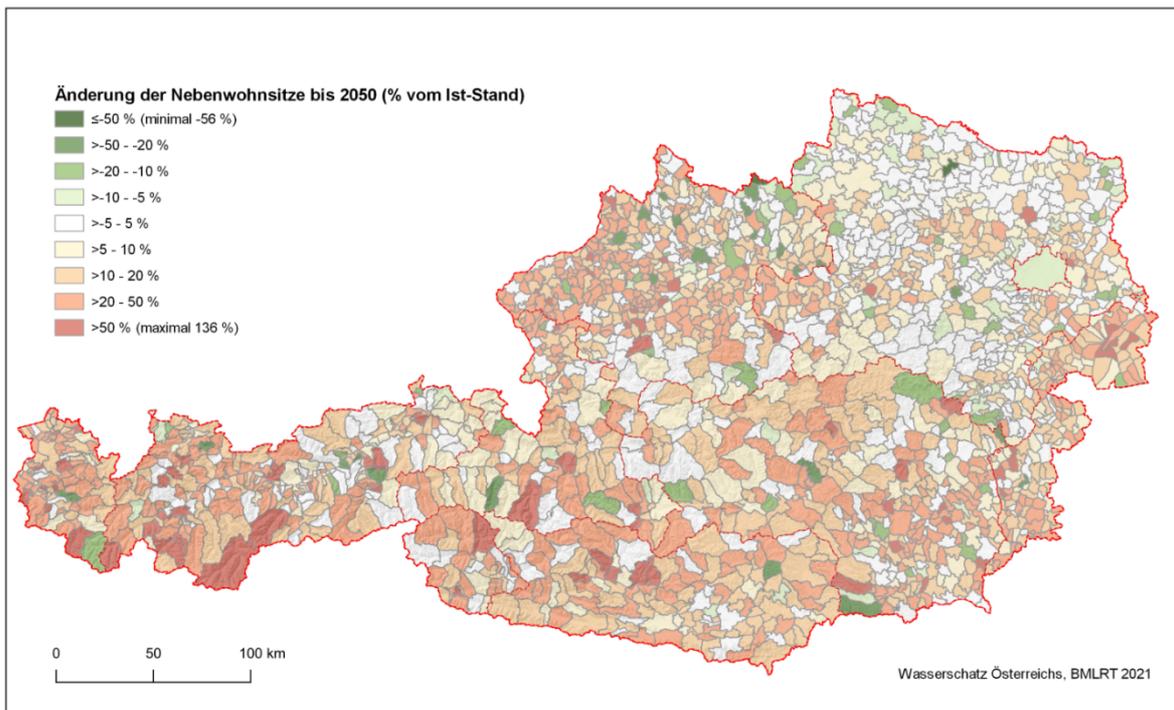


Quelle: Statistik Austria 2020a; BEV, 2020; basemap.at, 2020; BOKU

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 17 ersichtlich.

Abbildung 17: Änderung der Anzahl der Nebenwohnsitze bis 2050 in Prozent des Ist-Standes (Mittelwert 2014–2018)



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

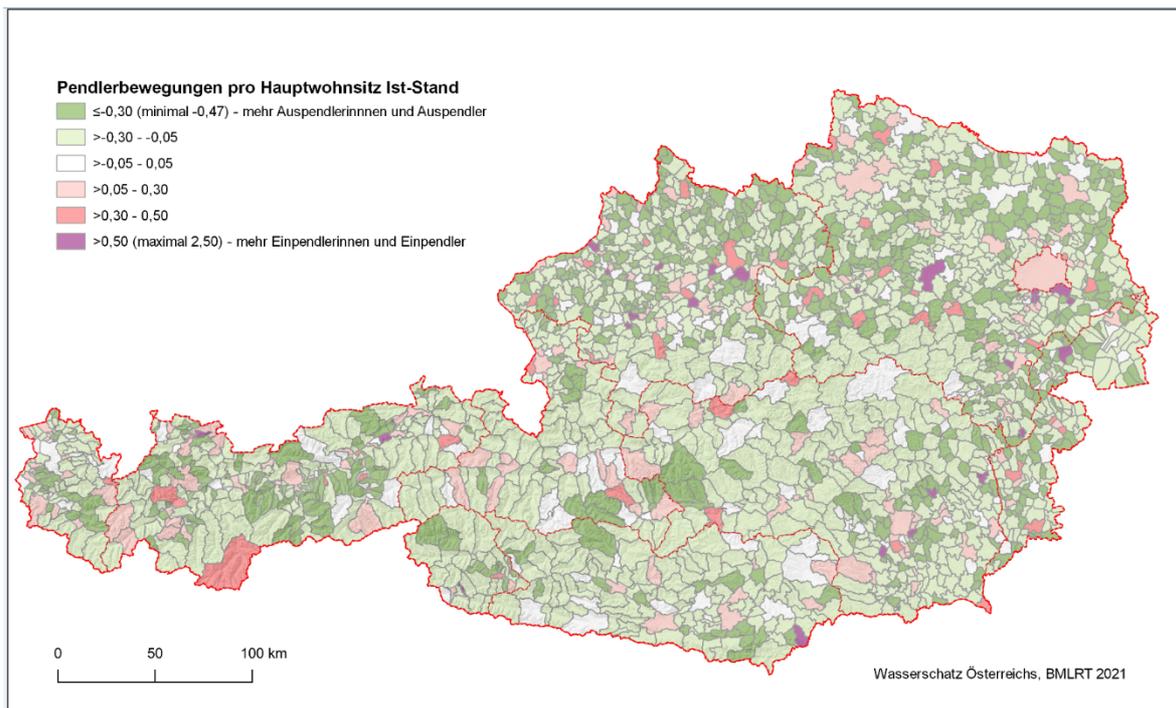
Pendlerinnen und Pendlerbewegungen Für den Einfluss der individuellen Lebensweise der Menschen auf den Wasserbedarf in den privaten Haushalten gibt es zwar hinlänglich bekannte Zusammenhänge aber keine allgemein verfügbaren statistischen Daten, die eine repräsentative Lebensweise aller Menschen einer 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 den Einfluss der mitversorgten sonstigen Verbraucher wie öffentliche Einrichtungen, Gewerbebetriebe, Industrie und Landwirtschaft, die Wasser aus einer öffentlichen Versorgung beziehen, lässt sich hingegen zumindest über den Umweg der Pendlerinnen und Pendlerbewegungen ein nahvollziehbarer Zusammenhang herstellen. Der sogenannte Pendlersaldo (errechnet aus Einpendlerinnen und Einpendlern und Auspendlerinnen und

Auspendlern je Gemeinde) ist hingegen eine allgemein verfügbare statistische Information, die als Einflussfaktor im modellhaften Ansatz des Wasserbedarfs verwendet werden kann und Rückschlüssen auf einzelne Gemeinden zulässt, über deren Wasserbedarf keine Informationen vorliegen.

Daten zu den Pendlerinnen und 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 18 zeigt den Ist-Stand (Mittelwert 2014–2018) der Pendlerinnen und Pendlerbewegungen je Gemeinde.

Abbildung 18: Pendlerinnen und Pendlerbewegungen je Hauptwohnsitz Ist-Stand (Mittelwert 2014–2018, Stichtag 31.10.)

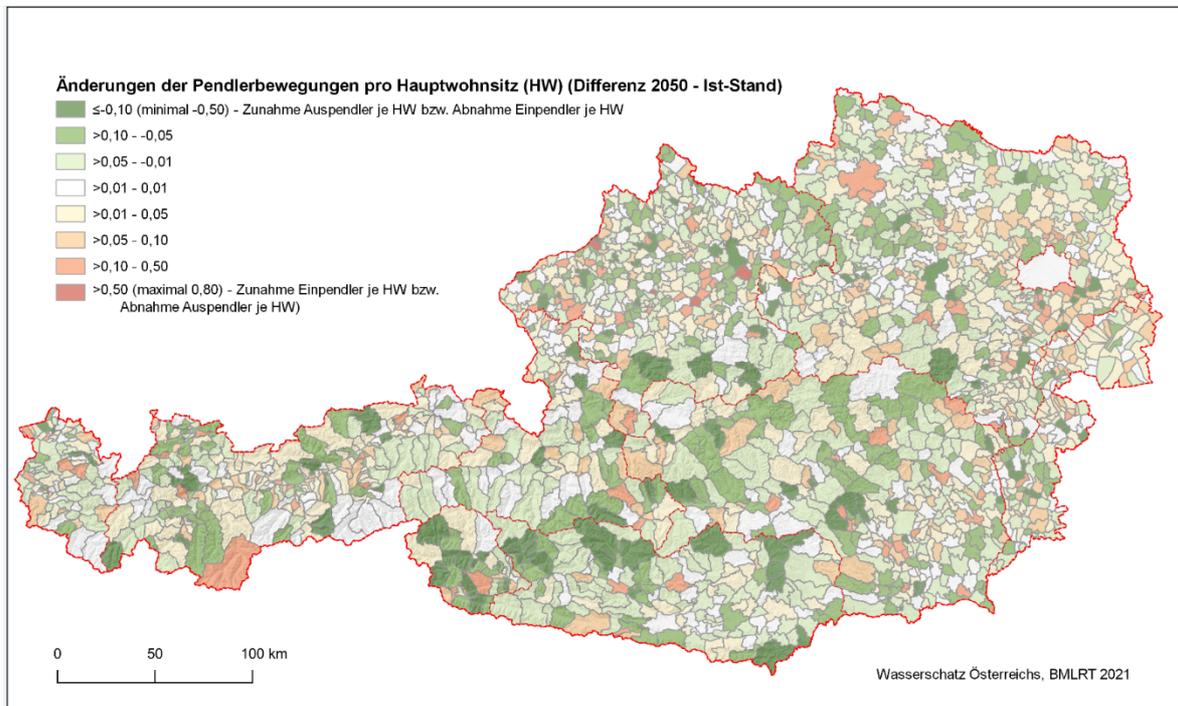


Quelle: Statistik Austria, 2020b; Abgestimmte Erwerbsstatistik 2014-2018; BEV, 2020; basemap.at, 2020; BOKU

Zur Erstellung der Prognosen bis 2050 wurden, ähnlich der Vorgangsweise bei den Nebenwohnsitzen, 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 Pendlerinnen und 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 gegebenenfalls erneut überprüft und korrigiert. Die abgeschätzten Änderungen der Pendlerinnen und Pendlerbewegungen je Gemeinde sind in Abbildung 19 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 19: Änderungen der Pendlerinnen und Pendlerbewegungen pro Hauptwohnsitz (Differenz 2050 – Ist-Stand (Mittelwert der Jahre 2014–2018))



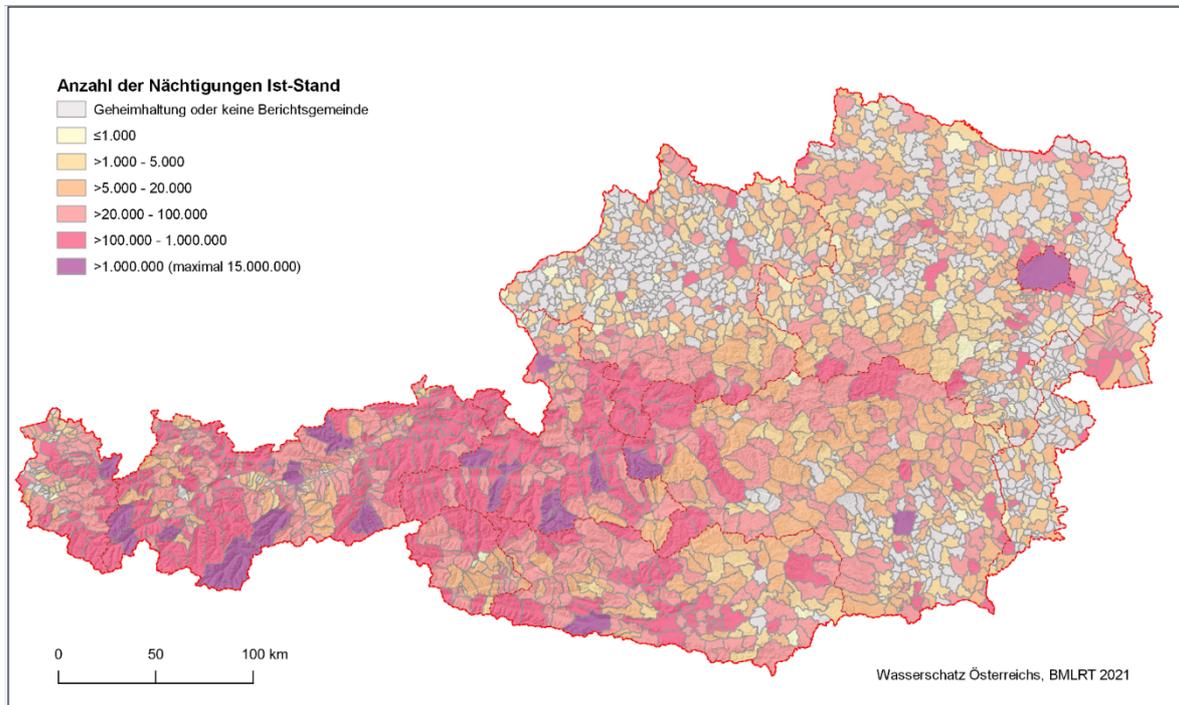
Quelle: Statistik Austria, 2020b; Abgestimmte Erwerbsstatistik 2014-2018; BEV, 2020; basemap.at, 2020; eigene Extrapolation; BOKU

4.4.1.3.3 Nächtigungszahlen je Hauptwohnsitz

Neben den Pendlerinnen und Pendlerbewegungen wird den Nächtigungen als Teil der sozioökonomischen Faktoren besonderes Augenmerk geschenkt, da sich die Nächtigung 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 1.000 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 20 zeigt den Ist-Stand (Mittelwert 2014–2018) der Nächtigungen je Gemeinde.

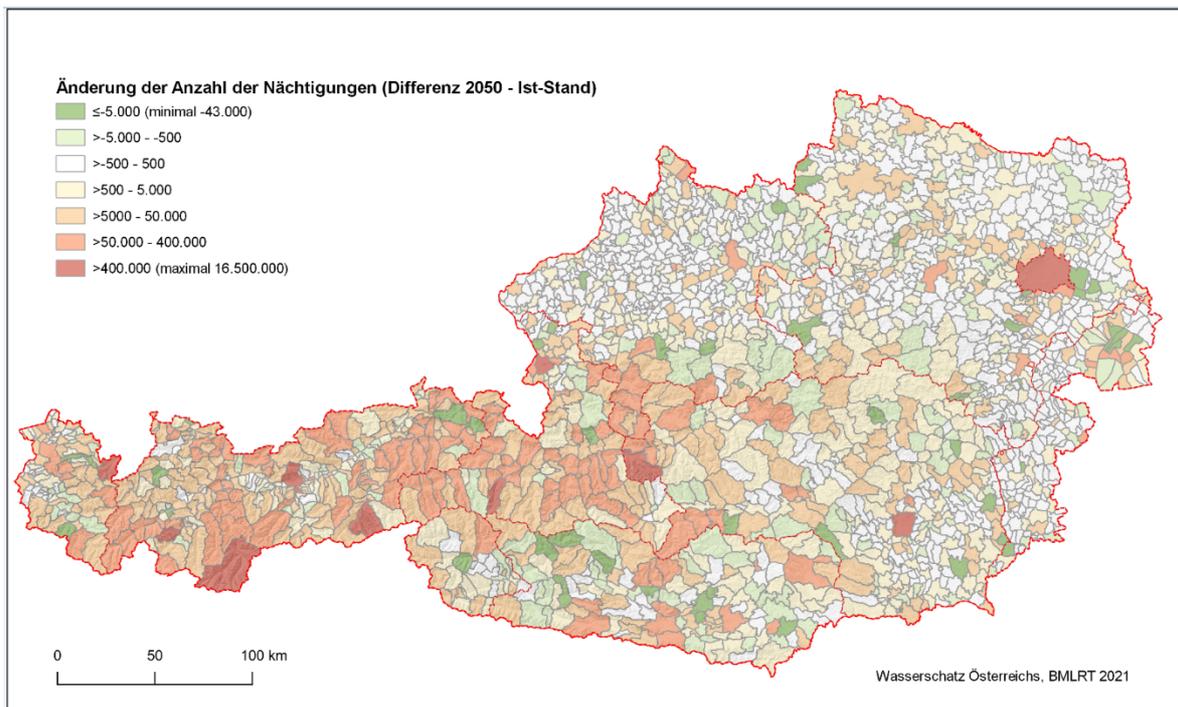
Abbildung 20: Anzahl der Nächtigungen je Gemeinde Ist-Stand (Mittelwert 2014–2018)



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

Zur Erstellung der Prognosen bis 2050 wurden, 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 21 als Differenz 2050 – Ist-Stand (Mittelwert 2014–2018) dargestellt.

Abbildung 21: Änderung der Anzahl der Nächtigungen bis 2050



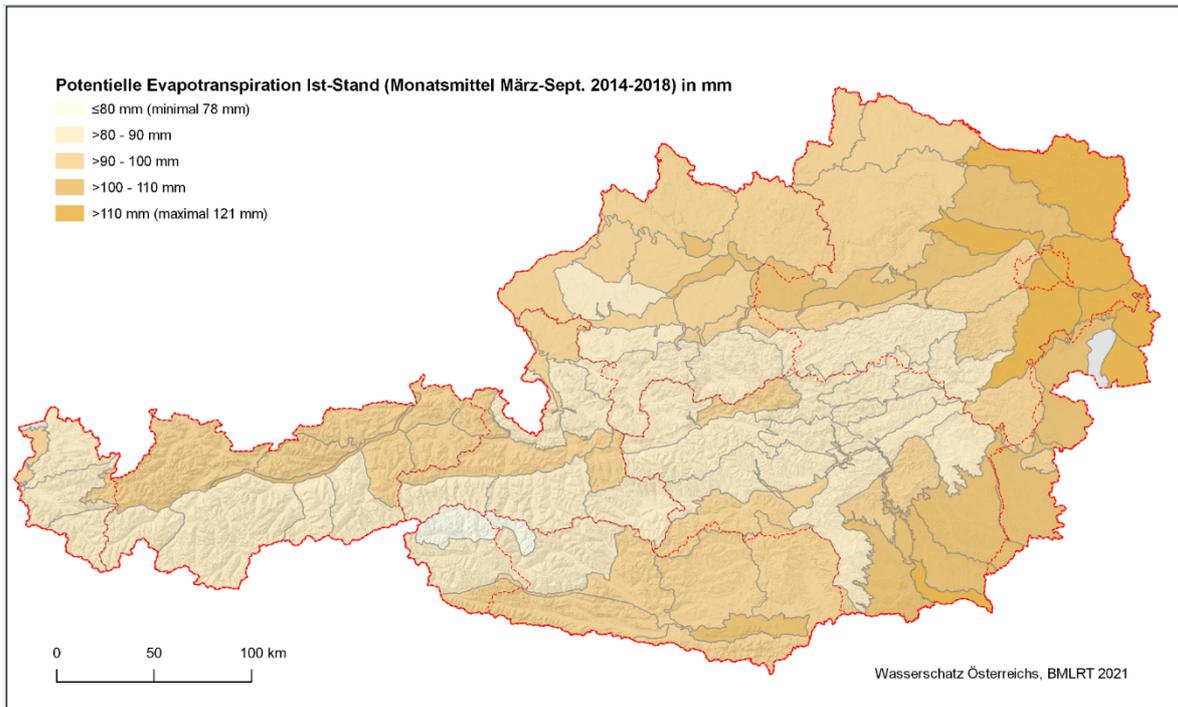
Quelle: STATcube – Statistische Datenbank von Statistik Austria, 2020; BEV, 2020; basemap.at, 2020; BOKU

4.4.1.3.4 Potentielle Evapotranspiration (ETp)

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

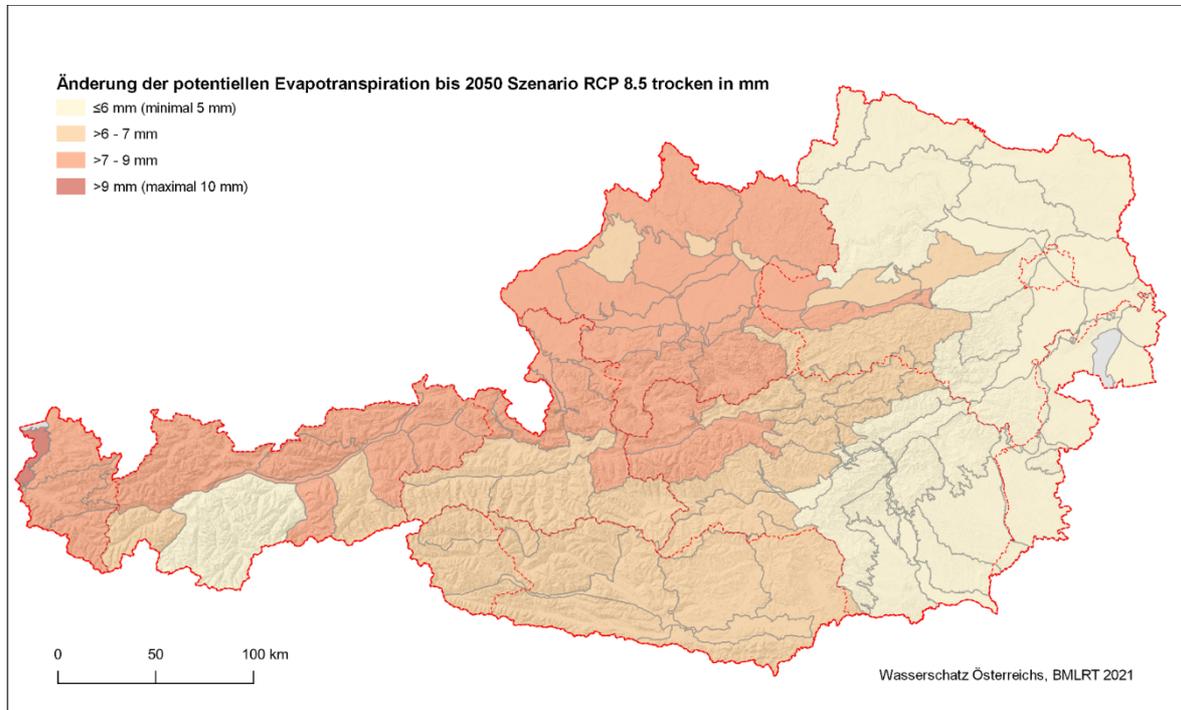
Gemeinde als gemittelter Wert für alle Rasterpunkte innerhalb des jeweiligen Gemeindegebietes berechnet und wird als Einflussfaktor des Wetters auf den Wasserverbrauch herangezogen. Dazu wurden nur die Monate innerhalb der für den Außenwasserverbrauch von Haushalten relevanten Vegetationsperiode (März bis September) betrachtet. Abbildung 22 zeigt die Monatsmittelwerte (März–September) der potentiellen Evapotranspiration in mm pro Monat für den Ist-Stand (Mittelwert 2014–2018). Abbildung 23 zeigt die mögliche Veränderung der Monatsmittelwerte (März–September) der potentiellen Evapotranspiration in mm pro Monat exemplarisch für das trockene RCP8.5 Szenario.

Abbildung 22: Monatsmittelwerte (März–September) der potentiellen Evapotranspiration in mm pro Monat für den Ist-Stand



Quelle: Berechnungen des Ingenieurbüros Holler auf Basis der Spartacus und Winfore Datensätze der ZAMG, BOKU

Abbildung 23: Änderungen der Monatsmittelwerte (März–September) der potentiellen Evapotranspiration in mm pro Monat bis 2050 für das Szenario RCP8.5 trocken (Differenz Szenario RCP8.5 trocken – Ist-Stand)



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

4.4.1.4 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 flächenaliquoten Zuweisungen) recherchiert bzw. abgeschätzt und in einer Liste zur Wasserherkunft zusammengefasst. 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, für 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.

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 dem Grundwasserkörper 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 Teil-Grundwasserkörper auf Basis der Grundwasserkörper des NGP 2015 dar. Durch diese Vorgangsweise 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 der 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 Bilanzierung 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 Entnahmemenge der einzelnen Gewinnungsstellen 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-Stands 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-Stands 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 Trend zu sinkenden Quellschüttungen konnte darüber hinaus nicht festgestellt werden.

Weitere Details zur Methodik des Sektors Wasserversorgung und insbesondere zur Feststellung der Wasserherkunft finden sich im Endbericht zum Forschungsprojekt *Wasserschatz Österreichs – Bedarfsmodell Wasserversorgung*“ (Neunteufel et al., 2021).

4.4.1.5 Methodische Herausforderungen

Im Fall 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 bzw. differenzierteren Datenangaben der Vorzug gegeben.

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 Modellwerts) untersucht und in den Besprechungen mit den Bundesländern abgestimmt.

Individuelle Ursachen besonders hoher Wassernutzungen können durch das Wasserbedarfsmodell nicht abgebildet werden. Für alle aus der Realdatenerhebung bekannten Einzelfälle werden für die intensiven Wassernutzungen Korrekturwerte angegeben. 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.

4.4.1.6 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 zentralen 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.

4.4.2 Wasserbuchauswertung und Echtdatenerhebung für Landwirtschaft und Industrie und Gewerbe

4.4.2.1 Wasserbuch

Eine mögliche Datengrundlage für die Abschätzung des Wasserbedarfs aus Eigenentnahmen der Wirtschaftssektoren (I) Land- und Forstwirtschaft, (II) Industrie und Gewerbe sowie (III) Dienstleistungen sind die sogenannten **Wasserbücher**, öffentliche Register bewilligungspflichtiger Wassernutzungen entsprechend §124 bis 126 des Wasserrechtsgesetzes (BGBl. Nr. 215/1959 i.d.g.F.). Der Landeshauptmann hat nach § 124 WRG für jeden Verwaltungsbezirk ein Wasserbuch als öffentliches Register bewilligungspflichtiger Wassernutzungen zu führen.

Wasserrechtswisenerungen im Wasserbuch

In den Wasserbüchern sind entsprechend § 124 (3) WRG in der Evidenz jedenfalls ersichtlich zu machen:

- „das betroffene Gewässer, bei Indirekteinleitungen (§ 32b) auch die betroffene Kanalisation;
- die örtliche Bezeichnung der Wasserentnahme, der Wasserbenutzung oder der Einwirkung (Lagerung);
- der Name und die Anschrift des Berechtigten;
- die Liegenschaft oder Betriebsanlage, mit der das Recht verbunden ist (§ 22);
- bei Wasserentnahmen die Höchswasserentnahme, bei Wasserkraftnutzungen die wasserrechtlich bewilligte nutzbare Wassermenge und die Staumaße, bei Abwassereinleitungen Art und Gesamtmenge der Abwässer, bei Deponien Art und Menge der Ablagerungen oder sonst geeignete allgemeine Angaben über das erteilte Recht;
- die Dauer der Bewilligung;
- die Übersicht über die Urkundensammlung.“

Die Ordnung der Wasserrechte erfolgt durch ein für jeden Verwaltungsbezirk gesondertes Nummernsystem, den so genannten Postzahlen.

Die Wasserbücher der Bundesländer sind basierend auf dem Wasserbuchmodul des Wasser-Informationssystems Salzburg im Rahmen einer Bundesländerkooperation mittlerweile digital erfasst und über die Wasserinformationssysteme der Bundesländer mit Ausnahme des Bundeslandes Wien online abfragbar.

Öffentlich abfragbar im jeweiligen WIS sind nur Teile des Wasserrechtsbescheides in Form von Wasserbuch-Auszügen. Diese unterscheiden sich in Aufbau und Informationsdichte bundeslandspezifisch aus historischen Gründen zum Teil erheblich. Die vollumfängliche Einsichtnahme in die Wasserrechtsbescheide ist den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Ämter der Landesregierungen und der Bezirkshauptmannschaften vorbehalten.

4.4.2.2 Eignung von Wasserbuchdaten zur Ermittlung des Wasserbedarfs aus Eigenentnahmen

Im Rahmen des Projektes „Wasserschatz Österreichs“ wird der Wasserbedarf aus Eigenentnahmen für die Bereiche (i) Zentrale Wasserversorgung, (ii) Land- und Forstwirtschaft, (iii) Industrie und Gewerbe sowie (iv) ausgewählte Dienstleistungen aufgeschlüsselt nach Herkunft aus Brunnen, Quellen und Oberflächengewässern und unterteilt nach Nutzung (Trinkwasser, Betriebswasser, Bewässerung, Beschneigung etc.) ermittelt und auf räumlicher Ebene der Grundwasserkörper zusammengefasst (siehe Kapitel 3.1). Für die unterschiedlichen wirtschaftlichen Bereiche wurden von den Expertinnen und Experten der Ämter der Landesregierungen Wasserbuchauszüge in digitaler Form zur Verfügung gestellt.

Auf alleiniger Basis der Wasserbuchinformationen können diese Abschätzungen derzeit jedoch nur eingeschränkt bzw. unvollständig vorgenommen werden. Die Gründe dafür werden im Folgenden beschrieben:

Höchstwasserentnahme vs. durchschnittliche Wasserentnahme pro Jahr

Die wasserrechtliche Bewilligung und der Eintrag in das Wasserbuch-Register muss laut §111 und §124 Wasserrechtsgesetz Angaben zum „Maß der zur Benutzung kommenden Wassermenge“ enthalten. Anzugeben ist die bewilligte Höchstwasserentnahme, auch als Spitzenkonsens bezeichnet. Spitzenkonsense sind theoretische Höchstmengen, welche kaum dauernd und gleichzeitig in Anspruch genommen werden. Für die Ermittlung eines durchschnittlichen Wasserbedarfs sind sie deshalb ungeeignet bzw. würden zu einer erheblichen Überschätzung des durchschnittlichen Wasserbedarfs führen. In vielen Fällen

– aber nicht verpflichtend – enthalten Wasserrechtsbescheide deswegen auch Angaben zum Jahreskonsens, der die durchschnittliche Wasserentnahme pro Jahr begrenzt.

Die Höhe der Konsensangaben im Wasserrechtsbescheid im Verhältnis zur tatsächlich entnommenen Wassermenge – und damit der Ausnutzungsgrad des bewilligten Konsenses – kann aufgrund bundeslandabhängig unterschiedlicher Kriterien zu ihrer Festsetzung aber auch in Abhängigkeit des Alters des Wasserrechtes variieren.

Für Wasserbilanzen benötigte Angaben zu Entnahmemengen im Wasserbuch-Auszug:

- Konsensmenge der Einzelentnahmestelle,
- Jahreskonsensmenge ergänzend zur Höchstwasserentnahme,
- Informationen zur zeitlichen Nutzung (z. B. bei Bewässerungsanlagen und Beschneigungsanlagen) ergänzend zur Höchstwasserentnahme,
- in digitaler strukturierter Form.

Wasserbenutzungsanlage vs. Entnahmestelle

Die Vergabe von Wasserrechten in den wasserrechtlichen Bewilligungsverfahren erfolgt entsprechend §103 Wasserrechtsgesetz (WRG BGBl. Nr. 215/1959 i.d.g.F) auf Ebene einer (Wasserbenutzungs-)Anlage, die mehrere Teilanlagen sowie verschiedene Entnahmestellen mit Entnahmen unterschiedlicher Herkunft (Brunnen, Quelle, Oberflächengewässer) umfassen kann und mit einer eindeutigen Postzahl identifiziert wird.

Nicht immer sind den Anlagen verortete Entnahmestellen zugeordnet, was eine Zuordnung der Entnahmen zu den betrachteten Wasserkörpern oder sonstigen räumlichen Zuordnungseinheiten (z. B. Pegelinzugsgebiet, Gemeinde) grundsätzlich erschwert.

Bewilligte Entnahmemengen sind häufig der Gesamtanlage und nicht den einzelnen Entnahmestellen zugeordnet und damit ist unklar, wie der Anlagenkonsens auf einzelne Entnahmestellen und damit möglicherweise unterschiedliche Herkunftsressourcen (Brunnen, Quelle, Oberflächengewässer) anzurechnen ist.

In den übermittelten Datensätzen zeigte sich auch gelegentlich, dass Konsensinformationen der Gesamtanlage den jeweiligen Einzelentnahmestellen zugeordnet sind, die eine Mehrfachzählung verursachen kann.

Diese lässt sich zwar häufig durch Einsicht des Wasserbuch-Auszuges selbst aufklären, erschwert aber bei der Vielzahl an Bescheiden eine systematische, automatisierte Auswertung.

Zuordnung von Wirtschaftstätigkeiten

Die Darstellung des Wasserbedarfs aus Eigenentnahmen der Wirtschaftssektoren (I) Land- und Forstwirtschaft, (II) Industrie und Gewerbe sowie (III) ausgewählte Dienstleistungen je Grundwasserkörper in Österreich im Projekt „Wasserschatz Österreichs“ erforderte die systematische Zuordnung von betrieblichen Wasserrechten zu Wirtschaftstätigkeiten entsprechend ÖNACE-Klassifikation. Auf diese Weise konnte eine Vergleichbarkeit zu den Erhebungen im Rahmen der Gütereinsatzerhebung hergestellt werden.

Diese Information ist derzeit von den Bewilligungswerbern nicht zu melden. Deshalb existiert eine derartige systematische Verknüpfung von Wasserrechten und Wirtschaftstätigkeiten momentan nicht und ist auf Grundlage der derzeit im Wasserrechtsbescheid und Wasserbuch verfügbaren Informationen nur sehr eingeschränkt und mit sehr hohem Arbeitsaufwand herzustellen.

Teilweise enthalten die Wasserbücher der Bundesländer grobe Zuordnungen zu Branchen, z. B. in Anmerkungsfeldern in denen spezifische Abwasseremissionsverordnungen hinterlegt werden oder in ergänzenden Kommentarspalten. In der Regel sind Branchen jedoch nur über den Namen der Wasserberechtigten und weitere Recherchen zuordenbar. Insbesondere bei älteren Wasserrechten sind Betriebsnamen oftmals veraltet und entsprechen nicht mehr der aktuellen Unternehmensstruktur.

Als hilfreich für eine zumindest grobe Voreinteilung hinsichtlich der Wirtschaftstätigkeiten haben sich im Projektverlauf die in den Wasserbüchern einiger Bundesländer bereits erfolgten Zuordnungen zu verschiedenen Organisationsformen (Tabelle 5) erwiesen. Hier wäre eine zukünftig bundesweit einheitliche Einteilung hilfreich.

Tabelle 5: Datenmodell Eigenentnahmen Projekt „Wasserschatz Österreich“:
Organisationsform

Organisationsform
Betrieb
Gemeinde
Verband
Genossenschaft
Privathaushalt

Quelle: Umweltbundesamt

Wären jedem betrieblichen Wasserrechtsinhaber im Wasserbuch entweder UID, Firmenbuchnummer, Steuernummer oder GISA Zahl zugeordnet, könnte auf Basis dieser jeweils eindeutigen Identifikationsnummer durch Verknüpfung mit existierenden Registern, wie z. B. dem Gewerbeinformationssystem Austria (GISA) oder dem Unternehmensregister für Zwecke der Verwaltung (URV, gem. § 25 BStatG) eine automatisierte Zuordnung der Wirtschaftstätigkeiten erfolgen.

Für die Zuordnung von Wirtschaftstätigkeiten zweckmäßige Ergänzungen im Wasserbuch

- Zuordnung von UID, Firmenbuchnummer, Steuernummer oder GISA Zahl bzw.
- direkte Zuordnung der Wirtschaftsklassifikation nach ÖNACE 2008 entweder bei Einreichung der Unterlagen für die wasserrechtliche Bewilligung oder nachträglich durch die zuständigen Behörden.

Zuordnung der Herkunft

Im gegenständlichen Projekt war für die Bilanzierung der Grundwasserressourcen auch die Frage nach den Auswirkungen von Brunnenentnahmen auf nahegelegene Oberflächengewässer von Bedeutung, ebenso wie die Frage nach der Bedeutung des Zustroms von Oberflächengewässern in nahe gelegene Grundwasserentnahmen. Zu diesem Zweck wurden im Projektverlauf im Austausch mit den Expertinnen und Experten der Bundesländer relevante Brunnenentnahmen des Sektors Industrie und Gewerbe nach

Möglichkeit in Bezug auf ihre Herkunft über die übliche Unterteilung in Oberflächengewässer, Brunnen und Quellen noch weiter differenziert (siehe Tabelle 6).

Tabelle 6: Datenmodell Eigenentnahmen Projekt „Wasserschatz Österreichs“: Herkunft

Herkunft		
Grundwasser	Quelle	Quelle gefasst/ungefasst
		Quellstollen
	Brunnen	ausschließlich Grundwasser*
		oberflächengewässernahe Entnahmen**
		Oberflächengewässer***
Oberflächengewässer	stehendes Gewässer	
	Fließgewässer	

* kein bis vernachlässigbarer Anteil aus Oberflächengewässer im Brunnen
 ** Anteil Oberflächengewässer im Brunnen unbestimmt
 *** Anteil Oberflächengewässer im Brunnen 100 %

Quelle: Umweltbundesamt

Entsprechende ergänzende Angaben im Wasserbuch – sofern nicht ohnehin bereits vorhanden – würden zukünftige Auswertungen erleichtern.

Zuordnung der Nutzung

Im Rahme der Studie waren vor allem die Nutzungstypen Trinkwasser, Bewässerung, Beschneigung und Betriebswasser (Nutzwasser) von Bedeutung. Diese wurden – wenn möglich – entsprechend Tabelle 7 weiter unterteilt. Diese Informationen standen jedoch bundeslandabhängig in sehr unterschiedlichem Ausmaß zur Verfügung.

Die Erhebung von Wasserwärmepumpen (Erdsonden, Erdkollektoren), Thermal-/Heilwasser- und Wasserkraftnutzungen war nicht Gegenstand des Projektes.

Tabelle 7: Datenmodell Eigenentnahmen Projekt „Wasserschatz Österreichs“: Nutzung

Nutzung		
Trinkwasser		
Bewässerung	landwirtschaftliche Fläche	
	Grünfläche	
	Sportfläche	
	Holzlagerfläche	
	Golfplatz	
Betriebswasser	Betriebswasser	
	Kühlwasser	Industriekälte
		Gebäudeklimatisierung
	Löschwasser	
	Notwasser	
	Teichfüllung	
	Schotterwaschwässer	
	Wasserpumpen	<i>Grundwasserpumpe</i>
<i>Wärmepumpe Oberflächengewässer</i>		
Thermal-/Heilwasser		
Wasserkraft		

Quelle: Umweltbundesamt

Informationen zu Nutzungen sind wesentlich für die Plausibilisierung der Wasserbilanz bzw., wenn Teile davon fehlen, für eine Abschätzung der Mengen. Beispielsweise wird im Produzierenden Bereich Kühlwasser das entnommene Wasser zum größten Teil in unmittelbarer Nähe der Entnahmestelle in den Wasserkörper eingeleitet, womit sich eine bilanzneutrale Nutzung des Wassers ergibt.

Rückführung

Wesentlich für die Ermittlung bilanzrelevanter Entnahmen ist zudem, dass Informationen zur etwaigen Rückführung von Entnahmen durch Versickerungen ins Grundwasser oder Einleitungen ins Oberflächengewässer direkt der jeweiligen Entnahme zugeordnet werden

können. Dies war aufgrund der zur Verfügung gestellten Informationen nicht für alle Bundesländer in gleichem Ausmaß möglich.

Tabelle 8: Datenmodell Eigenentnahmen Projekt „Wasserschatz Österreichs“:
Rückführung

Rückführung	
Versickerung	unterirdische Versickerungsanlage (z. B. Schluckbrunnen)
	oberirdische Versickerungsanlage (z. B. Rückhaltebecken, - mulde)
Einleitung	Oberflächengewässer (Direkteinleitung)
	Kanalisation (Indirekteinleitung)

Quelle: Umweltbundesamt

Zuordnung von Flächengrößen

Vor allem für flächenbezogene Eigenentnahmen, wie z. B. für die Beschneidung von Skigebieten oder die Bewässerung/Beregnung von landwirtschaftlichen Flächen oder Grünflächen wären neben der verpflichtenden Angabe zur mit dem Wasserrecht verbundenen Liegenschaft auch Angaben zur maximal beschneiten oder bewässerten Fläche hilfreich, um über Kennzahlen und unter Berücksichtigung klimatischer Variabilität zwischen einzelnen Jahren das Ausmaß des jeweiligen Wasserbedarfs zu bestimmen. Diese Informationen waren bundeslandabhängig in sehr unterschiedlicher Ausprägung vorhanden aber für eine entsprechende systematische Auswertung der Wasserbuchdaten letztendlich nicht ausreichend.

4.4.2.3 Fazit

Die Wasserbücher der Bundesländer und die in ihnen registrierten bewilligten Wassernutzungen sind unverzichtbare wasserwirtschaftliche Planungsgrundlagen.

In den letzten Jahren wurden große Anstrengungen unternommen, die historisch gewachsenen Wasserbücher mit ihrer Vielzahl an Informationen in zunehmend vereinheitlichter

Form auch auf digitalen Plattformen wie den Wasserinformationssystemen der Bundesländer oder über öffentlich zugängliche Datenkataloge² verfügbar zu machen.

Für die auf diese Weise zur Verfügung stehenden Wasserrechtsbescheide wurde von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Geologischen Bundesanstalt im Rahmen des Projektes „Wasserentnahmen Update und Basisdatenbeschaffung“ eine bundeslandübergreifende Datenbank mit Datenstand 2018 entwickelt (Almer et al., 2019).

Zusätzlich zu den von den Expertenteams der Bundesländer zur Verfügung gestellten Wasserbuchauszügen war diese MS-Access-Datenbank auch für das Projekt „Wasserschatz Österreichs“ eine wesentliche Datengrundlage, deckt jedoch die zuvor beschriebenen spezifischen Anforderungen des Projektes „Wasserschatz Österreichs“ ebenfalls nicht ab. Zudem war der Datenstand in einzelnen Bundesländern und einzelnen Teilbereichen mittlerweile bereits wieder aktualisiert worden.

Eine Aktualisierung dieser Datenbank mit den spezifischen Anforderungen des Projektes „Wasserschatz Österreichs“ hätte den gegenständlichen Projektrahmen bei weitem gesprengt, zumal viele der genannten Informationen nur durch Einsicht der einzelnen Wasserrechtsbescheide und weitere Recherchen zu erheben gewesen wären.

Deshalb wurden die Wasserbücher in erster Linie genutzt, um für die in der Projektabgrenzung (siehe Kapitel 3.1) genannten Wirtschaftssektoren und Wasserherkunftsbereiche die jeweils größtmäßig relevantesten Entnahmen zu identifizieren, zum einen als Grundlage für die Echtdatenerhebung (siehe Kapitel 4.4.2.4), zum anderen um den Wasserbedarf im Fall von fehlenden Informationen zu tatsächlichen Entnahmen auf Basis der Konsensinformationen abzuschätzen (siehe Kapitel 4.4.4).

Für Wasserbilanzen entsprechend „Wasserschatz Österreichs“ benötigte (zusätzliche) Angaben im Wasserbuch

Im Idealfall sollten jeder durch ein Wasserrecht erfassten Entnahmestelle in Österreich mindestens folgende Informationen zugeordnet werden können:

- eindeutige Identifikationsnummer,

² Offene Daten Österreich: data.gv.at

- eindeutige Lage der Entnahmestelle,
- Postzahl (und damit die Zuordnung zum Wasserberechtigten, der Liegenschaft oder Betriebsanlage),
- Konsensmenge der Entnahmestelle (Höchstwasserentnahme und deren zeitliche Nutzung, Jahreskonsensmenge),
- Herkunft des entnommenen Wassers an der Entnahmestelle (Tabelle 6),
- Nutzung des entnommenen Wassers von der Entnahmestelle (Tabelle 7),
- Information zum Verbleib bzw. zur Rückführung des an der Entnahmestelle entnommenen Wassers (Tabelle 8),
- Zuordnung der Wirtschaftsklassifikation ÖNACE 2008 bzw. einer UID, Firmenbuchnummer oder GISA-Zahl,
- Angabe der zugehörigen Flächengröße bei flächenbezogenen Eigenentnahmen (z.B. Bewässerung, Beschneigung),
- in digitaler, einheitlich strukturierter Form.

4.4.2.4 Stichprobenerhebung tatsächlicher Entnahmemengen mittels Fragebögen

Für den Wirtschaftssektor (I) Landwirtschaft standen zu Projektbeginn Informationen zu tatsächlichen Entnahmemengen für die Bewässerung aus der letzten flächendeckenden Agrarstrukturerhebung des Jahres 2010 (Statistik Austria, 2013), sowie den entsprechenden Stichprobenerhebungen der Jahre 2013 und 2016 zur Verfügung (siehe auch Kapitel 4.4.3.1).

Für den Wirtschaftssektor (II) Industrie und Gewerbe standen zu Projektbeginn Informationen aus der Gütereinsatzerhebung 2018, mit Projektende auch die aktualisierten Ergebnisse der Gütereinsatzerhebung 2019, zur Verfügung (siehe auch Kapitel 4.4.4). Informationen aus der Gütereinsatzerhebung lassen sich aufgrund der Geheimhaltungsvorgaben der Statistik Austria häufig jedoch nicht oder nur mit großen Einschränkungen auf die einzelnen Grundwasserkörper umlegen.

Um im Projekt „Wasserschatz Österreichs“ eine Verbesserung der Datenlage hinsichtlich tatsächlicher Entnahmemengen auf Ebene der Grundwasserkörper zu erreichen, wurden deshalb mit Unterstützung der Expertinnen und Experten der Bundesländer eigene Erhebungen von Entnahmemengen aus Eigenentnahmen mittels Fragebögen durchgeführt.

Der Wirtschaftssektor Land- und Forstwirtschaft wurde dazu auf den Bereich der Bewässerungslandwirtschaft, als bedeutendsten Bereich mit Eigenentnahmen aus Grund- und Oberflächengewässern für diesen Sektor, eingegrenzt.

Die Auswahl der zu befragenden landwirtschaftlichen Betriebe erfolgte zur Reduktion des Erhebungsaufwands in Form einer geschichteten Stichprobe. Hauptschichtungsmerkmal waren die erwarteten Größenordnungen von Grundwasserentnahmen auf Basis der im Wasserbuch dargestellten Konsensmengen. Zusätzliche Kriterien wie der Zugehörigkeit zu einer Klimaregion, einem Grundwasserkörper oder einer Betriebsgrößenkategorie wurden nach Maßgabe der Möglichkeiten berücksichtigt.

Gefragt wurde nach Zeitreihen (2003, 2014–2019) tatsächlicher Entnahmemengen, um Extremjahre und wetterbedingte Schwankungen der Entnahmemengen über die Jahre zu berücksichtigen.

Die für die Fragebogenaussendung notwendigen, z. T. sehr umfangreichen Vorarbeiten umfassten die Identifizierung von landwirtschaftlichen Bewässerungsanlagen in den Wasserbuchdatensätzen, die Zuordnung von Informationen zur Art der Bewässerung (Obst- Feld-, Grünlandbewässerung etc.), die Identifizierung des zugeordneten landwirtschaftlichen Betriebs mit den entsprechenden Kontaktinformationen und die Überprüfung und Auswertung der Konsensangaben unter Berücksichtigung der in Kapitel 4.4.2.2 genannten Einschränkungen, mit denen in den Konsensdatensätzen zu rechnen ist.

Die Rücklaufquote der Fragebögen war mit 13 % gering und die übermittelten Daten z. T. unvollständig. Daher wurden die Erhebungen nicht auf alle Bundesländer ausgeweitet.

Der Wirtschaftssektor Industrie und Gewerbe (produzierender Bereich) wurde analog zur Methodik der IST-Bestandsanalyse 2013 auf die Abschnitte B bis F der „Systematik der Wirtschaftstätigkeiten – NACE Rev. 2 (ÖNACE 2008) eingegrenzt, also mit Fokus auf Branchen und Betriebsgrößen, welche mit hohen Eigenentnahmen aus Grund- und Oberflächengewässern einhergehen. Bei der Fragebogenerhebung berücksichtigt, wurden demnach Wirtschaftstätigkeiten wie Bergbau und die Gewinnung von Rohstoffen, die Herstellung von Waren, die Energieversorgung, die Abfallentsorgung sowie Bautätigkeiten. Nicht Gegenstand der Fragebogenerhebung waren die Wasserversorgung und der Bereich Wasserkraft. Während der Wasserbedarf der Wasserversorgung gesondert erhoben wurde (siehe Kapitel 4.4.1), war der Wasserbedarf für die Energiegewinnung aus Wasserkraft nicht Teil des Projektes (siehe Projektabgrenzung Kapitel 3.1).

Vom Bundesland Niederösterreich wurden die Brunnenentnahmen der Industrie für die Jahre 2016 und 2017 bereitgestellt, die für das Projekt „Wasserkunft Niederösterreich 2050“ (Neunteufel et al., 2019) erhoben wurden. Der Fragebogen wäre weitestgehend an die selben Betriebe zu richten gewesen. Um die Betriebe nicht mit einem weiteren Fragebogen zum gleichen Thema zu belasten, aber auch aufgrund der Einschätzung, dass der Mehrwert durch den Fragebogen im Vergleich zum Aufwand beschränkt ist, wurde im Bundesland Niederösterreich auf eine Fragebogenerhebung verzichtet.

Die Auswahl der zu befragenden Betriebe des Sektors Industrie und Gewerbe erfolgte zur Reduktion des Erhebungsaufwands in Form einer geschichteten Stichprobe. Hauptschichtungsmerkmal waren die erwarteten Größenordnungen von Grundwasserentnahmen auf Basis der im Wasserbuch dargestellten Konsensmengen. Zusätzliche Kriterien wie der Zugehörigkeit zu einer Klimaregion, einem Grundwasserkörper, einer Katastralgemeinde und einer Branche wurden nach Maßgabe der Möglichkeiten ebenfalls berücksichtigt. Gefragt wurde nach Zeitreihen (2003, 2014–2019) tatsächlicher Entnahmemengen, um Extremjahre und wetterbedingte Schwankungen der Entnahmemengen über die Jahre zu berücksichtigen.

Die für die Fragebogenausendung notwendigen, z. T. sehr umfangreichen Vorarbeiten umfassten die Identifizierung von Betrieben des Sektors Industrie und Gewerbe in den Wasserbuchdatensätzen, die Zuordnung der Wirtschaftsklassifikation nach Maßgabe der Möglichkeiten, die Identifizierung des zugeordneten Betriebs oder Unternehmens mit den entsprechenden Kontaktinformationen und die Überprüfung und Auswertung der Konsensangaben unter Berücksichtigung der in Kapitel 4.4.4.2 genannten Einschränkungen, mit denen in den Konsensdatensätzen zu rechnen ist.

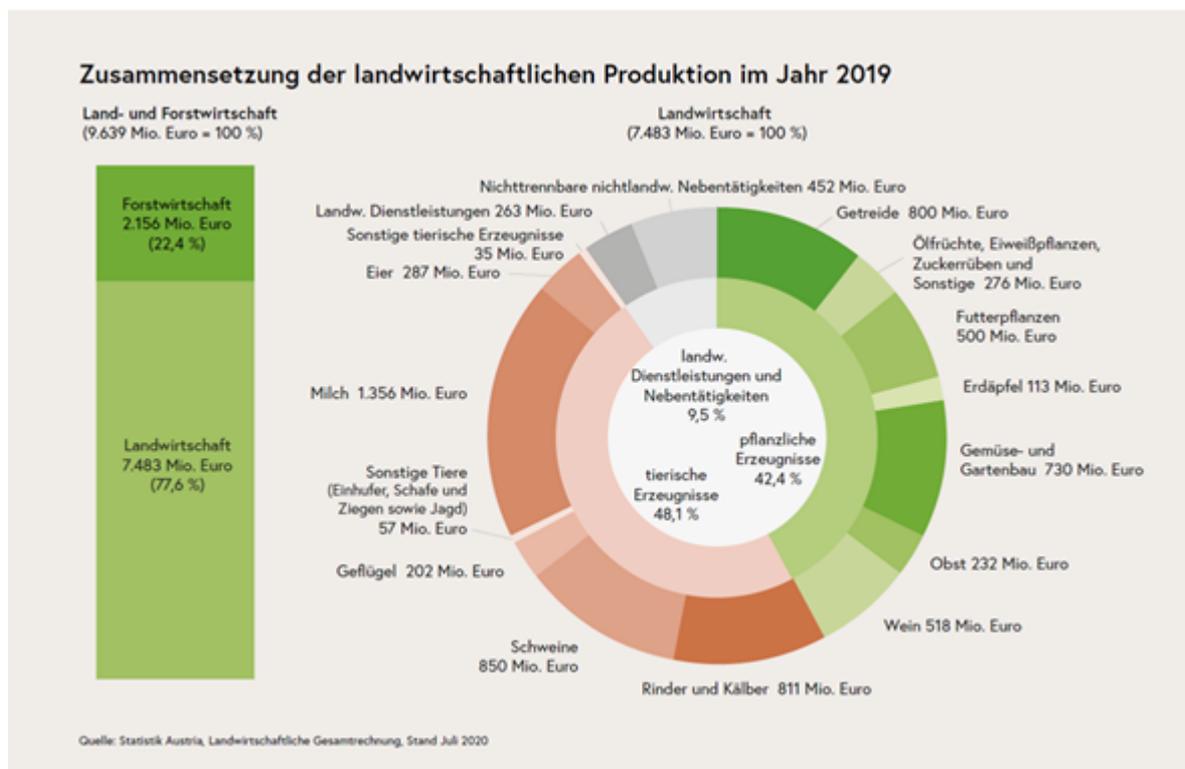
Anzahl und Rücklaufquote der ausgesandten Fragebögen für den Sektor Industrie und Gewerbe ist in Kapitel 4.4.4 dargestellt. In welcher Form die auf diese Weise erhobenen tatsächlichen Entnahmemengen für die Abschätzung des Wasserbedarfs in diesem Wirtschaftssektor berücksichtigt wurden, ist in Kapitel 4.4.4 erläutert.

Für den Wirtschaftssektor Dienstleistungen wurde keine Fragebogenerhebung durchgeführt, da hier der Aufwand – gegenüber der erwarteten Größenordnung der Eigenentnahmen dieses Sektors – den Projektraum überschritten hätte.

4.4.3 Landwirtschaft

Die österreichische Landwirtschaft ist im Vergleich zur EU-weiten Landwirtschaft eher kleinstrukturiert. 162.018 land- und forstwirtschaftliche Betriebe bewirtschaften eine landwirtschaftliche Fläche von 2.671.471 ha (ASE Stichprobenerhebung 2016), das ist ein Rückgang an Betrieben von 6,5 % seit der letzten Vollerhebung der ASE im Jahr 2010. Im Vergleich zu 1960 sind das nur noch 40 % der Betriebe, es wurden also 60 % der Betriebe seither aufgelassen. 2016 bewirtschaftete ein Betrieb 19,8 ha landwirtschaftlich und 17,9 ha forstwirtschaftlich genutzte Fläche, das ergibt in Summe eine Kulturlfläche von 37,7 ha je Betrieb und somit eine Steigerung von 3,6 % im Vergleich zu 2010. Die Gesamtfläche der Betriebe erhöhte sich im selben Zeitraum von 42,4 auf 44,8 ha je Betrieb. Steigerungen zeigen sich auch in der Tierhaltung, von 20 Rindern vor 20 Jahren auf aktuell 32 Rinder pro Betrieb und bei Schweinen erhöhte sich der durchschnittliche Bestand von 35 auf 109 Tiere. In der Schaf- und Ziegenhaltung machte der Durchschnitt 29 bzw. 11 Stück je Betrieb aus. (BMLRT, 2020).

Abbildung 24: Zusammensetzung der landwirtschaftlichen Produktion im Jahr 2019

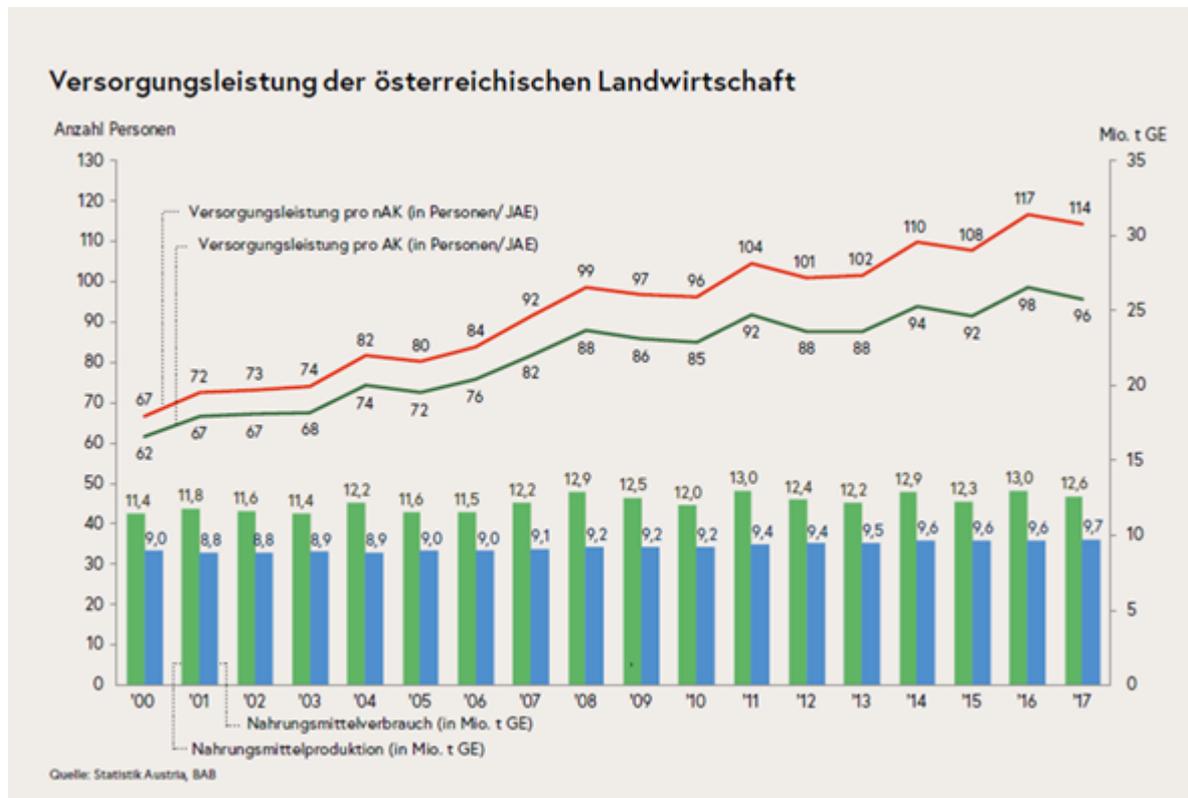


Quelle: BMLRT, 2020

Die Versorgungsleistung der österreichischen Landwirtschaft mit Nahrungsmitteln, zeigt seit 2000 einen steigenden Trend, siehe Abbildung 25. 2017 wurden bezogen auf nicht entlohnte Arbeitskräfte in Jahresarbeitseinheiten 114 Personen versorgt, 2000 waren das 67 Personen. Der Selbstversorgungsgrad 2018/19 bei pflanzlichen Produkten reicht, wie aus Abbildung 26 ersichtlich, von 54 % bei Gemüse, über 59 % bei Obst, bis hin zu 83 % bei Erdäpfeln, 94 % bei Äpfeln und über 100 % bei Bier und Wein. Bei tierischen Produkten wird bei Käse 113 %, bei Fleisch 109 %, bei Eiern 86 % und bei Butter 69 % Selbstversorgungsgrad erreicht.

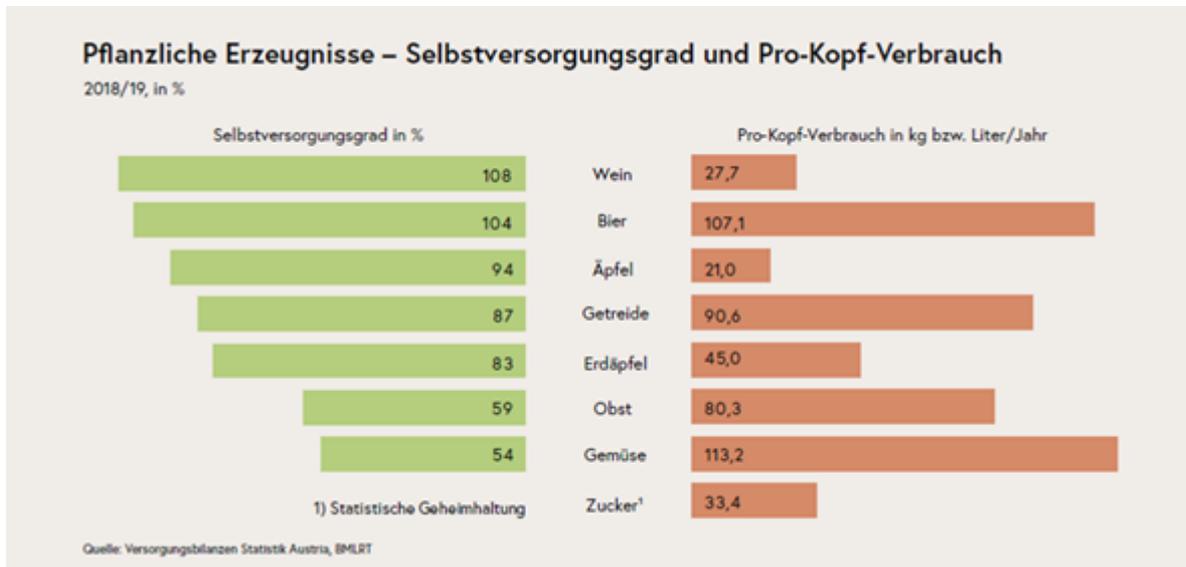
Mit den potentiell für Bewässerung wesentlichen pflanzlichen Produktionsbereichen Gemüse- und Gartenbau, Obst, Wein und Erdäpfel werden mit 1.593 Mio. Euro 21 % der Produktionsleistung der Landwirtschaft generiert, siehe Abbildung 24. Durch die tierische Produktion werden 48 % (3.598 Mio. €) der gesamten landwirtschaftlichen Produktionsleistung erzeugt.

Abbildung 25: Versorgungsleistung der österreichischen Landwirtschaft



Quelle: BMLRT, 2020

Abbildung 26: Selbstversorgungsgrad und Pro-Kopf-Verbrauch für pflanzliche Erzeugnisse für 2018/19 in Österreich



Quelle: BMLRT, 2020

Der Wasserbedarf für die Landwirtschaft, der nicht direkt aus dem Niederschlag oder der Bodenfeuchte genutzt wird, setzt sich im Wesentlichen aus jenem für die landwirtschaftliche Bewässerung inklusive der Frostschutzberegnung und dem Wasserbedarf für die Viehtränke zusammen. Für den gesamten Bereich der Land- und Forstwirtschaft sind ergänzend der Wasserbedarf für temporäre Nasslagerplätze in der Forstwirtschaft und für die Fischzucht anzuführen, die aber aufgrund ihrer großteils geringen Relevanz in Bezug auf die Grundwassernutzung nicht im Detail dargestellt werden.

4.4.3.1 Landwirtschaftliche Bewässerung

Der Wasserbedarf für die Pflanzen ist im Wesentlichen vom Klima bzw. dem aktuellen Wetter, den Bodeneigenschaften und der Pflanzenart und ihrem Entwicklungsstadium abhängig.

Der überwiegende Teil (46 %) der landwirtschaftlich genutzten Flächen (Basis: Invekosdaten) liegt in Gebieten, die im langjährigen Durchschnitt 1998–2017 von März–September eine positive klimatische Wasserbilanz (Niederschlag abzüglich potentieller Evapotranspiration) aufweisen. Von den Flächen bewässerungswürdiger Kulturen sind es lediglich 14 %.

Eine Bewässerung ist grundsätzlich notwendig, wenn die Wasserreserven im Wurzelraum für eine optimale Versorgung der Pflanze nicht mehr ausreichen. Die Pflanze ist bewässerungsbedürftig. In Abhängigkeit von den wirtschaftlichen Erträgen ergibt sich die Bewässerungswürdigkeit der jeweiligen Fruchtarten (ÖWAV, RB 407 2016a). „In Bezug auf Bewässerung ist darauf zu achten, dass die aufgebrachte Wassermenge an die pflanzennutzbare Wasserkapazität des Bodens in Abhängigkeit von Wurzeltiefe und Mächtigkeit des Bodens angepasst wird, da es sonst zu Versickerungsverlusten und Auswaschung von Nährstoffen ins Grundwasser kommen kann. ... Darüberhinaus sollte die Wasseraufnahmefähigkeit (Infiltrationsrate) des Bodens berücksichtigt werden“ (ÖWAV, RB 407 2016a).

Bewässerung hat in einigen Regionen Österreichs bereits lange Tradition, vor allem die Waal-Bewässerung in den inneralpinen Trockengebieten Österreichs. Die Flurbewässerung mittels Berieselungsanlagen kann im Oberen Inntal viele Jahrhunderte zurückverfolgt werden, wie z. B. in der Wasserrodordnung von Kauns aus dem Jahr 1553 (Schmid, 2001). Die intensive Infrastruktur solcher Anlagen ist in Abbildung 27 beispielhaft für den Kaunerberghang dargestellt.

Von 1946 bis 1993 kann auf regelmäßige Aufzeichnungen zu bewässerten Flächen (aufgrund von Bundesförderungen) zurückgegriffen werden. Insgesamt waren 1993 81.349 ha an bewässerten Flächen verzeichnet (und 194.491 ha entwässerte Fläche). Die Statistikdaten der Agrarstrukturerhebung aus dem Jahr 1995 belegen bereits 96.000 ha bewässerbare Flächen, wovon 45.000 ha bewässert sind. Mehr als 90 % dieser Flächen liegen in den nordöstlichen Tieflandgebieten von Niederösterreich, Wien und Burgenland. Die eingesetzte Bewässerungsmenge wird mit 53 Mio. m³ angegeben, was einem durchschnittlichen Wassereinsatz von 1.178 m³/ha bzw. 118 mm entspricht (Vortrag D. Pleschko, 2008). Seit 1993 werden keine jährlichen Informationen zur landwirtschaftlichen Bewässerung insbesondere zu Bewässerungsmengen erhoben.

Abbildung 27: Bewässerungsanlagen am Kaunerberghang



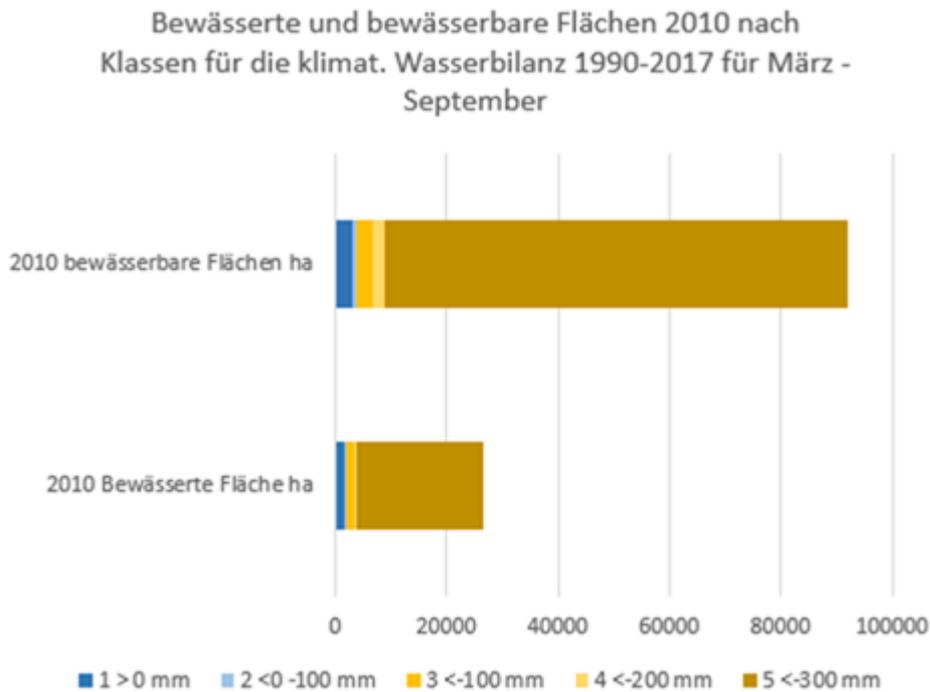
Quelle: Schmid, 2001

In Österreich wird durchschnittlich nur ein geringer Anteil von 1,4 % (bezogen auf die Ergebnisse der ASE 2016) der landwirtschaftlich genutzten Flächen bewässert, dieser konzentriert sich aber im niederschlagsarmen Osten des Bundesgebietes, wie in Abbildung 29 mit der Ausweisung der bewässerbaren Flächen ersichtlich ist. Der Großteil dieser Flächen deckt sich mit den ertragsstarken Ackerböden (Abbildung 30), die basierend auf der Finanzbodenschätzung ausgewiesen wurden und sich im nordöstlichen Niederösterreich befinden bzw. in Oberösterreich entlang von Donau, Enns und Traun erstrecken (Haslmayr et. al., 2018).

Die vier Grundwasserkörper Marchfeld [DUJ] (42 %), Seewinkel [LRR], Südl. Wiener Becken [DUJ], Weinviertel [MAR] nehmen ca. 5 % der Landesfläche ein, stellen aber bereits mehr als 75 % der bewässerbaren Fläche dar (beruhend auf Ergebnissen der ASE 2010). Nur insgesamt neun GWK (Tullnerfeld [DUJ], Parndorfer Platte [LRR], Heideboden [DUJ], Südl. Wiener Becken-Ostrand [LRR], Böhmisches Masse [DUJ]) umfassen auf 15 % der Landesfläche 90 % der bewässerbaren Fläche. 91 % der im Rahmen der ASE 2010 gemeldeten bewässerbaren Flächen weisen im langjährigen Durchschnitt 1990–2017 eine klimatische

Wasserbilanz in der Periode März-September von weniger als -300 mm auf, siehe Abbildung 28.

Abbildung 28: Verteilung der bewässerten und der bewässerbaren Flächen der ASE 2010 nach klimatischer Wasserbilanz für die Klimaperiode 1998–2017 und den Zeitraum März bis September



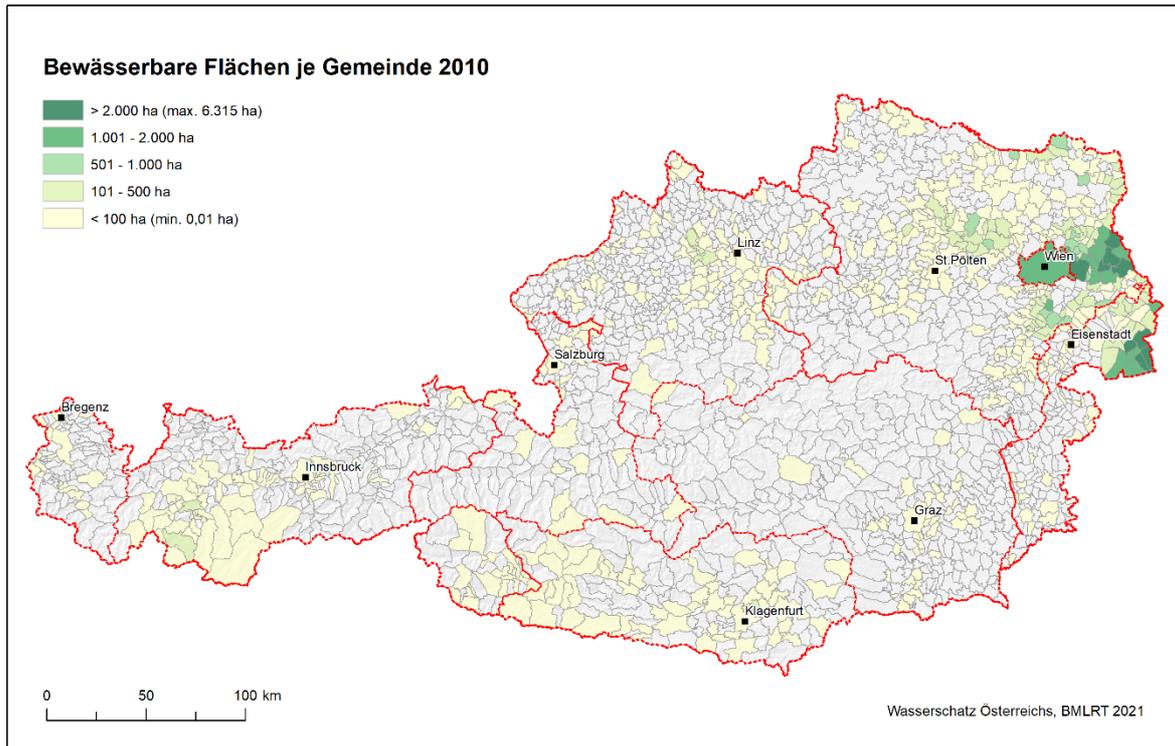
Quelle: ASE 2010, Umweltbundesamt

Die erhobenen 18 Mio. m³ Bewässerungsmengen im sehr feuchten Erhebungsjahr 2010 (Statistik Austria, 2013) und die abgeschätzten durchschnittlichen Bewässerungsmengen von rund 69 Mio. m³ (NGP 2021) scheinen im Vergleich zu anderen Ländern mit ähnlichen Bedingungen eher gering. Für die Schweiz wird beispielsweise eine Bewässerungsmenge von 144 Mio. m³ für eine Fläche von 55.000 ha (Führer, 2010) abgeschätzt.

Die jährliche Wettersituation in den jeweiligen Erhebungsjahren zeigt direkte Auswirkungen auf die erhobene Datengrundlage. Aus dem Vorliegen einer geringen Anzahl an Datensätzen zu tatsächlichen Bewässerungsmengen in wenigen Bewässerungsgebieten lässt sich eine Bandbreite bis zum Achtfachen des minimalen Bewässerungseinsatzes ablesen. Umgelegt auf die im niederschlagsreichen Jahr 2010 erhobenen

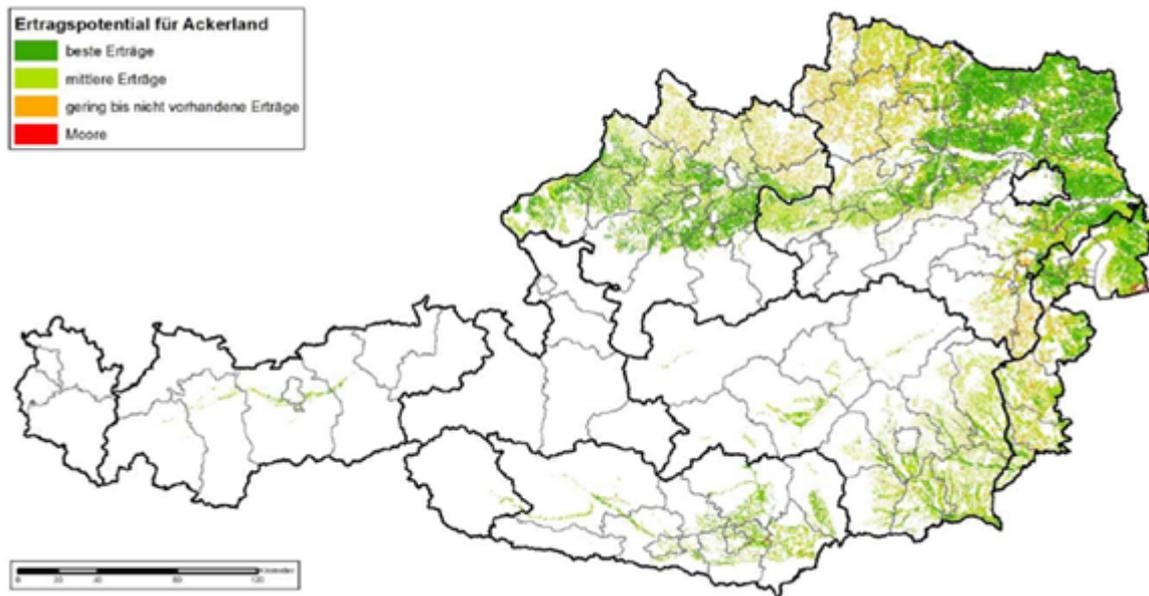
Bewässerungsmengen würde das für ganz Österreich eine Bewässerungsmenge von rund 144 Mio. m³ in einem trockenen Jahr bedeuten.

Abbildung 29: Darstellung der bewässerbaren Flächen basierend auf den letzten bundesweit verfügbaren Ergebnissen zu Bewässerungsmengen und -flächen der ASE 2010



Quelle: ASE 2010, Umweltbundesamt

Abbildung 30: Darstellung der Ertragspotentiale der Böden des österreichischen Ackerlandes ermittelt aus den Daten der Finanzbodenschätzung

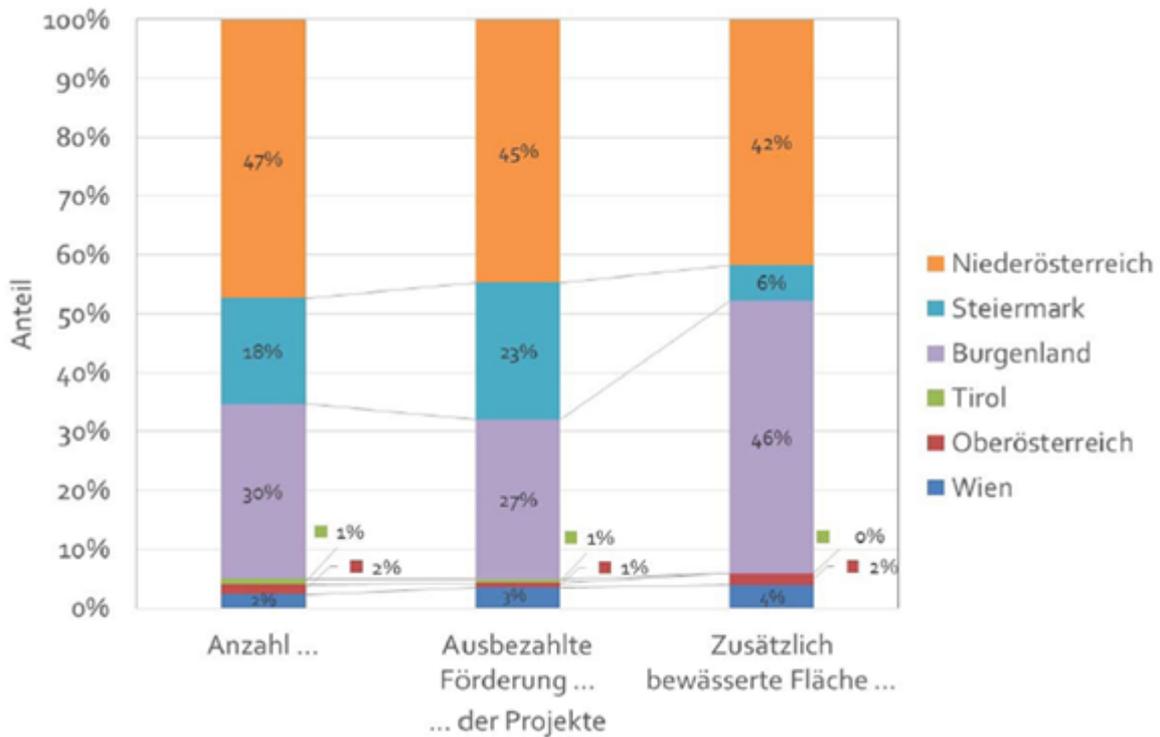


Quelle: BEAT Haslmayr et al., 2018

Die Stichprobenerhebung der ASE 2013 zeigt seit 2010 einen deutlichen Zuwachs an bewässerbaren Flächen von 30 %, siehe Abbildung 33, was die Anfragen zu Bewässerungsbewilligungen bei den zuständigen Bezirksbehörden, vor allem nach den Trockenperioden der vergangenen Jahre widerspiegelt. Der Rückgang an bewässerbaren Flächen zum Jahr 2016 ist durch das Fehlen aufrechter Bewässerungsbewilligung zum Zeitpunkt der Befragung erklärbar. Der Anteil an den bewässerbaren Flächen, der tatsächlich bewässert wurde, nahm in Abhängigkeit der jeweiligen Witterung von 29 % im Jahr 2010 auf rund 43 % im Jahr 2013 zu und betrug 2016 rund 38 %.

Investitionen in landwirtschaftliche Bewässerung sowohl Infrastruktur als auch ergänzende Maßnahmen wie Weiterbildung werden maßgeblich vom Bund, von den Bundesländern, von der EU und von der Landwirtschaftskammer gefördert. Der Evaluierungsbericht für Maßnahmen im Rahmen der Ländlichen Entwicklung 2014–2020 (2. Säule der GAP) zeigt, dass bis Ende 2018 ca. 9,4 Mio € investiert wurden (Handler, 2019). 6,6 Mio € flossen in überbetriebliche Maßnahmen und 2,8 Mio € wurden in 431 Projekte einzelbetrieblicher Maßnahmen mit 3.300 neu bewässerter Fläche investiert. Bezüglich Aufteilung nach Bundesländern ist aus Abbildung 31 ersichtlich, dass 88% der neu bewässerten Flächen (2.900 ha) im Burgenland und Niederösterreich liegen.

Abbildung 31: Verteilung der Projekte, ausbezahlten Förderung und zusätzlich bewässerte Fläche auf die Bundesländer



Quelle: Handler, 2019

Die Projekte mit Investitionen in überbetriebliche Infrastruktur und einer Umstellung auf effizientere Wassernutzung liegen im Nordöstlichen Flach- und Hügelland in Niederösterreich und umfassen eine Fläche von ca. 5.000 ha. Einerseits kam es zu einer Reduktion der ausgebrachten Wassermengen, andererseits wurden vermehrt Kulturen mit höherer Wertschöpfung (Standardoutput) und teilweise auch höherem Wasserbedarf bewässert. Dadurch wurden die durch technische Effizienz und verbessertes Management erzielten Wassereinsparungen teilweise wieder kompensiert, der sogenannte Rebound Effekt. Die dadurch möglicherweise bedingte Zunahme des Wasserbedarfs sollte in Zukunft bei der Fördervergabe berücksichtigt werden. Der Evaluierungsbericht zeigt, dass ein Großteil der geplanten Investitionssummen noch nicht umgesetzt worden ist.

Datengrundlagen

Agrarstrukturerhebungsdaten 2010, 2013 und 2016: Die Erhebungsdaten aus dem Jahr 2010 stellen die letzte umfassende und bundesweite Datengrundlage zu bewässerten und bewässerbaren Flächen, zu bewässerten Fruchtarten und Bewässerungsmengen dar. Die

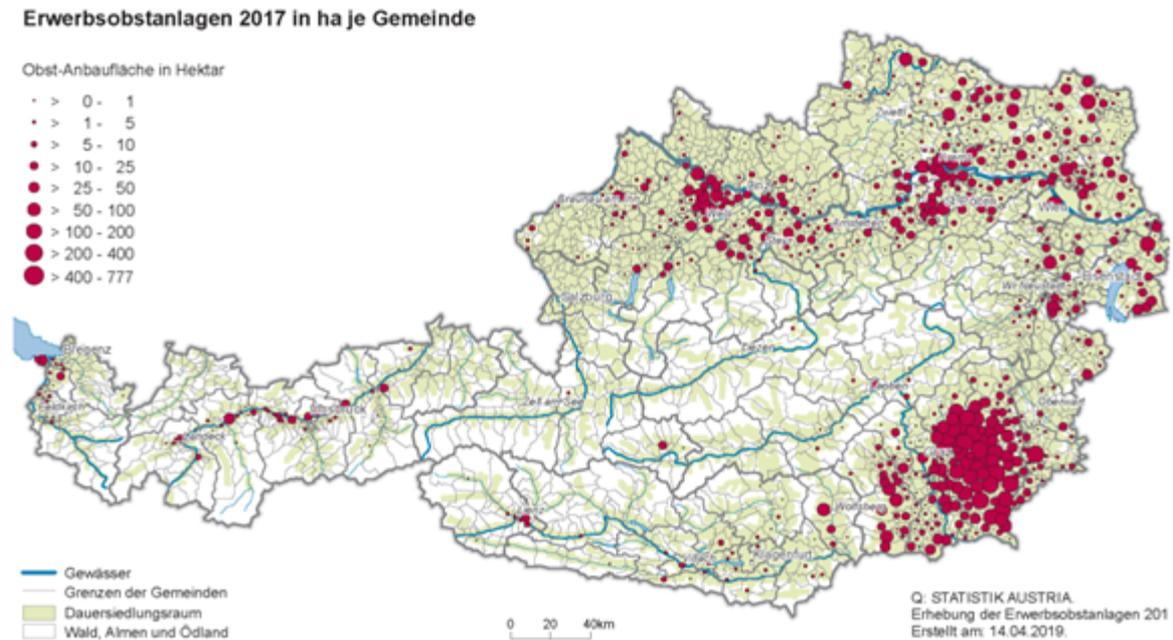
ASE Stichprobenerhebungen 2013 und 2016 enthalten Angaben zu bewässerten und bewässerbaren Flächen auf Bundeslandebene.

Invekosdaten L061 Bewässerung: Der Datensatz umfasst modellierte Daten zu bewässerten Flächen und Bewässerungsbedarf auf Schlägebene für die Jahre 2007 bis 2009. Ergänzend zu den Fruchtarten und deren Bewässerungswürdigkeit wurden in die Modellierung neben den Wetterbedingungen der genannten Jahre weitere naturräumliche Gegebenheiten wie Hangneigung, nutzbare Feldkapazität usw. miteinbezogen.

Invekosdaten L037 Schlagnutzung im Jahr: Der Datensatz umfasst die landwirtschaftliche Schlagnutzung nach Kulturarten für einzelne Jahre ergänzt um Betriebsnummer und weitere administrative Angaben.

Erhebung der Erwerbsobstanlagen 2017: Der alle fünf Jahre erhobene Datensatz umfasst neben Flächenausmaß und Sortenzusammensetzung von bestimmten Obstkulturen erstmals auch Angaben zu bewässerbaren Obstflächen und Gründe für Nichtbewässerung. Insgesamt wurden 15.700 ha Obstfläche, 23 % davon bewässerbar (3.638 ha), von 3.909 Betrieben erfasst. 49 % der Obstflächen entfielen auf Äpfel. Fast zwei Drittel der Obstfläche (64 %) entfielen auf die Steiermark, wo auch über die Hälfte (51 %) der Betriebe lokalisiert waren. Niederösterreich folgte mit 18 % der Kulturfläche und 28 % der Betriebe. Die Verteilung der Erwerbsobstanlagenflächen ist in Abbildung 32 dargestellt. (Statistik Austria, 2019). Als Grund für die Nichtbewässerung wurde mangelnde Wasserverfügbarkeit von 903 Hauptbetrieben für eine Fläche von 3.900 ha genannt, mit rund 80 % der Fläche stellt dies vor allem in der Steiermark eine Herausforderung dar.

Abbildung 32: Erwerbsobstanlagen 2017 in ha je Gemeinde



Quelle: Statistik Austria, 2019: Erhebung der Erwerbsobstanlagen 2017.

Feldgemüseanbauerhebung 2015

Im Jahr 2010 nahm der Anbau von Gemüse im Freiland (Feldanbau) einschließlich Erdbeeren den größten Anteil der bewässerten Flächen ein, rund 26,5 % bzw. 7.030 ha. Daher wird der Datensatz der Feldgemüseanbauerhebung als Ergänzung zu den Invekosdatensätzen in die Auswertungen miteinbezogen. Die alle fünf Jahre durchgeführte Feldgemüseanbauerhebung 2015 der Statistik Austria (Statistik Austria, 2016) zeigt im Vergleich zu 2010 zwar eine Abnahme der Betriebe um 4,7 % auf 1870, jedoch eine Zunahme der Fläche um 22,7 % auf 13.995 ha. Die größten Flächenzuwächse weisen Niederösterreich, Steiermark und Oberösterreich auf. Mehr als die Hälfte der Feldgemüseanbauflächen liegt in Niederösterreich, gefolgt von Oberösterreich und dem Burgenland. 792 Betriebe (42 % der gesamten Betriebe), das sind rund 21 % mehr als 2010, mit fünf und mehr Hektar, nehmen rund 86 % der gesamten Anbaufläche ein und unterstreichen den Trend zu immer größeren Anbauflächen.

Abbildung 33: ASE Ergebnisse zu Bewässerung 2010, 2013 und 2016 (Flächenangaben in Hektar)

Strukturmerkmale	2010				2013				2016			
	Bew ässerbare Fläche		Bew ässerte Fläche		Bew ässerbare Fläche		Bew ässerte Fläche		Bew ässerbare Fläche		Bew ässerte Fläche	
	Betriebe	Fläche	Betriebe	Fläche	Betriebe	Fläche	Betriebe	Fläche	Betriebe	Fläche	Betriebe	Fläche
Bundesländer												
Burgenland	915	22.977	437	7.239	1.185	26.637	907	13.738	890	22.610	527	10.119
Kärnten	122	639	75	133	261	1.252	158	206	251	1.352	74	79
Niederösterreich	2.195	60.700	1.249	15.264	3.228	80.772	2.503	32.242	2.546	63.575	1.550	23.466
Oberösterreich	233	1.551	150	395	420	2.167	311	742	701	2.645	299	697
Salzburg	40	128	31	46	63	194	57	100	82	386	57	68
Steiermark	395	1.970	309	1.135	956	3.660	698	1.979	910	3.491	644	1.344
Tirol	562	1.971	452	1.399	837	2.889	654	1.896	830	2.952	511	1.319
Vorarlberg	44	70	33	40	58	79	56	49	142	569	109	125
Wien	198	1.991	181	830	291	2.207	265	1.174	259	2.178	233	976
Österreich	4.704	91.998	2.917	26.481	7.300	119.857	5.609	52.126	6.610	99.757	4.005	38.193
Betriebsformen												
Forstbetriebe	113	1.143	52	95	213	857	89	259	287	1.336	90	115
Gartenbaubetriebe	618	2.342	587	1.032	1.090	3.141	1.000	2.390	1.162	3.978	1.150	2.613
Marktfruchtbetriebe	1.643	66.915	1.068	19.017	2.429	89.391	1.861	37.580	1.812	71.678	1.206	28.127
Dauerkulturbetriebe	1.408	8.672	619	2.485	1.757	8.615	1.439	4.979	1.900	9.007	996	3.923
Futterbaubetriebe	480	2.594	314	1.129	986	3.879	674	1.864	885	4.658	275	993
Veredelungsbetriebe	60	1.007	34	282	105	1.067	63	285	81	1.014	27	116
Landw. Gemischtbetriebe	377	9.289	240	2.432	720	12.900	483	4.768	484	8.070	260	2.305
Agrargemeinschaften	3	22	3	9	1	6	-	-	1	15	1	2
Nicht klassifizierte Betriebe	2	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

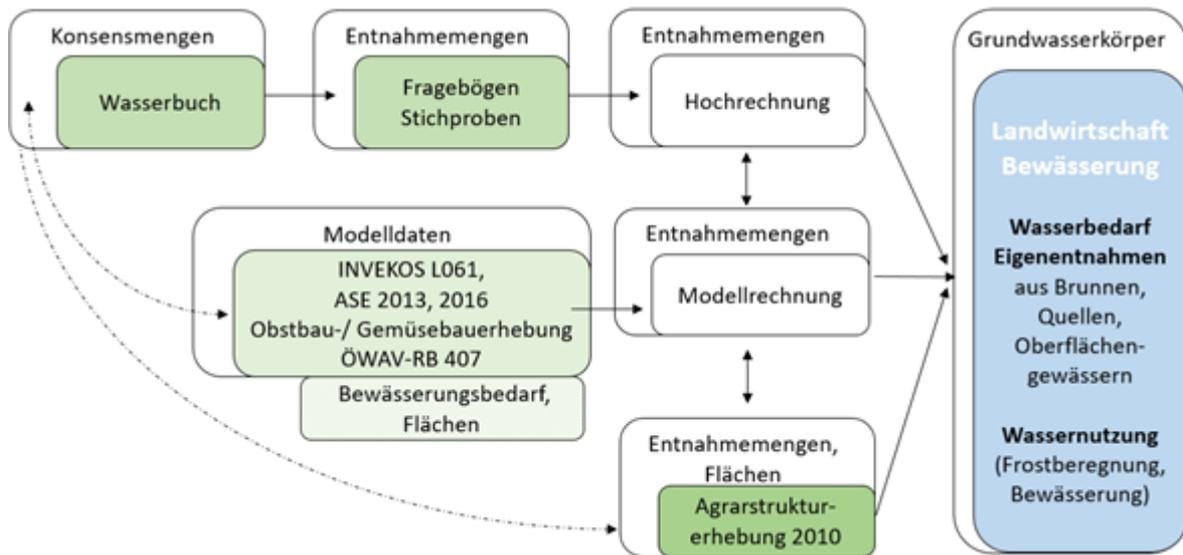
Q: STATISTIK AUSTRIA, Agrarstrukturerhebung. - Rundungsdifferenzen technisch bedingt.

Quelle: Statistik Austria, 2018

Methode

Die Vorgangsweise für die Ermittlung des Wasserbedarfs für die landwirtschaftliche Bewässerung aus Eigenförderung beruht auf drei Pfaden, siehe Abbildung 34. Um die unzureichende Datenlage zu tatsächlichen Bewässerungsmengen zu verbessern, erfolgte basierend auf den Bewässerungsbewilligungen in den Wasserbüchern der Bundesländer die Erhebung von tatsächlichen Bewässerungsmengen bundeslandweise anhand einer geschichteten Stichprobe landwirtschaftlicher Betriebe für die Zeitreihe 2003, 2014–2019, siehe Kapitel 4.4.2. Hauptschichtungsmerkmal waren die erwarteten Größenordnungen von (Grund-)Wasserentnahmen auf Basis der im Wasserbuch dargestellten Konsensmengen. Basierend auf zusätzlichen Kriterien wie der Zugehörigkeit zu einer Klimaregion, einem Grundwasserkörper, einer Betriebsgrößenkategorie und Kennzahlen zu Fruchtarten und Bewässerungsbedürftigkeit soll die Hochrechnung der landwirtschaftlichen Eigenentnahmen aus dem Grundwasser für alle Grundwasserkörper erfolgen. Leider war die Rücklaufquote von 13 % sowie auch die Vollständigkeit der übermittelten Daten sehr gering.

Abbildung 34: Vorgangsweise zur Ermittlung der landwirtschaftlichen Bewässerungsmengen



Da die Rücklaufquote der Erhebung der geschichteten Stichprobe zu gering war, um eine Hochrechnung der Entnahmemengen für die Bewässerung auf Grundlage von tatsächlichen Entnahmedaten durchzuführen, wurde der Wasserbedarf für die landwirtschaftliche Bewässerung basierend auf der im NGP 2015 eingesetzten Aktualisierungsmethode unter Einbindung der Expertise von Vertreterinnen und Vertretern der Landwirtschaftskammern der Bundesländer ermittelt. Als Grundlagendaten für die bewässerten Flächen wurden die auf Bundeslandebene vorliegenden Ergebnisse der Stichprobenerhebung der Agrarstruktur-erhebung für 2013 und für 2016 herangezogen. Für den Bewässerungsbedarf wurden die Informationen aus dem INVEKOS Datensatz „L061 Bewässerung“ verwendet. Als Grundlage für die Ermittlung des Wasserbedarfs für die Frostberegnung wurden die bewässerbaren Obstbauflächen der Erhebung der Erwerbsobstanlagen 2017 herangezogen.

Folgende Berechnungsschritte wurden durchgeführt:

- Extrapolation der aus der Agrarstruktur-erhebung 2010 auf Katastralgemeindeebene vorliegenden bewässerten und bewässerbaren Flächen auf jene auf Bundeslandebene vorliegenden Angaben zu bewässerten und bewässerbaren Flächen für 2013 und 2016. Die Extrapolation wurde unter der Annahme getätigt, dass die bewässerten Flächen innerhalb eines Bundeslandes ähnliche Entwicklungen zeigen.

- Ermittlung des schlagbezogenen Bewässerungsbedarfes aus dem INVEKOS Datensatz. Diese Daten liegen für die Jahre 2007, 2008 und 2009 vor.
- Ermittlung des durchschnittlichen INVEKOS Bewässerungsbedarfes/ha/a auf Ebene der Katastralgemeinde bzw. Gemeinde, Mittelwert 2007–2009.
- Ermittlung des Bewässerungsbedarfes je Katastralgemeinde (Produkt aus durchschnittlichem Bewässerungsbedarf/ha/a und durchschnittlicher Bewässerungsfläche auf Ebene der Katastralgemeinde).
- Ermittlung des Bedarfes für Bewässerungszwecke je Grundwasserkörper (anteilige Zuordnung des Bewässerungsbedarfs auf Ebene der Katastralgemeinden zu den Grundwasserkörpern, bei jenen Gruppen von Grundwasserkörpern, die als Leitertyp entweder „vorwiegend Kluftgrundwasserleiter“ oder „vorwiegend Karstgrundwasserleiter“ aufweisen werden diese Entnahmen nicht den Brunnenentnahmen zugerechnet. Ergänzend dazu wurde diese systematische Ressourcenzuordnung bei Vorliegen von weiteren detaillierten Informationen adaptiert.
- Ermittlung des Wasserbedarfs für die Frostberegnung für die bewässerbaren Kernobstflächen je Grundwasserkörper unter der Annahme von durchschnittlich drei Frosttagen im Jahr.
- Summierung des Wasserbedarfs für Bewässerungszwecke und für Frostberegnung auf Ebene der Grundwasserkörper.
- Ermittlung der bewässerten Flächen je Grundwasserkörper (Summe der bewässerten Flächen aller Katastralgemeinden, die innerhalb der Grenzen eines Grundwasserkörpers liegen).

Die Ergebnisse wurden mit den erhobenen tatsächlichen Bewässerungsdaten aus der Stichprobenerhebung plausibilisiert. Dabei zeigt sich eine große Bandbreite der Bewässerungsmengen in den einzelnen Bewässerungsregionen. Bei Vorliegen mehrjähriger Datenreihen ist vor allem für die letzten Jahre eine Vervielfachung der Bewässerungsmengen zu erkennen. Der Abgleich mit den in den digitalen Wasserbüchern erfassten Bewässerungsanlagen gibt in einigen Bewässerungsregionen eine nachvollziehbare Abdeckung bezüglich bewässerter Flächen und Mengen. In einigen Regionen ist eine Vielzahl von Wasserbucheinträgen zur Bewässerung verzeichnet, was sich nicht in weiteren Datengrundlagen widerspiegelt.

Methodische Herausforderungen

Als wesentliche Datengrundlagen dienen Invekosdaten und die Ergebnisse der auf europäischen Richtlinien beruhenden Agrarstrukturerhebung (ASE), die eine Auskunftspflicht bedingt. Im Jahr 2010, einem relativ feuchten Jahr wurde die letzte bundesweite ASE, mit relevanten Angaben zur landwirtschaftlichen Bewässerung und vor allem zu Bewässerungsmengen durchgeführt. Die Wetterbedingungen spiegeln sich im geringen Bewässerungsausmaß und -mengen wider. Für die Stichprobenerhebungen 2013 und 2016 liegen nur auf Bundeslandebene Ergebnisse zu bewässerten und bewässerbaren Flächen, aber keine Bewässerungsmengen, vor, siehe Abbildung 33. Diese Angaben wurden unabhängig von etwaigen unterschiedlichen Entwicklungen jeweils für das gesamte Bundesland ohne regionale Differenzierung gleichmäßig extrapoliert. Im Jahr 2020 wurde erneut eine Vollerhebung³ aller land- und forstwirtschaftlichen Betriebe, die zumindest eine der Erhebungsschwellen erfüllen durchgeführt. Im Erhebungsumfang wird laut Verordnung Information zu bewässerbaren Flächen abgefragt. Die Ergebnisse der ASE werden Ende März 2022 an Eurostat übermittelt und frühestens im 2. Quartal 2022 veröffentlicht werden. Daher konnten im aktuellen Projekt keine Plausibilitätsprüfungen mit den aktuellsten ASE Daten durchgeführt werden.

Eine weitere Plausibilisierung der Daten erfolgte anhand des Abgleichs der Anzahl der Betriebe mit Bewässerung auf Bundesebene. Dafür wurden einerseits die Daten der ASE herangezogen, andererseits die Betriebe, die im Rahmen des AMA-Mehrfachantrages Angaben zum Vorliegen einer Bewässerungsbewilligung machen und die Anzahl der Einträge in den digitalen Wasserbüchern der Bundesländer, siehe Tabelle 9. Ein Teil der Differenzen ist darin begründet, dass nicht alle Betriebe dem landwirtschaftlichen Förderwesen unterliegen. Weiters liegen den Datenbeständen unterschiedliche Erhebungskriterien zugrunde. So umfassen die Einträge im Wasserbuch jegliche Bewässerung, nicht nur jene für landwirtschaftliche Zwecke.

³ Verordnung (EU) 2018/1091 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Juli 2018 über integrierte Statistiken zu landwirtschaftlichen Betrieben und zur Aufhebung der Verordnungen (EG) Nr. 1166/2008 und (EU) Nr. 1337/2011 (IFS Rahmenverordnung).

Durchführungsverordnung (EU) 2018/1874 der Kommission vom 29. November 2018 zu den für 2020 gemäß der Verordnung (EU) 2018/1091 des Europäischen Parlaments und des Rates über integrierte Statistiken zu landwirtschaftlichen Betrieben und zur Aufhebung der Verordnungen (EG) Nr. 1166/2008 und (EU) Nr. 1337/2011 hinsichtlich der Liste der Variablen und ihrer Beschreibung zu liefernden Daten.

Tabelle 9: Vergleich Anzahl der Betriebe mit Bewässerung bzw. Bewässerungsanlagen aus unterschiedlichen Datenquellen

Quelle	2010	2013	2016	2017	2018	2019	Ohne Jahresangabe
ASE Anzahl Betriebe mit bewässerbarer Fläche	4.704	7.300	6.610				
ASE Anzahl Betriebe mit bewässerter Fläche	2.917	5.609	4.005				
AMA Betriebe mit Bewässerungsbewilligung		3.366	3.216	3.312	3.343	3.424	
Obstbaubetriebe mit bewässerbarer Obstfläche				971			
Wasserbucheinträge Bewässerung insgesamt (nicht nur landwirtschaftlich)							Rund 10.400

Quelle: ASE 2010, 2013, 2016; AMA-Mehrfachantrag; Obstbauerhebung 2017; digitale Wasserbücher der Bundesländer (GBA, 2018); Umweltbundesamt

Eine wesentliche Herausforderung in der Ermittlung der Bewässerungsmengen stellt die Bandbreite des spezifischen Bewässerungsbedarfes und der daraus resultierenden Bewässerungsmengen dar. Die in geringer Anzahl vorliegenden tatsächlichen Entnahmedaten und vor allem das Fehlen von langjährigen Zeitreihen in den jeweiligen Bewässerungsregionen reichen nicht für eine Extrapolation auf die Gesamtheit des Bewässerungsbedarfes. Daher ist es notwendig auf Kennzahlen und Annahmen zurückzugreifen.

Die Zuordnung der Wassermengen zur jeweiligen Wasserressource (Brunnen, Quelle, Oberflächengewässer) erfolgt basierend auf dem im Methodenpapier (BMLFUW, 2004) angeführten Ansatz, dass in Porengrundwassergebieten und vorwiegenden Porengrundwassergebieten die Entnahmen aus Brunnen erfolgen. In den restlichen Regionen wird angenommen, dass das Wasser aus Quellen und Oberflächengewässern stammt. Nur für wenige Regionen konnte mit Unterstützung der Expertinnen und Experten der Bundesländer eine genauere Zuordnung der Bewässerungsmengen zur jeweiligen Ressourcenart durchgeführt werden.

4.4.3.2 Wasserbedarf Viehhaltung

Für die Ermittlung des Wasserbedarfs für die Viehhaltung wurden die im folgenden angeführten Datengrundlagen herangezogen.

Datengrundlagen

Es sind keine Erhebungen von Wassermengen, die für die Viehhaltung benötigt werden bekannt.

Invekos Datenpool – L005 Tierliste: Angaben aus den Invekos-Mehrfachanträgen zu den Tierzahlen für alle Tierkategorien für die Jahre 2012 bis 2018 auf Betriebsebene.

Invekos Datenpool – L013a Almaftriebsliste und L013b Weiden. Angaben aus den Invekos-Mehrfachanträgen zu den Tierzahlen für die relevanten Tierkategorien für die Jahre 2012 bis 2018 auf Betriebsebene.

Invekos Datenpool – L048 Rinderdaten: Angaben zu den rinderhaltenden Betrieben

Veterinärinformationssystem (VIS): In der Jahrerhebung werden Daten der AMA Tierliste (Teil des AMA-Mehrfachantrages) mit Daten, die direkt bei Tierhaltern, die keinen AMA-Mehrfachantrag stellen erhoben zusammengeführt und verarbeitet. Geflügel- und Pferdebestände sind nicht vollständig erfasst.

EDM (Elektronisches Datenmanagement Portal) – Intensivtierhaltungsbetriebe: Im EDM-Portal sind unter „Umweltinspektionsprogramme“⁴ die IPPC/IED Anlagen, darunter Anlagen zur Tierhaltung, bundeslandweise erfasst. Folgende Kriterien gelten gemäß Industrieemissionsrichtlinie Anhang I 6.6: Intensivhaltung oder Aufzucht von Geflügel oder Schweinen

- 6.6a mit mehr als 40.000 Plätzen für Geflügel,
- 6.6b mit mehr als 2.000 Plätzen für Mastschweine (Schweine über 30 kg) oder
- 6.6c mit mehr als 750 Plätzen für Säue.

⁴ https://secure.umweltbundesamt.at/edm_portal/cms.do?get=/portal/informationen/ie-richtlinie-und-ippc-anlagen/Programme-L-nder.main

Mit Stand 11.11.2020 waren 44 dieser Anlagen erfasst, siehe Tabelle 10. Die Umweltspektionsprogramme und zugehörigen Berichte enthielten keine Information zu eingesetzten Wassermengen.

Tabelle 10: In EDM erfasste Intensivtierhaltungsanlagen, Stand 11.11.2020

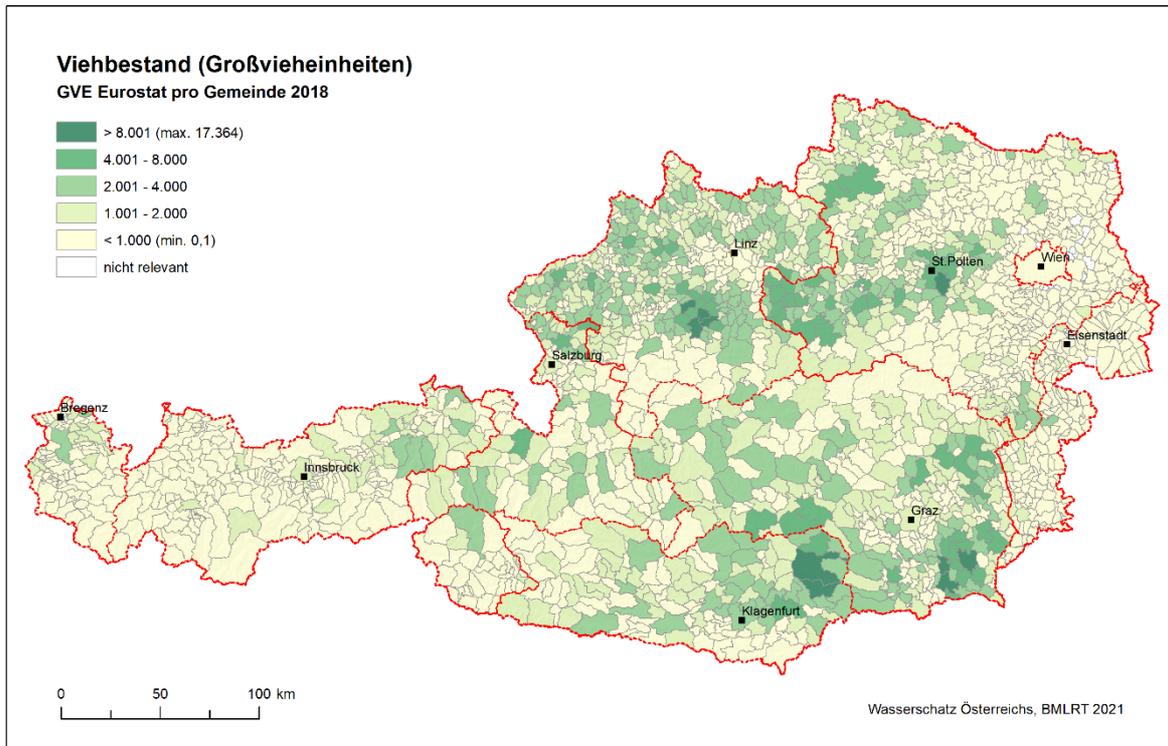
	Anzahl gesamt	Geflügel	Schweine/Säue
Burgenland	1		1
Kärnten	8	8	
Niederösterreich	28	21	7
Oberösterreich	2	2	
Steiermark	5	5	
Gesamt	44	36	8

Quelle: EDM

Methode

Basierend auf den in Invekos L05 und L048 und im Veterinärinformationssystem (VIS) erhobenen Informationen wurde der Viehbestand auf Gemeindeebene ermittelt. Die regionale Verteilung des Viehbestandes ist, wie in Abbildung 35 dargestellt, sehr unterschiedlich. Die Ermittlung des Wasserbedarfes für die Viehhaltung erfolgt mittels Kennzahlen. Ausgegangen wird von 75 l/d je GVE für Rinder und 50 l/d je GVE für die restlichen Tierarten. Die Kennzahlen stützen sich auf Angaben aus dem Methodenpapier zum NGP (BMLFUW, 2004). Die ergänzende Stichprobenerhebung tatsächlicher Wasserbedarfsdaten für Vieh zu Plausibilisierungszwecken führte nur zu einer vollständig beantworteten Rückmeldung.

Abbildung 35: Viehbestand in Großvieheinheiten (GVE Eurostat) absolut je Gemeinde, 2018



Quelle: Invekos, VIS, Umweltbundesamt

Folgende Berechnungsschritte für die Ermittlung des Wasserbedarfs für Vieh wurden durchgeführt:

- Ermittlung des Viehbestandes aus Invekos und VIS auf Gemeindeebene für die Jahre 2012 bis 2018;
- Normierung des Viehbestandes auf Eurostat Großvieheinheiten (GVE);
- Ermittlung des jährlichen Wasserbedarfs für die Viehhaltung je Gemeinde: Summe der Produkte aus dem jeweiligen Wasserbedarf für die einzelnen Vieharten und der Anzahl der GVE einer Viehart in der Gemeinde;
- Ermittlung des jährlichen Wasserbedarfs für die Viehhaltung je Grundwasserkörper: Summe des jährlichen Wasserbedarfs für die Viehhaltung aller Gemeinden, die innerhalb der Grenzen eines Grundwasserkörpers liegen;
- Ermittlung der jährlichen Entnahmemenge aus dem Grundwasser für die Viehhaltung je Grundwasserkörper. Die Entnahmemenge wird entsprechend dem Anteil der Entnahmen aus Brunnen und Quellen der Wasserversorgung der jeweiligen Wasserressource zugerechnet.

Methodische Herausforderungen

Für die Ermittlung des Wasserbedarfs für die Viehtränke wird auf verschiedene Datenquellen bezüglich der Tierzahlen zurückgegriffen. Diese weisen in ihren Erhebungen unterschiedliche Stichtage und Grundgesamtheiten auf. Eine vollständige Erhebung der Tierzahlen erfolgt alle zehn Jahre im Rahmen der Agrarstrukturerhebung. Daher sind die Viehzahlen aus den unterschiedlichen Datenquellen zu kombinieren. Die vorliegenden Ergebnisse können mit den Ergebnissen der Vollerhebung 2020 noch nicht abgeglichen werden bzw. kann die Aktualisierung der Hochrechnung von Invekos Tierzahlen auf den Gesamtbestand noch nicht durchgeführt werden, da die Daten der Agrarstrukturerhebung 2020 in der nötigen Auflösung erst 2022 vorliegen werden. Ein Abgleich mit den Informationen zu Intensivhaltungen bzw. Aufzucht entsprechend Industrieemissionsrichtlinie Anhang I 6.6 aus dem EDM ist mit den vorliegenden Datensätzen nur bedingt möglich, da deren Erfassungskriterien sehr unterschiedlich sind. Ein nicht geförderter Mastbetrieb mit weniger als 40.000 Tieren ist beispielsweise weder in EDM noch im Invekos-Datensatz L005 enthalten.

Weiters ist die Kennzahl für den spezifischen Wasserbedarf des Viehs mit unterschiedlichen Viehreferenzeinheiten angegeben und seit langem konstant. Durch die Leistungssteigerung in der Viehzucht und die zunehmenden Hitzetage werden diese Kennzahlen überarbeitet werden müssen.

Ein wesentlicher Aspekt, der der weiteren Detaillierung bedarf, ist die Annahme, dass etwa 90% und somit der Großteil des Viehs aus eigenen Brunnen und Quellen versorgt wird. Genaue Informationen dazu waren nur für ein Bundesland in einer Teilregion verfügbar. Eine weitere Annahme betrifft die Zuordnung, ob das Vieh mit Brunnen- oder Quellwasser versorgt wird. Diese wird in Anlehnung an die Verteilung der Wasserversorgung in der jeweiligen wasserwirtschaftlichen Einheit durchgeführt. Bei den Berechnungen wird davon ausgegangen, dass zwar der überwiegende aber nicht der gesamte Tierbestand damit erfasst ist und somit der Anteil des eigenversorgten Viehwasserbedarfs abgedeckt ist.

Unberücksichtigte Entnahmekomponenten

Für die Abschätzung wurde der gesamte Wasserbedarf für die Viehtränke ermittelt, auch jener für das Almvieh. Dieser stellt letztlich nur eine Umverteilung des Wasserbedarfs in höhere Lagen des alpinen Raums dar. Die kleinräumige Zuordnung und die Abhängigkeit

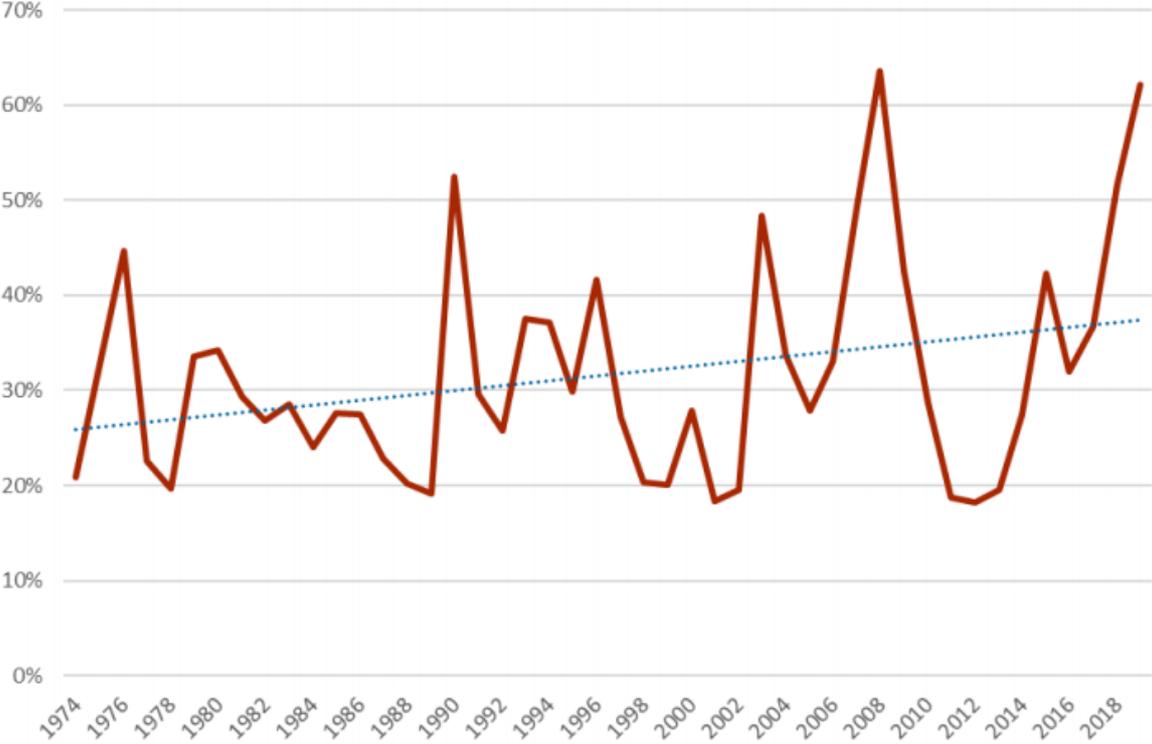
von der jeweiligen Wasserressource in den Alm- und Weidegebieten wurden nicht weiter erarbeitet. Weiters wird angenommen, dass der Wasserbedarf für die Milchwirtschaft über die zentrale Wasserversorgung abgedeckt wird.

4.4.3.3 Wasserbedarf Forstwirtschaft – temporäre Nasslagerplätze

Der Wasserbedarf der Forstwirtschaft wird im Hinblick auf temporäre Nasslagerplätze kurz dargestellt. Im Unterschied zu Holzlagerplätzen der Holzverarbeitenden Betriebe dienen temporäre Nasslagerplätze nach großen Schadereignissen zur vorübergehenden Lagerung von großen Holzmengen unter Beregnung, um Schädlingsbefall zu verhindern und die Holzqualität zu erhalten. Der Bedarf ist von Witterung, Schadereignissen und Markt abhängig. Daher werden die wasserrechtlichen Bewilligungen dafür auch befristet vergeben. Die Einrichtung der Plätze erfolgt präventiv und räumlich verteilt und ist mit Aufwand, Kosten und Risiko verbunden. 2016 wurde vom ÖWAV in Zusammenarbeit mit der Kooperationsplattform Forst, Holz, Papier ein Umweltmerkblatt herausgegeben, das die wesentlichen Anforderungen inklusive des Wasserbedarfs solcher temporären Nasslagerplätze zusammenfasst (ÖWAV, 2016b).

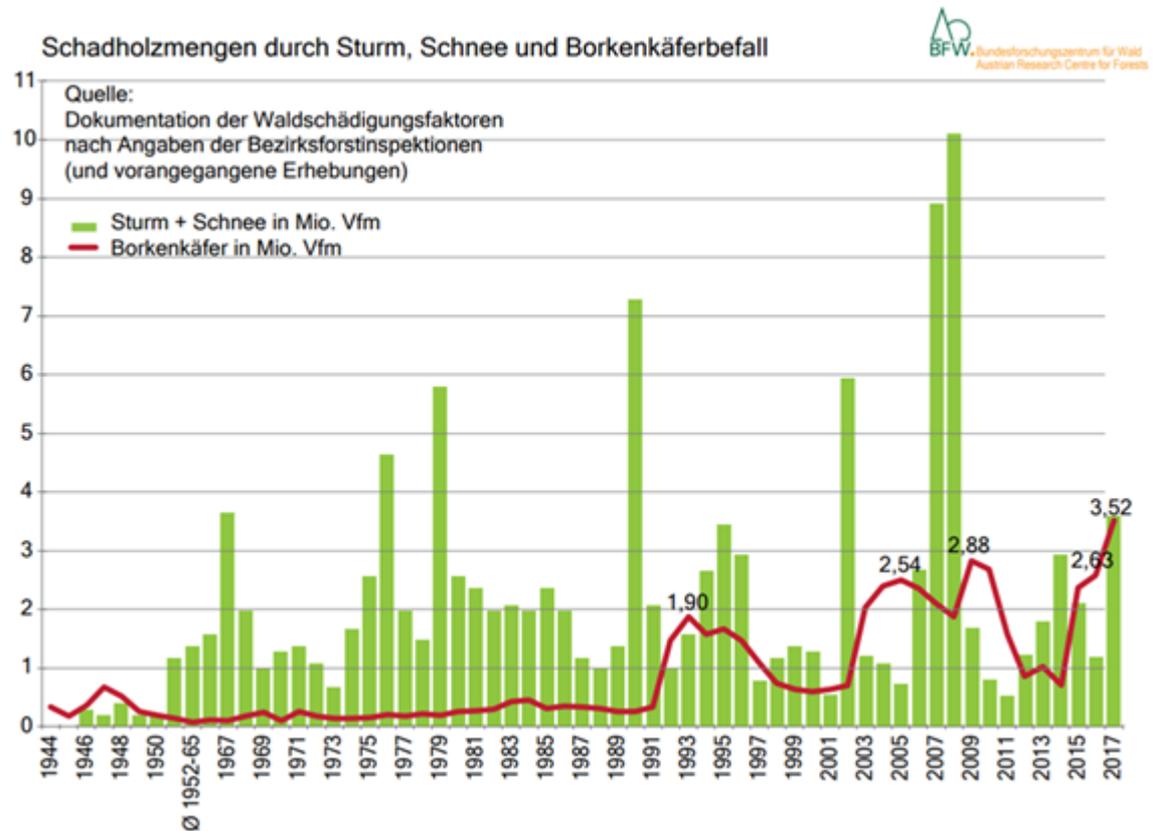
Für die Darstellung der Waldschadenssituation in Österreich in Bezug auf die wichtigsten Schädlinge, Krankheiten und abiotischen Schädigungsfaktoren wird vom Bundesforschungszentrum für Wald (BFW) in Zusammenarbeit mit den Landesforstdiensten eine Dokumentation dieser durchgeführt und die Ergebnisse aufbereitet, analysiert und veröffentlicht. In Abbildung 37 ist die Entwicklung der Schadholzmengen und vor allem der erhöhte Anfall nach Sturm- und Schneeereignissen deutlich ersichtlich. Im langfristigen Verlauf lässt sich eine Zunahme des Schadholzanteils an der Gesamteinschlagsmenge beobachten, siehe Abbildung 36 (BMK, 2020). Nach den Sturmereignissen von Kyrill 2007 wurde 2008 ein österreichweiter Waldfachplan (Instrument der forstlichen Raumplanung auf freiwilliger Basis auf Initiative der Waldbesitzerinnen und Waldbesitzer) mit dem Schwerpunkt temporäre Nasslagerplätze erstellt.

Abbildung 36: Entwicklung des Schadholzanteils am Gesamteinschlag



Quelle: BMK, 2020 (Holzeinschlagsmeldung (HEM), Grafik: Österreichische Energieagentur)

Abbildung 37: Schadholzmengen durch Sturm, Schnee und Borkenkäferbefall



Quelle: BFW, https://bfw.ac.at/cms_stamm/050/PDF/schadholz_SturmSchnee_bis2017_oe.pdf

In den digitalen Wasserbüchern sind insgesamt 33 wasserrechtliche Bewilligungen für die Beregnung von Holzlagerstätten eingetragen (GBA, 2018). Die Identifikation erfolgte durch einen Vermerk im Wasserbuchauszug oder wurde durch den geführten Anlagennamen selbst klassifiziert.

Im Rahmen der Stichprobenerhebung wurden rund zehn Wasserrechtsinhaber von temporären Nasslagerplätzen kontaktiert. Alle Rückmeldungen verwiesen darauf, dass die Lagerplätze aktuell nicht benötigt wurden und daher kein Wasserbedarf entstand. Teilweise waren die Plätze zwischen 2007 und 2009 in Betrieb oder werden nur im Fall großer Kalamitäten in Nasslagerplätze umgerüstet.

Temporäre Nasslagerplätze sollen bevorzugt an Fließgewässern situiert sein. In Ausnahmefällen ist auch eine Entnahme aus einem stehenden Gewässer oder aus dem Grundwasser möglich. Der Wasserbedarf wird im Umweltmerkblatt mit 2–3,6 l/h je Festmeter Rundholz angegeben bzw. mit 0,56 bis 1 l/s pro 1.000 Festmeter Rundholz und

einer Polterhöhe von 4–5 m. Für 2007 wurden beispielhaft 200.000 m³ Wasserbedarf für die Beregnung von 24.000 Festmeter Holz berichtet (8,3 m³/a/Festmeter).

Für die wasserwirtschaftliche Planung ist der Wasserbedarf solch temporärer Lagerplätze miteinzubeziehen, um im Schadensfall dafür gerüstet zu sein. Eine Anforderung, die auch im Rahmen der österreichischen Strategie zur Anpassung an den Klimawandel (BMNT, 2017) genannt wird.

4.4.3.4 Wasserbedarf Aquakultur

Unter Aquakultur wird die Haltung von Fischen oder von im Wasser lebenden Krebs- oder Weichtieren mit dem Ziel, durch Anwendung von Maßnahmen wie Besatz, Fütterung oder Schutz vor natürlichen Feinden die Wachstumsprozesse gezielt zu verstärken und den Zuwachs an Tiermasse zu steigern verstanden. Die Ernährung der Tiere erfolgt teilweise oder zur Gänze durch das verabreichte Nahrungsdargebot (Futter) oder durch jenes Nahrungsdargebot, welches neben den natürlichen Produktionsvorgängen auch auf Grund von künstlicher Nährstoffzufuhr im Wasser entsteht (AEV Aquakultur 2018).

Der Schwerpunkt der österreichischen Fischzucht liegt bei der Karpfen- und Forellenproduktion. In rund 190 Teichanlagen mit einer Fläche von ca. 2.700 ha werden Karpfen gezüchtet (ca. 800 t) und rund 232 Anlagen produzieren Forellen (ca. 2.000 t). Die Teichgrößen liegen zwischen 500 m²–60 ha). Pro Jahr werden derzeit insgesamt rund 3.300 t Fisch produziert, davon sind rund 2.400 t Speisefische und rund 900 t Besatzfische⁵. Mit Stand 5.12.2019 liegen in Österreich 14 geschlossene Aquakulturanlagen in Österreich nach Artikel 2 (7) der Verordnung (EG) Nr. 708/2007 Alien Species vor.

Generell werden Teichanlagen, Durchflussanlagen und Kreislaufanlagen unterschieden, wobei aber Mischtypen vorkommen.

Seit 1995 werden von der Statistik Austria Erhebungen zur Aquakultur durchgeführt. Berichtspflichtige sind all jene, die Aquakultur betreiben. Die Aquakulturerhebung wird seit dem Produktionsjahr 2011 basierend auf der Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, BGBl. II Nr. 344/2012 als jährliche Vollerhebung durchgeführt. Im Jahr 2019 wurden österreichweit 4.250 t

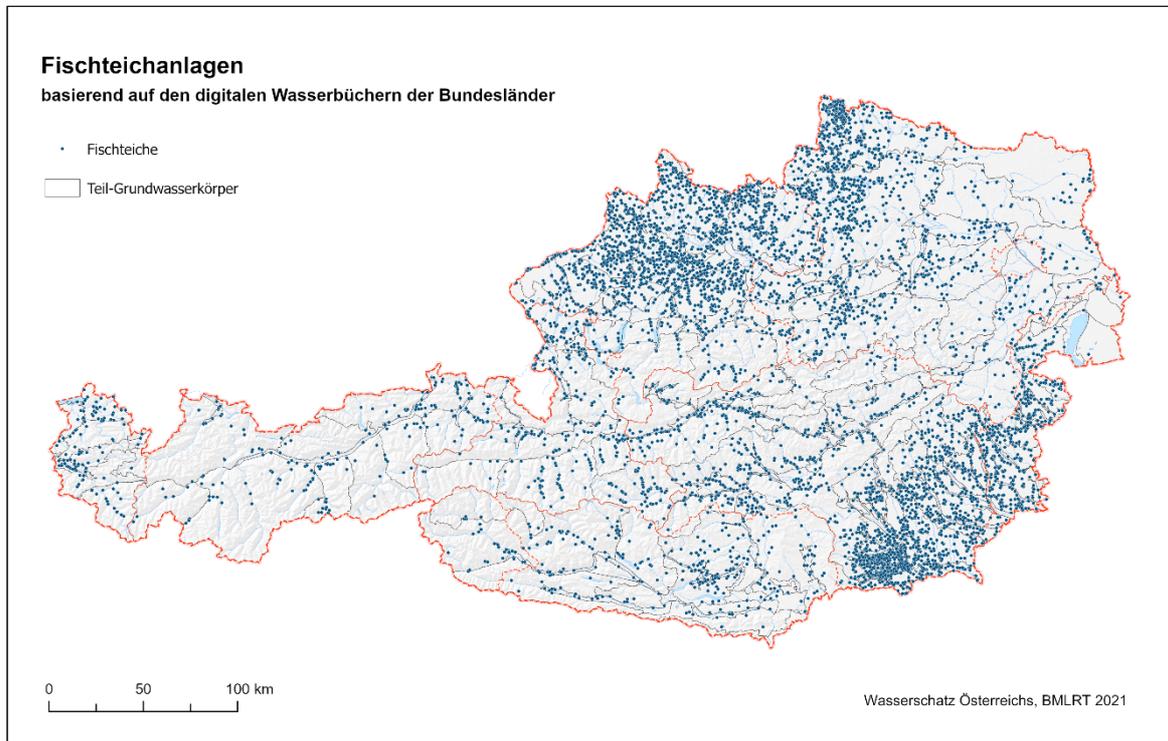
⁵ <https://www.bmlrt.gv.at/land/produktion-maerkte/tierische-produktion/fischzucht-oe/aquakultur.html>, abgerufen 24.03.2021

Speisefisch von 500 einschlägig tätigen Unternehmen in Aquakulturanlagen produziert. Gegenüber dem Vorjahr entspricht dies einem Plus von 4,1 %. Auch die Anzahl der Speisefischproduzenten nahm, wenn auch nur geringfügig (+ acht Unternehmen), zu (Statistik Austria, 2020c). Gemäß Aquakultur-Seuchenverordnung wird vom Bundesministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit und Konsumentenschutz ein Aquakulturregister (BMASGK)⁶ vorgehalten. Dieses umfasst rund 164 Betriebe (BMASGK, 2021).

Basierend auf den Daten der digitalen Wasserbücher der Bundesländer gibt es eine bedeutend größere Anzahl von Fischteichanlagen und Fischzüchtern. Es sind rund 7.190 wasserrechtliche Bewilligungen zu Fischteichanlagen eingetragen, mit 10.464 Fischteichen. Mehrheitlich befinden sich diese in den Bundesländern Steiermark, Oberösterreich und Niederösterreich (GBA, 2018), siehe Abbildung 38.144 Fischteichanlagen werden dezidiert als Fischzüchter ausgewiesen. Dies liegt deutlich unter der von der Statistik erfassten 500 einschlägig tätigen Unternehmen. Im Hinblick auf die Ressourcennutzung gibt es lediglich für rund 300 Anlagen (4 %) einen Hinweis auf Grundwassernutzung, bei 1940 Anlagen ist kein Hinweis auf eine Wasserressource eingetragen, die restlichen rund 4.900 Anlagen (zwei Drittel) verweisen auf Oberflächengewässer.

⁶ <http://aquakultur.ehealth.gv.at/>

Abbildung 38: Fischteichanlagen basierend auf den digitalen Wasserbüchern der Bundesländer



Quelle: GBA, 2018; Umweltbundesamt

Die Sonderrichtlinie des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus (BMLRT) zur Umsetzung des Operationellen Programms Österreich Europäischer Meeres- und Fischereifonds 2014–2020 hat sich umfassende Datenerhebung im Bereich ökonomische und soziale Daten im Fischerei- und Aquakultursektor in Österreich zum Ziel gesetzt. Eine Pilotstudie erfasste Umweltdaten der Aquakultur in Österreich (Färber et al., 2020). Bezüglich des Wasserbedarfs liegen keine Mengenangaben vor, lediglich ein Hinweis auf die unterschiedliche Wasserbedarfssituation. In der Karpfenteichwirtschaft entsteht der Wasserbedarf bei der Befüllung und zum Ausgleich von Verdunstung bzw. Versickerung während bei der Forellenproduktion ein hoher kontinuierlicher Wasserbedarf besteht. Kreislaufanlagen werden mit einem geringen Wasserbedarf ausgewiesen.

Als Ökosystemleistungen werden im Hinblick auf den Klimawandel u. a. Wasserrückhalt in der Region, Beeinflussung des Mikroklimas, Beitrag zur Bewässerung in Trockenperioden, Beitrag zum Löschwasserpool angeführt. Basierend auf einer im Rahmen des o. g. Projektes durchgeführten Umfrage sind aus Sicht der interviewten Personen Prädatoren, Klimawandel und wasserrechtliche Vorgaben die größten Hemmnisse für die nationale Fischproduktion.

4.4.4 Industrie und Gewerbe

4.4.4.1 Abgrenzung und Hintergrund

Im Allgemeinen weisen Unternehmen und Betriebe derselben Branchen ein ähnliches Muster hinsichtlich des Wassereinsatzes auf. Beispielsweise ist bei Betrieben der Metallherzeugung die Menge für das Kühlwasser um ein Vielfaches höher als jene für die restlichen Prozesse. Getränkehersteller bevorzugen Wasser, das nicht oder wenig aufbereitet werden muss, weshalb der Wasserbedarf typischerweise aus Grundwasser gedeckt wird. Daher orientierte sich die Bedarfsermittlung im Bereich Industrie und Gewerbe auf Ebene der Branchen.

In Österreich erfolgt die Klassifizierung von Unternehmen, Betrieben und Arbeitsstätten für statistische Erhebungen gemäß ihrer wirtschaftlichen Haupttätigkeit auf Basis der ÖNACE 2008 (Statistik Austria, 2008). Die Wirtschaftstätigkeiten werden in 21 Abschnitten, 88 Abteilungen sowie weiter ausdifferenzierten Gruppen, Klassen und Unterklassen der ÖNACE 2008 erfasst.

Die Wasserbedarfserhebung für den Sektor **Industrie und Gewerbe (= Produzierender Bereich)** im Projekt „Wasserschatz Österreichs“ umfasst die Wirtschaftsabschnitte:

- Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden (Abschnitt B der ÖNACE 2008),
- Herstellung von Waren (Abschnitt C der ÖNACE 2008),
- Energieversorgung (Abschnitt D der ÖNACE 2008),
- (Wasserversorgung); Abwasser- und Abfallentsorgung und Beseitigung von Umweltverschmutzungen (Abschnitt E der ÖNACE 2008) und
- Bau (Abschnitt F der ÖNACE 2008).

Diese werden auch unter dem Begriff Produzierender Bereich bzw. der Einfachheit halber im Folgenden synonym mit dem Begriff Industrie und Gewerbe zusammengefasst.

Anmerkung: Die Erhebung des Wasserbedarfs für die Wasserversorgung (Abteilung E36 der ÖNACE 2008) wird aufgrund ihrer besonderen Bedeutung vom Produzierenden Bereich ausdrücklich ausgeklammert und gesondert behandelt. Die Erhebung des Wasserbedarfs für die Energieerzeugung aus Wasserkraft ist nicht Projektgegenstand.

In Österreich sind mit Stand 2018 etwa 68.000 Unternehmen im Produzierenden Bereich tätig, davon 30.700 im Sachgüterbereich. Die Unternehmen sind überwiegend kleinbetrieblich strukturiert, nur rund 1 % der Produktions- und Bauunternehmen (607) beschäftigen mehr als 250 Personen. Mehr als drei Viertel (ca. 53.900 bzw. 79,5 %) arbeiten mit weniger als 10 Beschäftigten. Die größte Anzahl von Unternehmen und Beschäftigten sind in der Warenherstellung und der Baubranche zu finden (STATCube-Statistik Austria 2021⁷).

Den besten Überblick im Bereich Industrie und Gewerbe auf nationaler Ebene bietet die Gütereinsatzerhebung. Nachfolgend werden die aktuellsten Ergebnisse vorgestellt.

Wassereinsatz im Produzierenden Bereich

Die Gütereinsatzerhebung 2019 (Statistik Austria 2021) weist einen Wassereinsatz für den Sektor Industrie und Gewerbe in Österreich rund 2,16 Mrd. m³ auf.

Davon entfallen zwei Drittel auf den Bereich Herstellung von Waren und ein Drittel auf den Bereich Energieversorgung. Ein kleiner Anteil (1,3 %) des Wassereinsatzes darf aufgrund der statistischen Geheimhaltung nicht veröffentlicht werden (Abbildung 39).

⁷ https://www.statistik.at/web_de/services/statcube/index.html

Abbildung 39: Wassereinsatz im Produzierenden Bereich (ÖNACE 2008 B-F) und im Bereich Herstellung von Waren (ÖNACE2008 C) entsprechend Gütereinsatzerberhebung 2019



Quelle: Statistik Austria, 2021; Umweltbundesamt

Der Wasserbedarf bei der Herstellung von Waren im Produzierenden Bereich wird im Wesentlichen durch die angewendete Produktionsmethode (Effizienz des Wassereinsatzes) und die Menge der herzustellenden Waren (Anlagenkapazität) bestimmt. Wasserintensive Branchen im Bereich Herstellung von Waren in Österreich sind nachfolgend angeführt. Die Prozentangaben sind der Gütereinsatzstatistik 2019 entnommen (Statistik Austria, 2021).

- Metallerzeugung und -bearbeitung (mit dominierendem Anteil (95 %) für Kühlwasser aus Eigenförderung aus Oberflächengewässern),
- Chemische Industrie (ca. 50% aus Eigenförderung aus Oberflächengewässern und rd. 1/3 aus Fremdbezug,
- Papier- und Pappenerzeugung (mit rd. 70 % Anteil aus Oberflächengewässern bei der Eigenförderung),
- Nahrungs- und Futtermittelerzeugung (mit rd. 45 % Brunnenwasseranteil bei der Eigenförderung),
- Glas- und Keramikindustrie.

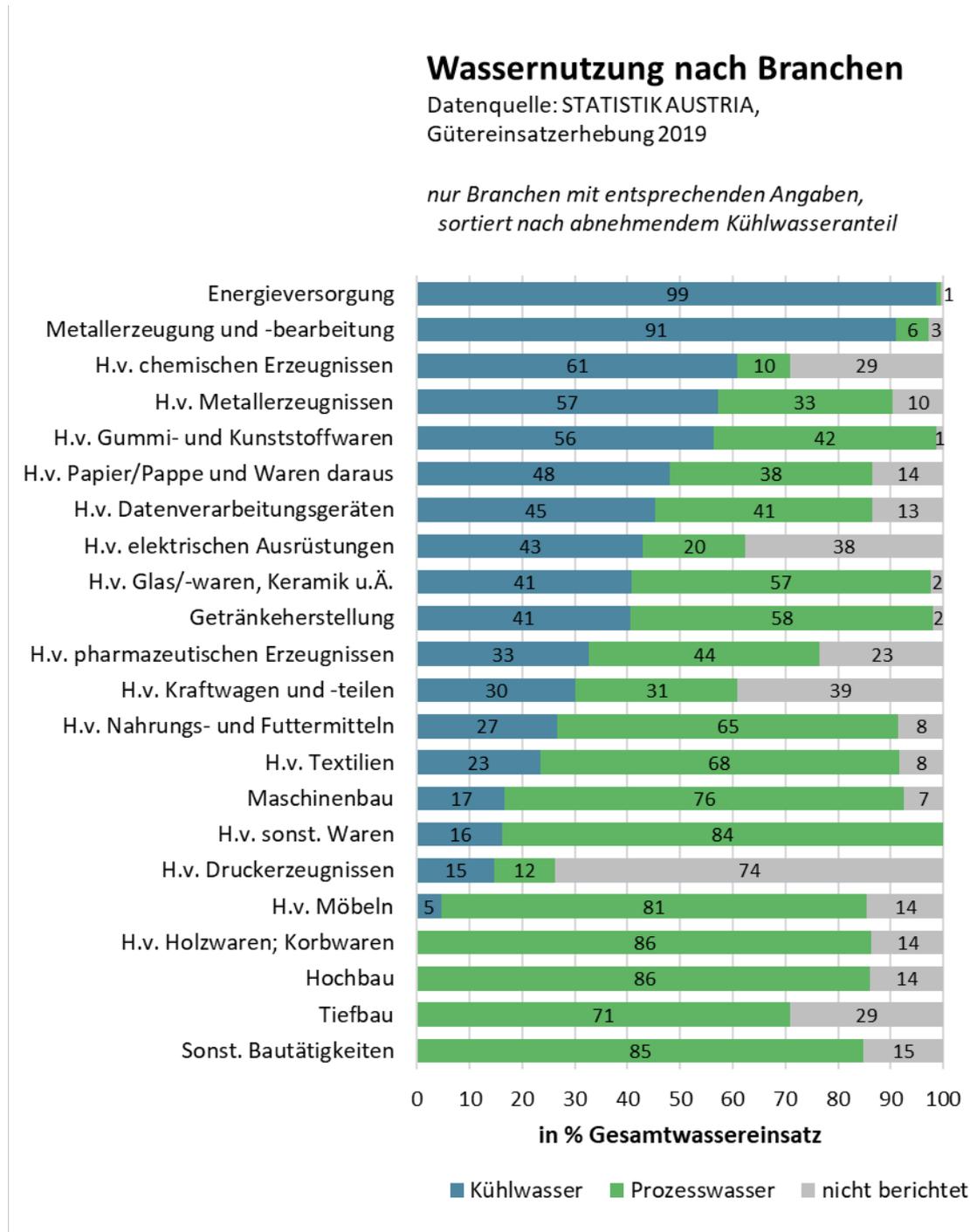
Dabei entfällt etwas mehr als die Hälfte des Wassereinsatzes in diesem Bereich auf die Metallerzeugung und -bearbeitung (rund 57 %), rund 25 % auf die Herstellung von chemischen Erzeugnissen und rund 11 % auf die Papier- und Pappenerzeugung (Abbildung 39).

Wie bereits erwähnt, wird in diesem Wirtschaftszweig Wasser zu unterschiedlichen Zwecken in unterschiedlichem Ausmaß genutzt. In den Branchen mit dem mengenmäßig

größten Wasserbedarf (der Energieversorgung, der Metallerzeugung und -bearbeitung und der Herstellung von chemischen Erzeugnissen) wird Wasser vor allem zu Kühlzwecken eingesetzt. In der Herstellung von Papier- und Pappe, pharmazeutischen Erzeugnissen oder der Textilindustrie kommt Wasser zu einem großen Teil für Produktions- oder Reinigungsvorgänge zum Einsatz. In der Nahrungs- und Genussmittelindustrie ist Wasser Rohstoff (Abbildung 40).

Im Mittel über alle Branchen wurden 93 % des Gesamtwassereinsatzes in der Gütereinsatzerhebung 2019 ihrer Nutzungsart zugeordnet. Demnach fallen etwa 89 % des Gesamtwassereinsatzes für die Deckung des Kühlwasserbedarfs an, nur rund 11 % werden als Prozesswasser genutzt.

Abbildung 40: Wassernutzung nach Branchen im Produzierenden Bereich im Jahr 2019 laut Gütereinsatzstatistik



Quelle: Statistik Austria, 2021; Umweltbundesamt

Etwa 9 % des Wassereinsatzes im Produzierenden Bereich wird von öffentlichen Wasserversorgern oder anderen Betrieben bezogen (= Fremdbezug), der überwiegende Teil des

Bedarfs (rund 91 %) wird jedoch durch eigene Wasserrechte und -entnahmen gedeckt (= Eigenversorgung) (Tabelle 11).

Tabelle 11: Wassereinsatz des Produzierenden Bereichs aus Fremdbezug und Eigenversorgung für den Eigenverbrauch 2019 laut Gütereinsatzstatistik

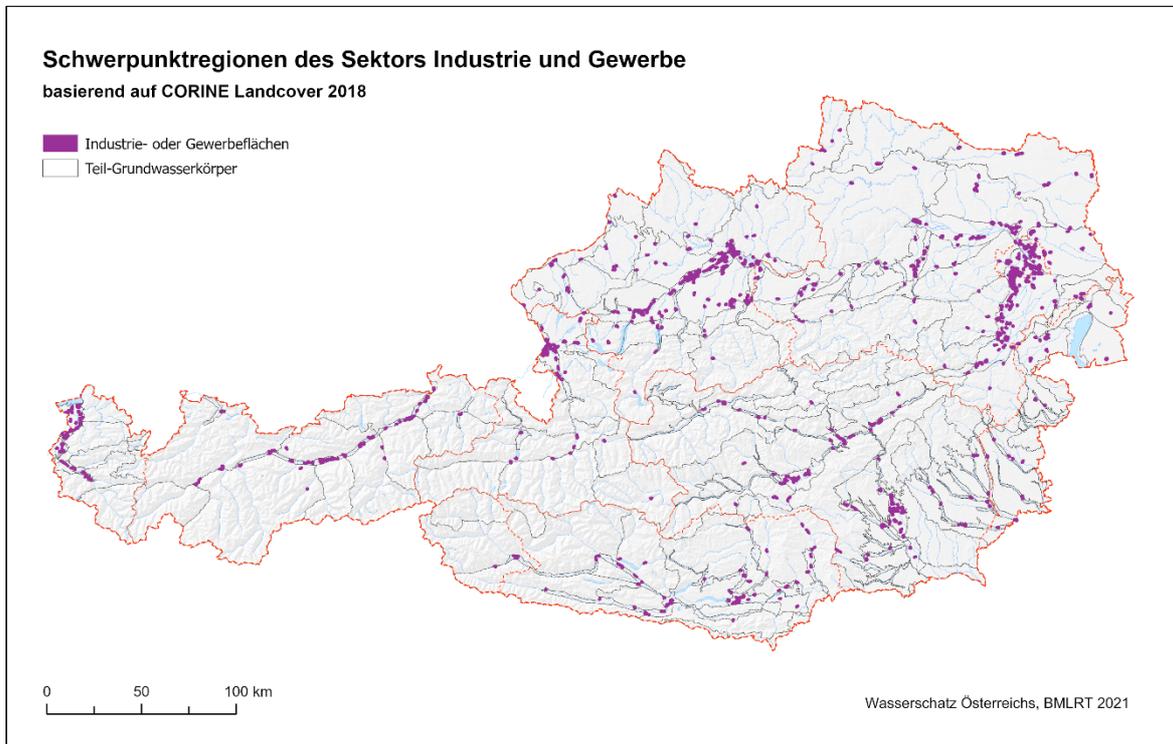
ÖNACE 2008	ÖNACE 2008 - Kurztitel	Wassereinsatz Meldungen		Wassereinsatz Menge in 1.000 m ³	
		Fremd	Eigen	Fremd	Eigen
B-F	Produzierender Bereich	2.008	472	201.519	1.959.869
B-E	Sachgüterbereich	1.518	451	198.712	1.958.988
B-E ohne E36	Sachgüterbereich o. Wasserversorgung	1.515	446	197.490	1.958.289

Quelle: StatCube⁸

Ausreichend Wasser in guter Qualität ist ein Standortfaktor für die Ansiedlung von Industriebetrieben und -unternehmen. Große Kühlwassermengen wie sie für Heizkraftwerke, Raffinerien, Metallerzeuger und -bearbeiter oder Chemieanlagen benötigt werden, lassen sich in der Regel mengenmäßig besser durch Entnahmen aus Oberflächengewässern decken und werden ortsnah in diese rückengeleitet. Getränke- und Nahrungsmittelhersteller wiederum, die Frischwasser als Rohstoff für ihre Produkte einsetzen, benötigen Trinkwasserqualität und decken deshalb ihren Wasserbedarf überwiegend aus den vor menschlichen Einflüssen besser geschützten Grundwasserressourcen über Quellen und Brunnen, ebenso wie Industrien mit hohen Anforderungen an die Rohwasserqualität. Industrielle Schwerpunktregionen in Österreich sind in Abbildung 41 dargestellt. Hauptwirtschaftsräume des Produzierenden Bereichs finden sich im Rheintal, Unterinntal, um Salzburg-Hallein, in Linz, in der Traun-Ager-Furche, bei St. Pölten-Traisental, in Wien und im Wiener Umland sowie im südlichen Wiener Becken, außerdem in der Mur-Mürz-Furche, im Klagenfurter Becken, um Eisenwurzen, im Grazer Becken sowie in kleinerem Ausmaß im oberen Waldviertel.

⁸ https://www.statistik.at/web_de/services/statcube/index.htm

Abbildung 41: Schwerpunktregionen des Sektors Industrie und Gewerbe in Österreich basierend auf CORINE Landcover 2018



Quelle: Umweltbundesamt

Im Mittel über alle Branchen wurden 98 % des von 472 Betrieben als Eigenverbrauch gemeldeten Wassereinsatzes mit der Gütereinsatzerhebung 2019 ihrer Herkunft zugeordnet. Gemäß dieser Zuordnung der Gütereinsatzerhebung werden etwa 89 % des Eigenverbrauchs aus Oberflächengewässern entnommen, 8 % des Eigenverbrauchs stammen aus Brunnen und nur etwa 1 % aus Quellen.

In Abbildung 40 ist die Wassernutzung nach Herkunft und Branchen dargestellt. Vor allem Energieversorger, Metallherzeuger und -bearbeiter sowie Hersteller von chemischen Erzeugnissen decken ihren Wasserbedarf für Kühlzwecke – wie bereits eingangs erwähnt – über Oberflächengewässerentnahmen.

Bei den gemeldeten Oberflächengewässerentnahmen (53 Meldungen) entfallen auf 26 Betriebe mit 1.643 Mio m³ pro Jahr rd. 84 % der Gesamtmenge des selbstgeförderten Wassereinsatzes.

Bei den Brunnenentnahmen (322 Meldungen) sind die Mengen auf mehrere Betriebe verteilt. Aber auch hier ist eine Konzentration zu beobachten: 41 Betriebe (rd. 1/8 der

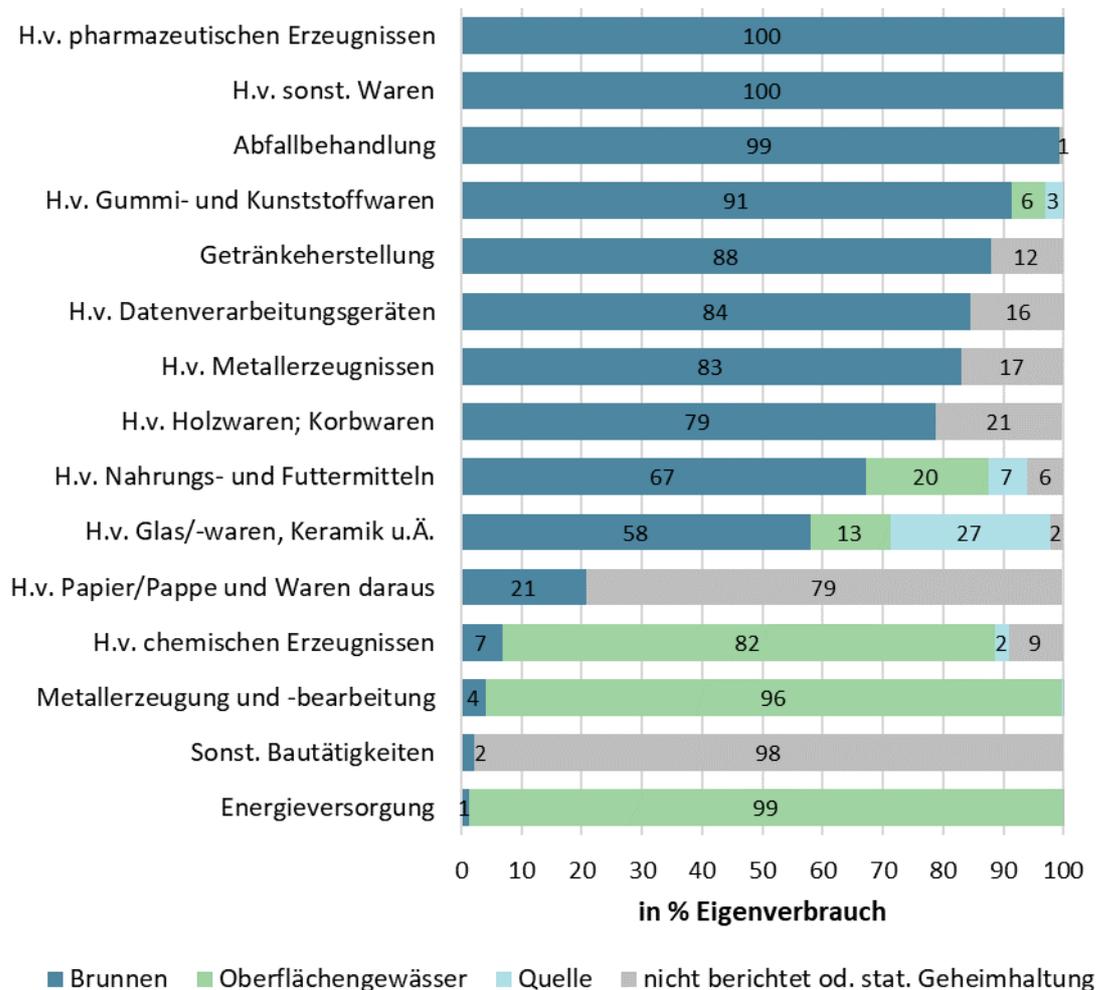
Brunnenmeldungen) haben in Summe Brunnenentnahmen von rd. 74 Mio m³/Jahr (knapp die Hälfte der Mengenmeldungen von Brunnenentnahmen) gemeldet.

Abbildung 42: Herkunft des selbstgeförderten Wassers nach Branchen im Produzierenden Bereich

Wasserherkunft nach Branchen

Datenquelle: STATISTIKAUSTRIA,
Gütereinsatzerhebung 2019

nur Eigenförderung; nur Branchen mit entsprechenden Angaben, sortiert nach abnehmendem Brunnenwasseranteil



Quelle: Statistik Austria, 2021; Umweltbundesamt

Gütereinsatzerhebung vs. Projekt „Wasserschatz Österreichs“

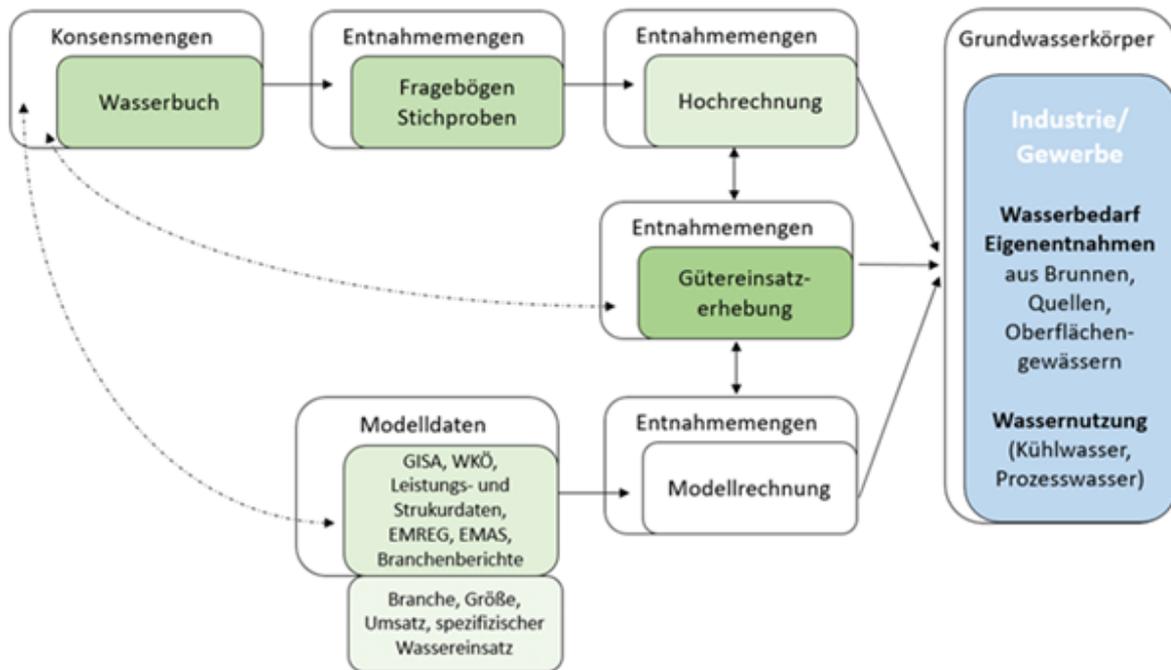
Während die Gütereinsatzstatistik auf eine österreichweite branchenspezifische Erhebung eingesetzter Güter im Produzierenden Bereich – wie beispielsweise der Ressource Wasser – abzielt, steht im Projekt „Wasserschatz Österreichs“ die räumliche Bilanzierung, also die Gegenüberstellung verfügbarer Wasserressourcen, und die für den Sektor Industrie und Gewerbe benötigter Wassermengen auf Ebene der Grundwasserkörper im Mittelpunkt.

4.4.4.2 Methode und Datengrundlagen

Ein elektronisches, jährlich aktualisiertes Berichtswesen für die Wasserentnahmen im Bereich Industrie und Gewerbe, welches eine systematische Bilanzierung auf Ebene der österreichischen Grundwasserkörper erlaubt, existiert derzeit nicht.

Für die Erhebung des Wasserbedarfs des Sektors Industrie und Gewerbe war es deswegen notwendig auf unterschiedliche Datengrundlagen zurückzugreifen, um zu einer bestmöglichen Abschätzung der Wasserentnahmen für den Produzierenden Bereich auf Ebene der Grundwasserkörper zu gelangen. Dazu wurden die in Abbildung 43 dargestellten Datengrundlagen genutzt und die konzipierten Erhebungspfade, soweit möglich, verfolgt.

Abbildung 43: Datengrundlagen und potentielle Erhebungspfade für den Wasserbedarf des Sektors Industrie und Gewerbe (Produzierender Bereich) im Projekt „Wasserschutz Österreichs“



Quelle: Umweltbundesamt

Wasserbücher und Wasserinformationssysteme der Bundesländer

Eine Datengrundlage für die Abschätzung des Wasserbedarfs aus Eigenentnahmen von Industrie und Gewerbe sind die sogenannten Wasserbücher, öffentliche Register bewilligungspflichtiger Wassernutzungen entsprechend §124 bis 126 des Wasserrechtsgesetzes (BGBl. Nr. 215/1959 i.d.g.F.). Diese sind in Kapitel 4.4.2 ausführlich beschrieben.

Für den Sektor Industrie und Gewerbe wurden bei den Expertinnen und Experten der zuständigen Ämter der Landesregierungen entsprechende aktuelle Auszüge (Tabellen) der Wasserbücher aus den Wasserinformationssystemen der Bundesländer angefragt. Die auf diese Weise bereitgestellten Daten unterschieden sich dabei in Umfang und Struktur (siehe Kapitel 4.4.2.2).

Für das Bundesland Niederösterreich wurden alternativ zu dieser Vorgangsweise Daten der Studie „Wasserzukunft Niederösterreich 2050“ (Neunteufel et. al., 2019) und der Studie „Grundwasserbewirtschaftung Unteres Traisental“ (Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, 2009) zur Verfügung gestellt.

Die Auswahl der mittels Erhebungsbogen zu befragenden Betriebe des Sektors Industrie und Gewerbe erfolgte zur Reduktion des Erhebungsaufwands in Form einer geschichteten Stichprobe. Hauptschichtungsmerkmal waren die erwarteten Größenordnungen von Grundwasserentnahmen auf Basis der im Wasserbuch dargestellten Konsensmengen. Große Entnahmen eines Grundwasserkörpers wurden überproportional berücksichtigt, um große Verbraucher (wasserintensive Betriebe) jedenfalls zu erfassen.

Zusätzliche Kriterien wie die Zugehörigkeit zu einer Klimaregion, einem Grundwasserkörper, einer Katastralgemeinde und einer Branche wurden nach Maßgabe der Möglichkeiten ebenfalls berücksichtigt.

Die für die Aussendung der Erhebungsbögen notwendigen, z. T. sehr umfangreichen Vorarbeiten umfassten die Identifizierung von Betrieben des Produzierenden Bereichs in den Wasserbuchdatensätzen, die Zuordnung der ÖNACE 2008-Wirtschaftsklassifikation nach Maßgabe der Möglichkeiten und unter Zuhilfenahme des Adressdatensatzes der Wirtschaftskammern⁹, die Identifizierung des zugeordneten Betriebes oder Unternehmens mit den entsprechenden Kontaktinformationen und die Überprüfung und Auswertung der Konsensangaben unter Berücksichtigung der in Kapitel 4.4.2 genannten Einschränkungen, mit denen in den Konsensdatensätzen zu rechnen ist.

Zur Plausibilisierung und Vollständigkeitsprüfung wurde zudem die, im Rahmen des Projektes „Wasserentnahmen Update und Basisdatenbeschaffung“ erstellte, bundeslandübergreifende MS-Access-Datenbank der Wasserbuch-Auszüge (Almer et al., 2019) mit Datenstand 2018 herangezogen. Auf diese Weise konnten etwaige Lücken in den Datensätzen identifiziert und durch Abgleich mit der GBA-Datenbank oder Einsicht über die in den Wasserinformationssystemen der Bundesländer abrufbaren Wasserbuch-Auszüge geschlossen werden.

In den an die Betriebe und Unternehmen versandten Erhebungsbögen wurden folgende Informationen abgefragt:

- gesamter Wassereinsatz am Betriebsstandort sowie
 - davon für Kühlwasser/ davon für Wärmezwecke,
 - davon aus zentraler Wasserversorgung / davon von anderem Betrieb,

⁹ <https://www.wko.at/service/oe/adressenservice-der-wirtschaftskammern.html>

- davon an anderen Betrieb,
- Wasserentnahmen (Entnahmetyp, Nutzung, Name und Lage der Entnahmestelle, Entnahmemenge),
- Rückführung von Kühlwasser (rückgeführte Wassermenge, Name und Lage der Rückeinleitestelle).

Gefragt wurde zudem nach Zeitreihen (2003, 2014–2019) tatsächlicher Entnahmemengen, um Extremjahre und wetterbedingte Schwankungen der Entnahmemengen über die Jahre zu berücksichtigen.

Der Umfang der Fragebogenerhebung für den Sektor Industrie und Gewerbe ist in Tabelle 12 dargestellt. Insgesamt wurden 580 Betriebe von Industrie und Gewerbe angeschrieben.

Tabelle 12: Umfang der Fragebogenerhebung für den Sektor Industrie und Gewerbe im Projekt „Wasserschatz Österreichs“

Anzahl der Betriebe	Bgld	Ktn	NÖ	OÖ	Sbg	Stmk	T	Vbg	W	Gesamt
Angeschrieben	28	86	*	138	69	117	57	61	37	580
beantwortet	4	16	*	31	12	20	6	28	4	121
nicht beantwortet	24	70	*	107	57	97	51	33	33	459
Rückmeldequote (%)	14	19	*	22	17	17	11	46	11	21

*nicht erhoben

Quelle: Umweltbundesamt

Die geplante Vorgangsweise, den Wasserbedarf des Produzierenden Bereiches aus Eigenentnahmen je Grundwasserkörper auf Grundlage der größengeschichteten Stichprobenerhebung hochzurechnen, konnte aufgrund der geringen Rücklaufquote von durchschnittlich 21 % (Tabelle 12) nicht durchgeführt werden. Die letztendliche Schätzung baute deshalb sowohl auf Konsensmengen (bewilligte theoretische Entnahmemengen) als auch auf die über die Erhebungsbögen berichteten tatsächlichen Entnahmemengen sowie tatsächliche Entnahmemengen aus anderen Datenquellen auf (siehe Kapitelende).

Ebenso war die Rücklaufquote zu gering, um Wasserintensitäten je Branche und Grundwasserkörper zu bestimmen und auf diese Weise über auf Gemeindeebene verfügbaren

Kennzahlen zu Beschäftigten und Umsatz aus statistischen Erhebung wie der Leistungs- und Strukturstatistik der Statistik Austria auf den Wasserbedarf des Produzierenden Bereiches hochzurechnen.

Aus den Erhebungsbögen konnten dennoch wertvolle Informationen zu Ausnutzungsgraden von Konsensmengen bestimmt und über die Anmerkungsfelder auch grundsätzliche Erkenntnisse zu Herkunft, Nutzung und Transfer von Wasser am jeweiligen Betriebsstandort gewonnen werden.

Gütereinsatzerhebung der Statistik Austria

Die jährlich von der Statistik Austria durchgeführte – die Abschnitte B bis F der ÖNACE 2008 umfassende – Gütereinsatzerhebung (GES) ist eine weitere, wesentliche Datengrundlage für die Abschätzung der Wasserentnahmen des Produzierenden Bereichs.

Die Gütereinsatzerhebung beinhaltet die Erfassung und Darstellung der für die Produktion von Gütern oder Erbringung von industriellen Dienstleistungen innerhalb eines Erhebungsjahres benötigten Grund- und Rohstoffe, fertig bezogener Vorprodukte, Hilfsstoffe sowie ausgewählter Betriebsstoffe.

Die Gütereinsatzerhebung erfolgt in Form einer sogenannten Konzentrationsstichprobe nur für solche Betriebe, welche gesetzlich definierte Schwellenwerte überschreiten. Damit beschränkt sich die Zahl der Auskunftspflichtigen für die Gütereinsatzerhebung 2019 auf etwa 4 % (absolut ca. 2.600) der etwas mehr als 60.000 in Österreich dem Produzierenden Bereich zuzurechnenden statistischen Einheiten¹⁰. Auskunftspflichtig sind:

- Betriebe von Einbetriebsunternehmen und Betriebe gewerblicher Art mit durchschnittlich 20 und mehr Beschäftigten und einer Wirtschaftsleistung von 10 Mio. Euro und mehr in der Berichtsperiode,
- Betriebe von Mehrbetriebsunternehmen mit durchschnittlich 20 und mehr Beschäftigten und einer Wirtschaftsleistung von 10 Mio. Euro und mehr in der Berichtsperiode,

¹⁰

https://www.statistik.gv.at/web_de/frageboegen/unternehmen/gueter einsatzerhebung/weitere_informationen/index.html

- Arbeitsgemeinschaften, unabhängig von der Beschäftigtenzahl und Wirtschaftsleistung sowie
- alle im Berichtsjahr neu gegründeten oder durch Umstrukturierung neu entstandenen und oben genannten statistischen Beobachtungseinheiten.

Den Wassereinsatz betreffend sind zwei Codes aus dem „Güterverzeichnis für den Gütereinsatz 2018“ (GV-GES 2018) über die Fragebogenseite „Güterliste A“ meldepflichtig.

- 3600100 Grund-, Quell- oder Oberflächenwasser, Fremdbezug und
- 3600109 Grund-, Quell- oder Oberflächenwasser, selbst gefördert – Eigenverbrauch.

Im Rahmen der GES 2018 und 2019 wurde, gefördert durch das BMLRT, eine zusätzliche Fragebogenseite eingerichtet, die auf freiwilliger Basis folgende Informationen zu Herkunft und Nutzung des eingesetzten Wassers von den Betrieben abfragte:

- Aufteilung der Wassermenge aus der Kategorie „Eigenverbrauch – selbst gefördert“ auf die Kategorien Quelle, Brunnen, Oberflächengewässer sowie
- Aufteilung der eingesetzten Wassermengen auf die Kategorien Prozesswasser und Kühlwasser.

Folgende grundsätzliche Einschränkungen sind hinsichtlich der Eignung des Datensatzes der Gütereinsatzerhebung für die Abschätzung von Wasserentnahmen des Produzierenden Bereiches auf Ebene der Grundwasserkörper zu berücksichtigen:

- Die Gütereinsatzerhebung ist keine Vollerhebung, der Wassereinsatz liegt daher definitiv höher. Die Auswahl der Betriebe für die Konzentrationsstichprobe erfolgte auf Basis wirtschaftlicher Kriterien, die nicht zwangsläufig mit dem Wassereinsatz korrelieren müssen.
- Die Daten der Gütereinsatzerhebung unterliegen der Geheimhaltung gemäß § 17 Bundesstatistikgesetz (BGBl. I Nr. 163/1999 i.d.g.F.), wonach Ergebnisse von weniger als vier Meldeeinheiten in einem Datenfeld mit „G“ auszuweisen sind (primärer Datenschutz, aktive Geheimhaltung). Zusätzlich können Ergebnisse für mehr als drei bzw. zwei Meldeeinheiten unterdrückt werden, um zu verhindern, dass durch Differenzbildung gegenüber Summen (Aggregaten) auf durch primäre Geheimhaltung unterdrückte Ergebnisse geschlossen werden kann oder diese errechnet werden können (defensive oder sekundäre Geheimhaltung). Je nach

benötigter thematischer oder räumlicher Aggregation der Daten zum Wassereinsatz aus der Gütereinsatzenerhebung sind dadurch wertvolle Informationen nicht verfügbar.

- Die für das Projekt „Wasserschätz Österreichs“ essentiellen Informationen zur Herkunft und Nutzung des im Rahmen der Gütereinsatzenerhebung erhobenen Wassereinsatzes werden in der Zusatzbefragung auf freiwilliger Basis erhoben, liegen also nicht für alle Meldungen vor.

Die Ergebnisse des Zusatzfragebogens zum Wassereinsatz der GES 2018 standen im Rahmen des Projektes „Wasserschätz Österreichs“ zur Verfügung. Die aufgrund der Projekterkenntnisse revidierten Werte für 2018 und die aktuellen Ergebnisse der Zusatzbefragung zum Wassereinsatz der GES 2019 wurden im Februar 2021 von der Statistik Austria bereitgestellt (Statistik Austria, 2021) und konnten am Ende des Projektes für die Plausibilisierung der abgeschätzten Wasserentnahmen und zum Füllen von Datenlücken herangezogen werden.

Die räumliche Bilanzierungseinheit im Projekt „Wasserschätz Österreichs“ sind die österreichischen Grundwasserkörper, die zu Bearbeitungszwecken noch weiter in Teilgrundwasserkörper differenziert wurden (Kapitel 4.1).

Deswegen wurde die Statistik Austria mit der Aggregation der Ergebnisse zum Wassereinsatz aus der GES 2018 und 2019 auf Ebene der Teil-Grundwasserkörper und auf Ebene der Bundesländer beauftragt. Dazu wurde der Statistik Austria ein Geodatenatz der Teil-Grundwasserkörper bereitgestellt. Zugrunde liegt dieser Aggregation zudem die Annahme, dass die Betriebsadresse nahe der Entnahmestelle und im selben Teil-Grundwasserkörper liegt, so dass der in der Gütereinsatzenerhebung für den Betriebsstandort erhobene Wassereinsatz dem jeweiligen Teil-Grundwasserkörper zugeordnet werden kann.

Die Bearbeitung des Datensatzes der Zusatzerhebung der Gütereinsatzenerhebung 2018 zum Wasserverbrauch für die wassermengenmäßige Bilanzierung auf Teil-Grundwasserkörper-ebene führte zu folgenden methodischen Herausforderungen:

- Die Geheimhaltungsvorgaben gemäß § 17 Bundesstatistikgesetz (BGBI. I Nr. 163/1999 .i.d.g.F.) und die geringe Anzahl von über dem Schwellenwert der Gütereinsatzenerhebung liegenden Industriebetrieben in vielen Teil-Grundwasserkörpern führten zu einer Unterdrückung/Nicht-Darstellung von Meldungen in etlichen Teil-

Grundwasserkörpern. Dies betraf insbesondere die für das Projekt relevanten Meldungen zu Herkunft, während der gesamte Wassereinsatz für die meisten Teil-Grundwasserkörper sichtbar war. In der Folge wurden die Meldungen von Teil-Grundwasserkörpern so zusammengefasst, dass zumindest für größere Regionen Aussagen abzuleiten waren. Brunnenentnahmen wurden dabei aufgrund ihrer Bedeutung für die Mengenbilanzierung im Rahmen des Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplanes vorrangig berücksichtigt.

- Im Abgleich mit den auf den Konsensmengen der Wasserbücher beruhenden Erhebungen des Projektes „Wasserschatz Österreichs“ wurden nicht plausible Werte hinsichtlich der Zuordnung von Wassermengen zu Herkunftsbereichen in der Zusatzerhebung der Gütereinsatzenerhebung 2018 identifiziert. Da die Abklärung und Revision dieser Angaben aufgrund der Geheimhaltungsvorgaben ebenfalls durch die Statistik Austria vorgenommen werden musste, standen revidierte Daten erst mit Projektabschluss zur Verfügung.
- Bei der Erstellung der Wasserbilanz wurde für einzelne Teil-Grundwasserkörper festgestellt, dass insbesondere Oberflächengewässerentnahmen, die sich aus der Gütereinsatzenerhebung ableiten würden, im Vergleich zum Dargebot nicht plausibel sind. Es wurde rückgeschlossen, dass in diesem Fall die Betriebsadresse in einem anderen Teil-Grundwasserkörper liegen muss als die Entnahmestelle. Eine Detailaufklärung war aufgrund der Geheimhaltungsvorgaben nicht möglich.

Trotz der methodischen Herausforderungen hinsichtlich des Datensatzes zum Wassereinsatz aus der Gütereinsatzenerhebung 2018 lieferte dieser insbesondere für Grundwasserkörper mit einem hohen Anteil von Industriebetrieben (Cluster) und einem hohen Wassereinsatz eine wesentliche Datengrundlage zur Abschätzung des Wasserbedarfs für den Produzierenden Bereich (siehe Vorgangsweise am Kapitelende).

Zusätzlich wurden die auf Ebene der Bundesländer aggregierten Daten der Gütereinsatzenerhebung zum Wasserverbrauch mit den Detailangaben zu Wassermengen aus Fremdbezug und Selbstförderung sowie der Aufteilung der Wassermengen nach Herkunft und Nutzung zur generellen Plausibilisierung herangezogen. Außerdem erlaubte der Vergleich mit weiteren das jeweilige Bundesland betreffenden Informationen, wie der Struktur der Gewässerlandschaft, der vorherrschenden Hydrogeologie und der industriellen Entwicklung die Identifizierung von Verteilungsmustern des eingesetzten Wassers nach Herkunft und Nutzung.

EMAS-Register

Eine weitere Datengrundlage für die Erhebung von Daten zum tatsächlichen Wasserbedarf von Betrieben des Produzierenden Bereiches ist das EMAS-Register¹¹ mit den betrieblichen Umwelterklärungen entsprechend EMAS-Verordnung (EG) Nr. 1221/2009 (EMAS III) und Umweltmanagementgesetz (UMG2001 i.d.g.F.). Die Kurzbezeichnung EMAS steht für „Eco Management and Audit Scheme“.

An EMAS III freiwillig teilnehmende Organisationen veröffentlichen eine Umwelterklärung, in der sie u. a. auf Basis von Umweltkennzahlen und -indikatoren über die Auswirkungen ihrer Tätigkeiten auf die Umwelt (direkt oder indirekt), ihre Umweltleistung und ihre Umweltziele berichten. Die Umwelterklärung und das Umweltmanagementsystem werden regelmäßig von einem unabhängigen Umweltgutachter geprüft. Validierte Umwelterklärungen, die alle Anforderungen von EMAS III erfüllen, werden in einer vom Umweltbundesamt geführten Datenbank – dem EMAS-Register – verzeichnet.

Hinsichtlich des betrieblichen Wassereinsatzes ist entsprechend EMAS III der gesamte Wasserverbrauch ein verpflichtend zu berichtender Kernindikator und kann als „gesamter jährlicher Wasserverbrauch in m³“ oder „Gesamtwasserverbrauch in m³ pro Mitarbeiterin/Mitarbeiter oder Produktionseinheit bzw. t Output“ berichtet werden. Neben den nach EMAS III verpflichtenden Kernindikatoren können EMAS-Organisationen weitere Umweltleistungsindikatoren bilden, um die Umweltprozesse optimal zu steuern. Optionale den Wasserbedarf betreffende Indikatoren können Wasserverbräuche gegliedert nach Prozessen (z. B. Produktion, Sanitärbereich, Kühlung), Herkunft (z. B. Brunnen, Regenwasserzisterne) sowie in Bezug auf operative Leistungskennzahlen (Input z. B. Frischwasser/Output Abwasser) abbilden.

Für das Projekt „Wasserschatz Österreichs“ wurden Umwelterklärungen aus dem EMAS-Register bzw. aus ergänzender Internetrecherche hinsichtlich des betrieblichen Wasserverbrauchs ausgewertet. 82 der insgesamt 216 Umwelterklärungen enthielten Informationen von Unternehmen und Betrieben aus dem Bereich Industrie und produzierendes Gewerbe (ÖNACE B-F, siehe Kapitel 4.4.4.1) mit Angaben zum Frischwasserverbrauch. Die Betriebsadressen wurden soweit möglich mit den Informationen zu Wassernutzungsanlagen und -entnahmestellen entsprechend Wasserbuch abgeglichen. Waren detaillierte

¹¹ [Das betriebliche Umweltmanagementsystem \(umweltbundesamt.at\)](http://umweltbundesamt.at)

Informationen zur Herkunft und Nutzung des eingesetzten Wassers in den Umwelterklärungen vorhanden, wurden diese in der Methode zur Abschätzung des Wasserbedarfs für den Produzierenden Bereich berücksichtigt.

Umwelterklärungen waren hilfreich, um einen besseren Branchen Einblick in die Wassernutzung und -herkunft sowie punktuelle Entnahme- und Nutzungsdaten für das Projekt „Wasserschatz Österreichs“ zu gewinnen. Da Umwelterklärungen aber nicht jährlich, sondern unregelmäßig erstellt werden, stellen sie keine gesicherte Quelle für jahresbasierte Erhebungen dar.

GRI-Nachhaltigkeitsberichte

Nachhaltigkeitsberichte entsprechend den Standards der Global Reporting Initiative (GRI)¹² liefern ebenfalls Informationen zu Tätigkeiten und Leistungen von Unternehmen und Organisationen im Hinblick auf die nachhaltige Entwicklung. Die GRI-Nachhaltigkeitsberichte sind über eine internationale Datenbank öffentlich zugänglich¹³.

Die Richtlinie GRI 303 standardisiert die Berichterstattung zum Thema Wasser und Abwasser. Der GRI-Standard kann von Organisationen jedweder Größe, Art, Branche oder geografischer Lage angewandt werden, die ihre Auswirkungen bezüglich dieses Themas offenlegen möchten. Pflichtanforderungen entsprechend GRI 303-Standard umfassen Angaben zu Wasserentnahmen nach Quelle, zur Wasserrückführung nach Zielort und zum Wasserverbrauch.

Angaben werden jedoch häufig auf Unternehmensebene gemacht und lassen sich deshalb nicht zwangsläufig auf die Betriebsstandorte und Entnahmestellen in den tatsächlich genutzten Einzugsgebieten oder Wasserkörpern umlegen. Im Rahmen des Projektes „Wasserschatz Österreichs“ wurden Nachhaltigkeitsberichte einzelner Großunternehmen als Datenquelle für die Abschätzung des Wasserbedarfs herangezogen.

¹² <https://www.globalreporting.org/how-to-use-the-gri-standards/gri-standards-german-translations>

¹³ <https://database.globalreporting.org>

Emissionsregister (nach EmRegV-OW)

Das Emissionsregister EmRegV-OW, BGBl. II Nr. 207/2017 (EMREG-OW), dient zur Erfassung aller wesentlichen **stofflichen** Belastungen von Oberflächenwasserkörpern durch wesentliche Emittenten.

Wesentliche Emittenten sind kommunale Kläranlagen ab einer Bemessungsgröße von 2000 Einwohnereinheiten und abwasseremittierende Industriebetriebe, die unter die Industrie-Emissions-Richtlinie 2010/75/EU fallen. Des Weiteren werden Lebensmittelindustriebetriebe, die der Richtlinie für kommunales Abwasser 91/271/EWG unterliegen, erfasst¹⁴.

Da im EMREG-OW nur die richtlinienrelevanten, durch stoffliche Emissionen gekennzeichneten, Abwassermengen (Teilströme) in die Oberflächengewässer erfasst werden, wird der auf Basis von EMREG-Daten abgeschätzte Gesamtwasserbedarf den tatsächlichen betrieblichen Gesamtwasserbedarf signifikant unterschätzen. Eine Aussage zur Herkunft des in den Betrieben eingesetzten Wassers aus Brunnen, Quellen oder Oberflächengewässern lässt sich auf Basis der EMREG-Daten nicht treffen.

Einige Betriebe leiten ihre Abwässer (Teilstrom) über kommunale Kläranlagen in das Oberflächengewässer. Meldepflichtige kommunale Kläranlagen berichten zwar in EMREG-OW, aber der Anteil der betrieblichen Abwässer ist nicht ausgewiesen. Für eine regelmäßige jährliche Abschätzung der eingesetzten Wassermengen auf Branchenebene stellt EMREG-OW daher keine ausreichende Datengrundlage dar.

Im Projekt „Wasserschatz Österreichs“ wurden EMREG-OW-Daten der Jahre 2015–2017 für die Plausibilisierung der Abschätzung des Wasserbedarfs auf Grundwasserkörperebene und von einigen einzelnen Betrieben herangezogen.

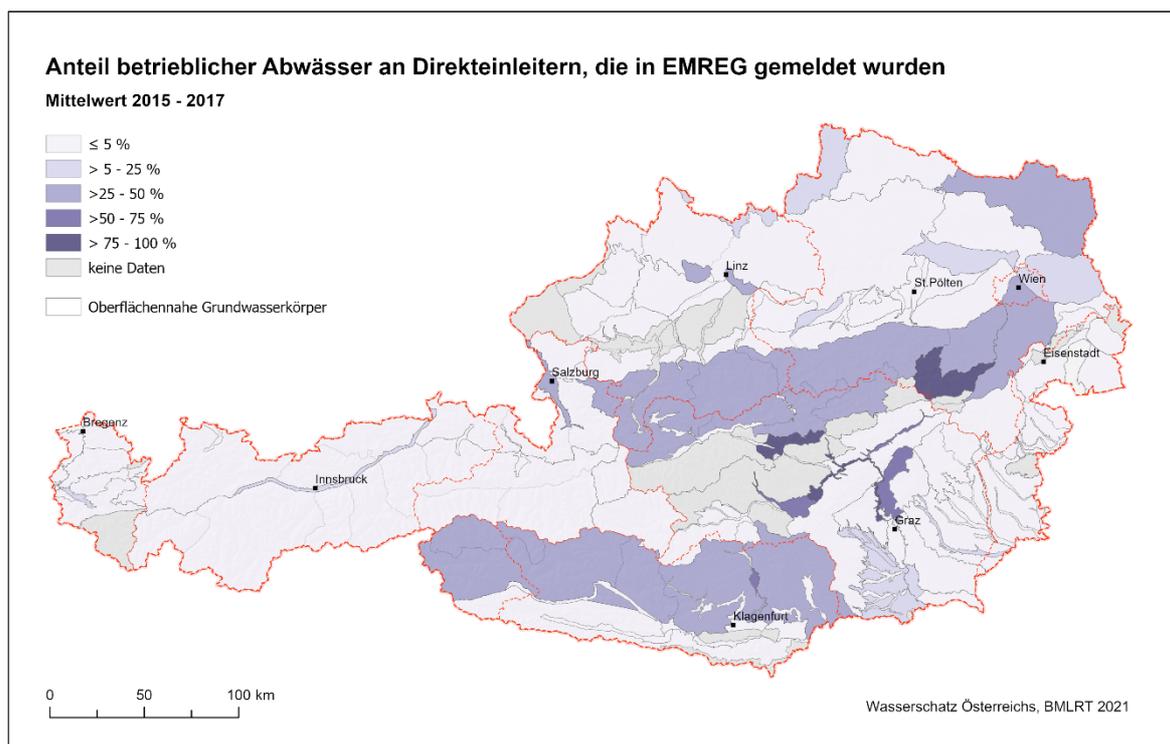
Die räumliche Verteilung der betrieblichen Abwassermengen nach EMREG-OW spiegelt die industriellen Schwerpunktregionen in Österreich wider, siehe Abbildung 44. Relevante (> 100.000 m³/a) betriebliche Abwassermengen (Direkteinleiter) entsprechend EMREG-OW entfallen demnach auf folgende Grundwasserkörper:

- Planungsraum Donau bis Jochenstein [DBJ]: Unteres Salzachtal, Inntal, Zentralzone;

¹⁴ <https://www.bmlrt.gv.at/wasser/wisa/emissionsregister-emreg-ow/emissionen.html>

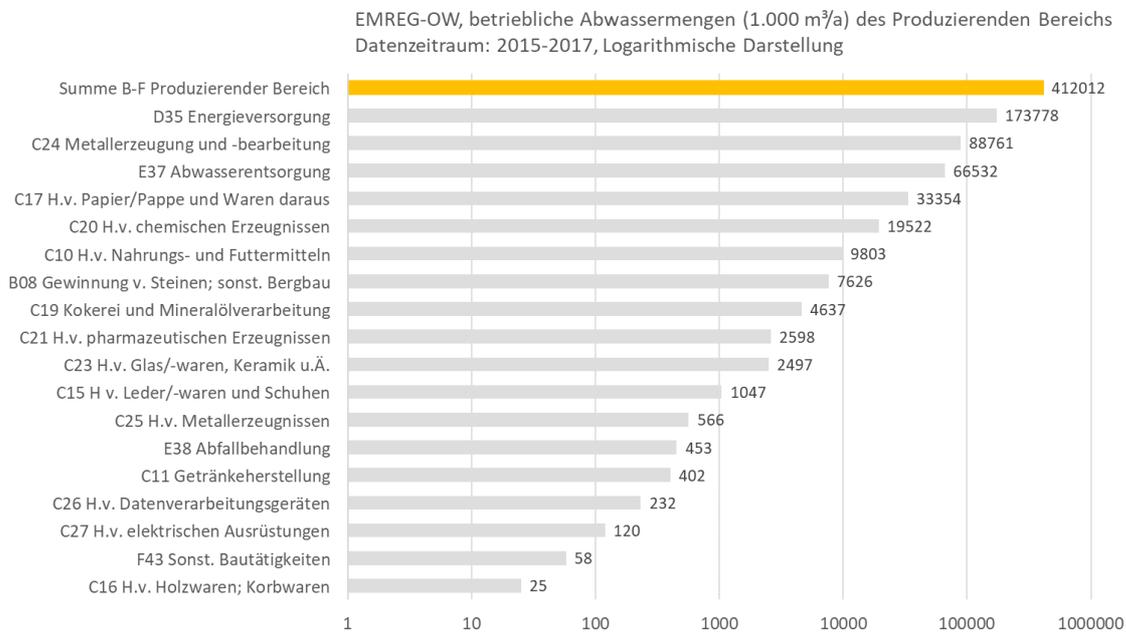
- Planungsraum Drau [DRA]: Zentralzone, Krappfeld, Klagenfurter Becken, Drautal;
- Planungsraum Donau unterhalb Jochenstein [DUJ]: Südliches Wiener Becken, Linzer Becken, Vöckla - Ager - Traun - Alm, Ybbstal/Ybbser Scheibe, Nördliche Kalkalpen, Eferdinger Becken, Marchfeld, NÖ Alpenvorland, Tullnerfeld, Welser Heide;
- Planungsraum Elbe [ELB]: Böhmisches Masse;
- Planungsraum Leitha, Raab, Rabnitz [LRR]: Nördliche Kalkalpen, Raabtal;
- Planungsraum Mur [MUR]: Mittl. Murtal Knittelfeld bis Bruck/Mur, Aichfeld-Murboden, Murdurchbruchstal, Mürz, Weststeirisches Hügelland, Kainach, Grazer Bergland östlich der Mur, Leibnitzer Feld, Lassnitz, Stainzbach;
- Planungsraum Rhein [RHE]: Walgau, Rheintal.

Abbildung 44: Anteil der betrieblichen Abwassermengen an Direkteinleitern, die in EMREG gemeldet wurden (Mittelwert 2015–2017)



Quelle: EMREG-OW

Abbildung 45: Branchenspezifische betriebliche Abwassermengen nach EMREG-OW; Mittelwert des Zeitraums 2015–2017 für ÖNACE-2008-Abteilungen des Produzierenden Bereichs, dargestellt in absteigender Rangfolge.



Quelle: Umweltbundesamt, EMREG-OW

BAT-Referenz-Dokumente (BREF), Stand der Technik

Eine weitere Datengrundlage, die für die Erhebung von Informationen zum Wasserbedarf von Industriebetrieben überprüft wurde, sind die BAT-Referenz-Dokumente (BREF) entsprechend Industrieemissionsrichtlinie (IE-RL, IED; RL2010/75/EU).

Die IED regelt die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung infolge industrieller Tätigkeiten und sieht dazu die Anwendung des Standes der Technik (BVT – beste verfügbare Technik) vor. So sollen Emissionen in Luft, Wasser und Boden sowie der Anfall von Abfällen vermindert und Ressourcen und Energie effizient eingesetzt werden. Der Stand der Technik (englisch: BAT – best available techniques) wird auf europäischer Ebene in BAT-Referenz-Dokumenten (englisch: BREF) beschrieben. Zur Vorbereitung der BREFs werden nationale Dokumente erstellt, die den Stand der Technik in den jeweiligen Branchen und an ausgewählten Produktionsstandorten beschreiben und somit technische Informationen einzelner Betriebe beinhalten.

Die BVT-Dokumente sind grundsätzlich auf industrielle Emissionen ausgerichtet, die manchmal um Informationen zum Frischwasser- bzw. zum spezifischen Wasserverbrauch ergänzt sind. Überprüft wurden nur Berichte deren Datenerhebungszeitraum Projektrelevanz hatte, d. h. ab 2013 – aktuell. Überprüft wurden die Branchen:

- Eisenmetallverarbeitung (Fallmann et al., 2016),
- Textilindustrie (Moser, 2016),
- Schlachthäuser und Tierverwertungsanlagen (Waxwender et al., 2016),
- Anlagen zur Oberflächenbehandlung mit organischen Lösungsmitteln (Moser und Svehla, 2015) und
- Span- und Faserplattenindustrie (Svehla-Stix und Winter, 2013).

Zusätzlich wurden die Dokumente auf Informationen zur Herkunft, Nutzung und Rückführung des eingesetzten Wassers überprüft.

Branchenberichte

Für die Zuordnung von Betrieben des Sektors Industrie und Gewerbe zu Wasserrechten entsprechend Wasserbuch wurden diverse Branchenberichte (Verband der Brauereien Österreichs, 2018; Austropapier, 2019) herangezogen.

Sachverständige und Expertinnen und Experten

Der Zugang zum Wasserbuch in digitaler Form ist für die Öffentlichkeit eingeschränkt. Einen wesentlichen Beitrag zu Bereitstellung der Daten für das Team des Projektes „Wasserschatz Österreichs“ lieferten daher die Wasserbuchführerinnen und -führer. Sie haben die Daten aus den Wasserinformationssystemen zusammengestellt, wofür in manchen Fällen die Erstellung von zusätzlichen Abfragskripten erforderlich war. Um abzuklären, ob eine Wasserentnahme bilanzrelevant ist, ob sie von Obflächengewässern beeinflusst ist, in welchen Wasserkörper die Rückführung erfolgt oder welcher Nutzungszweck vorliegt, war fallweise die Einsichtnahme in die Einreichunterlagen oder Bescheide erforderlich. Auch für diese Fragestellungen waren die Wasserbuchführerinnen und -führer die ersten Ansprechpersonen.

Wasserbuchführerinnen und -führer sowie Sachverständige der Bundesländer verfügen aber auch aktuelle und lokale Kenntnisse über die Betriebe. Beispielsweise, wofür das Wasser verwendet wird, in welchem Ausmaß der Konsens genutzt wird, ob es eine

Änderung bei den Besitzverhältnissen (und damit verbunden möglicherweise ein geänderter Verwendungszweck) gibt oder ob der Betrieb überhaupt noch arbeitet. Mit ihrem Wissen haben sie zum besseren Verständnis der Betriebsaktivitäten, beim Schließen von Datenlücken und beim Plausibilisieren der Schätzungen einen wichtigen Beitrag geleistet.

Neben dem Austausch und der Bereitstellung von Informationen durch Expertinnen und Experten der öffentlichen Verwaltung hat auch der Austausch mit Expertinnen und Experten weiterer Institutionen in Österreich aber auch aus anderen EU-Ländern zu einem besseren Verständnis der Branchensituation, der Nutzungsarten und der erwarteten Entwicklungen sowie zu verbesserten Abschätzungen der Entnahmemengen beigetragen.

Vorgangsweise

Wie oben beschrieben, war aufgrund der verfügbaren Daten letztendlich keiner der in Abbildung 43 dargestellten Erhebungspfade für den Wasserbedarf des Sektors Industrie und Gewerbe (Produzierender Bereich) vollständig umsetzbar. Deshalb musste ein pragmatischer Ansatz zur Abschätzung des Wasserbedarfs in diesem Bereich unter Berücksichtigung aller im Projektzeitraum verfügbaren Daten gefunden werden.

Ziel war die Ermittlung der unteren Grenze der tatsächlichen Brunnen- und Oberflächengewässer-Entnahmemengen in jedem Grundwasserkörper. Dazu wurden tatsächliche Entnahmemengen (Realdaten) und bewilligte Entnahmemengen (Konsense) je nach Datenlage auf Grundwasserkörperebene in folgender Weise zusammengeführt:

- Identifizierung aller relevanten Wasserrechte und Konsensmengen des Sektors Industrie und Gewerbe je Teil-Grundwasserkörper, d. h.:
 - Identifizierung von Betrieben mit Konsensmengen $\geq 100.000 \text{ m}^3/\text{Jahr}$ bei einer Häufung von Wasserrechten des Sektors Industrie und Gewerbe im Teil-Grundwasserkörper,
 - Identifizierung von Betrieben mit Konsensmengen $\geq 10.000 \text{ m}^3/\text{Jahr}$ in Teil-Grundwasserkörpern mit wenigen oder einzelnen Wasserrechten des Sektors Industrie und Gewerbe,
- Zuordnung von tatsächlichen Entnahmemengen aus folgenden Datenquellen zum Teil-Grundwasserkörper:
 - Gütereinsatzerhebung 2018,
 - Fragebogenerhebung Umweltbundesamt 2020,

- EMAS-Umwelterklärungen, Nachhaltigkeitsberichte, BREF-Dokumente,
- Zuordnung von Konsensmengen mit einem Ausnutzungsgrad von 50 % bei nicht durch Realdaten abgedeckten relevanten Wasserrechten des Sektors Industrie und Gewerbe im Teil-Grundwasserkörper,
- Plausibilisierung und Lückenfüllung (Vergleich Konsense – Realentnahmen, Rückmeldungen der Bundesländerexpertinnen und -experten),
- Aggregation auf Grundwasserkörperebene.

Quellnutzungen für den Sektor Industrie und Gewerben konnten aufgrund der unzureichenden Datengrundlagen, insbesondere der fehlenden Angaben zu Konsensmengen und dem unverhältnismäßig hohen Aufwand zur Identifizierung von Betrieben, auf diese Weise letztendlich nicht erhoben werden. Angemerkt sei, dass die Daten aus der Gütereinsatzstatistik indiziert haben, dass Quellnutzungen für den Sektor Industrie und Gewerbe einen geringen Anteil am Wassereinsatz haben.

4.4.5 Ausgewählte Dienstleistungen

Im Rahmen der Projektabgrenzung wurde vereinbart, dass für den Bereich Dienstleistungen die Entnahmen für die Beschneidung von Skipisten und die Entnahmen für die Bewässerung von Golfplätzen Gegenstand der Bearbeitung sein sollen. Der Wasserbedarf für den Tourismus und für Schwimmbäder wird zum größten Teil aus dem Leitungsnetz der zentralen Wasserversorgung abgedeckt. Es gibt zwar Hotels, die mit Wasser aus der eigenen Hausquelle werben, jedoch sind die Wasserentnahmen in diesem Bereich vernachlässigbar gering.

Golf

Um den Wasserbedarf für die Bewässerung von Golfanlagen ermitteln zu können, wurden zunächst alle Golfplätze in Österreich lokalisiert. In dem zu Grunde liegenden Datensatz aus dem Jahr 2011 gibt es 147 verortete Golfplätze in Österreich. Der Datensatz, der auch über Open Data Österreich zugänglich ist, beinhaltet eine Kartierung aus Orthofotos in Kombination mit einem Verzeichnis aller Golfplätze in Österreich (Golf-Handbuch). Wie in Tabelle 13 ersichtlich sind die meisten Golfplätze in Österreich 18-Loch-Plätze und rund 50 ha groß. Die Gesamtfläche aller Golfplätze beläuft sich auf rund 6.300 ha.

Tabelle 13: Statistik Golfplätze

Kategorie	Anzahl Golfplätze	Median Fläche	Mittelwert Fläche	Maximale Fläche
6-Loch-Platz	1	-	-	19,8 ha
9-Loch-Platz	51	16,9 ha	24,0 ha	157,0 ha
10-Loch-Platz	1	-	-	89 ha
18-Loch-Platz	91	49,7 ha	51,3 ha	145,4 ha
27-Loch-Platz	2	98,4 ha	98,4 ha	112,6 ha
45-Loch-Platz	1	-	-	94,0 ha

Quelle: Umweltbundesamt, (data.umweltbundesamt.at) Stand: 2011

Zunächst wurden für die Ermittlung des Wasserbedarfs für die Bewässerung die Einträge aus den Wasserbüchern der Bundesländer in Hinblick auf Konsensmengen für Golfplätze ausgewertet und mit den bereits von der Geologischen Bundesanstalt ausgewerteten Wasserbucheinträge (Almer et al., 2019) abgeglichen. Die Konsensdaten aus den Wasserbüchern ergeben allerdings keinen Hinweis auf den tatsächlichen Verbrauch für die Bewässerung von Golfplätzen. Die Konsensvergabe basiert ausschließlich auf der maximalen Entnahmemenge für den jeweiligen Berechtigten. Zum Teil gibt es Informationen über den maximalen Gesamtkonsens, teilweise liegen aber nur Informationen über die maximale Entnahmemenge in l/s vor, was eine Abschätzung erschwert.

Für die Ermittlung des tatsächlichen Wasserverbrauchs wurde somit auf Echtdate aus Umweltverträglichkeitsprüfungen (UVP) (UVP Genehmigungsdatenbank¹⁵) zurückgegriffen. Es liegen die Bewässerungsaufzeichnungen von insgesamt 13 Golfplätzen vor, die für die Ermittlung des Wasserbedarfs herangezogen werden konnten. Es gibt keinen Zugang zu umfassenderen tatsächlichen Verbrauchsdaten für die Bewässerung von Golfplätzen. Weder Einzeldaten noch Zeitreihen sind verfügbar.

Aus den Daten der Umweltverträglichkeitsprüfungen ergibt sich für den Wasserbedarf zur Bewässerung von Golfplätzen ein mittlerer Wert (Median) von 646 m³/ha. Dieser Wert wird als Schätzwert für die weiteren Berechnungen herangezogen. Die Bandbreite reicht von 130 bis 2500 m³/ha. Die Lage der Golfplätze wurde mit den Teil-Grundwasserkörpern verschnitten, um die Flächen der Golfplätze den einzelnen Grundwasserkörpern zuzuordnen

¹⁵ <https://www.umweltbundesamt.at/umweltthemen/uvpsup/uvpoesterreich1/uvp-dokumentation>

zu können. Die jeweiligen Flächen wurden mit dem Schätzwert des Wasserbedarfs für die Bewässerung von Golfplätzen (Median aus den Verbrauchsmengen der Umweltverträglichkeitsprüfungen) hochgerechnet.

Die Wasserentnahmen der einzelnen Anlagen wurden nach Kenntnisstand der Herkunft des Wassers zu Oberflächengewässern, Porengrundwasser oder Quellen zugeordnet. Wenn keine Kenntnis über die Herkunft gegeben ist, wurde angenommen, dass bei Grundwasserkörpern, die vorwiegend Porengrundwasser führen, die Herkunft das Porengrundwasser ist und bei Karst- und Kluftgrundwasserkörpern das Wasser aus Quellen stammt. Aus den Bescheiden der Wasserbücher ist die Entnahme aus Oberflächengewässern verfügbar und wurde entsprechend übernommen.

Beschneigung

In Österreich gibt es gemäß Fachverband Seilbahnwirtschaft rund 23.700 ha Pistenfläche, wovon rund 70 % beschneit werden können (Wirtschaftskammer Österreich, 2019). Die Beschneigung hat sich innerhalb der letzten 3–4 Jahrzehnte großräumig auf Österreichs Pisten etabliert. Mittlerweile geht die österreichische Seilbahnwirtschaft von 25.000 bis 30.000 Beschneigungsgeräten in Österreichs Skigebieten aus (Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, 2019). Dementsprechend ist der Wasserbedarf für die Beschneigung kontinuierlich angestiegen und kann auf regionaler Ebene mittlerweile eine relevante Wassernutzung darstellen. Für die Ermittlung des Wasserbedarfs auf Teil-Grundwasserkörper-Ebene muss auf kleinräumige Daten zurückgegriffen werden. Um zu genaueren, regionalen Daten zu gelangen wurden die zuständigen Stellen in den Bundesländern kontaktiert sowie die Daten aus den Wasserbüchern für die Beschneigung ausgewertet und analysiert. Darüber hinaus wurden die somit ermittelten Daten mit den Erhebungen der Geologischen Bundesanstalt abgeglichen (Almer et al., 2019), die bereits im Jahr 2019 eine umfangreiche Erhebung der Wasserbucheinträge in Österreich vorgenommen hat.

Laut Informationen aus den zuständigen Fachabteilungen der Bundesländer ist davon auszugehen, dass die in den Wasserbüchern angeführten Konsensmengen für die Beschneigung zur Gänze eingesetzt werden. Auf dieser Grundlage aufbauend, wurden die Wasserbuchdaten je nach Datenlage für die Wasserentnahmen im Grundwasserkörper herangezogen und dort, wo zusätzlich Informationen zur Pistenfläche oder zur beschneiten Fläche verfügbar waren miteinander abgeglichen. Die Datenlage ist von Bundesland zu

Bundesland unterschiedlich und somit musste auf den ungleichen Datenstand in der Methodik Rücksicht genommen werden.

In Tirol und Salzburg war durchwegs eine gute Datenbasis hinsichtlich der Konsense aus den Wasserbüchern und auch der Informationen zur beschneiten Fläche bzw. Pistenfläche vorhanden. In Vorarlberg und Oberösterreich gab es eine gute Datenlage zu den Pistenflächen, weshalb hier auf Basis der Information zur beschneiten Fläche (70 % der Pistenflächen) der Wasserbedarf berechnet wurde. Für Kärnten lagen Informationen zu den tatsächlich beschneiten Flächen vor, welche somit als Berechnungsgrundlage dienten. In der Steiermark sowie in Niederösterreich waren keine Daten zur beschneiten Fläche oder den Pistenflächen verfügbar und somit wurden die Wasserbuchdaten herangezogen.

Für die Berechnung des aktuellen Wasserbedarfs wurde dort, wo keine Wasserbuchdaten vorhanden sind, für die beschneite Fläche ein Jahreswasserbedarf von 3.000 m³/ha angenommen. Dieser Wert wird von der österreichischen Seilbahnwirtschaft (Wirtschaftskammer Österreich, 2019) sowie im Beschneiungsleitfaden der Bundesländer (Land Salzburg, Fachabteilung 4/3 Wasserwirtschaft, 2011) als mittlerer Wert für gesamt Österreich angegeben. Diese Annahme für den aktuellen Wasserbedarf stellt eine eher am unteren Rand dar, wurde jedoch aufgrund der Datenunsicherheit trotzdem herangezogen.

Neuere Untersuchungen (ÖWAV-Regelblatt 210, ÖWAV, 2021) schätzen den derzeitigen Jahreswasserbedarf auf 3.600 bis 4.600 m³/ha, was sich auch in der Datenlage der Bundesländer, die Informationen zu Konsensen in Kombination mit Informationen zur beschneiten Fläche zur Verfügung gestellt haben (Tirol und Salzburg), bestätigt.

Die Wasserrechtsbewilligungen sind häufig mit einer Höchstentnahmemenge in l/s und einem saisonal erlaubten Zeitraum für die Entnahmen versehen. Damit wird auf die regionalen hydrologischen Bedingungen Rücksicht genommen. Vor allem bei der Entnahme aus Fließgewässern müssen Niederwasserbedingungen berücksichtigt werden. Um die großen Wassermengen innerhalb kurzer Zeit zur Verfügung zu haben werden Speicherbecken angelegt, die zu Zeiten mit mehr verfügbarem Wasser wie zur Schneeschmelze und im Sommer befüllt werden und innerhalb von kurzer Zeit für die Grundbeschneigung genutzt werden können. Nach der Grundbeschneigung können diese Speicher erneut befüllt werden, um im weiteren Verlauf der Saison für die Beschneigung genutzt zu werden. In Österreich gibt es rund 450 Speicherbecken (Wirtschaftskammer Österreich, 2019), die für die Speicherung von Wasser für die Beschneigung Verwendung finden.

4.5 Methoden zur regelmäßigen Aktualisierung der Daten

Neben dem Ziel fundierte Planungsgrundlagen für die langfristige wasserwirtschaftliche Planung als Grundlage für die Sicherstellung der Versorgungs- und Ernährungssicherung und der Sicherung des Wirtschaftsstandortes sind auch die Anforderungen unterschiedlicher Berichtsverpflichtungen Österreichs mit zu berücksichtigen. Ein wesentliches Ergebnis des Projektes „Wasserschatz Österreichs“ war auch die Bereitstellung der mit den Expertinnen und Experten der Länder abgestimmten Datengrundlage für die mengenmäßige Zustands- und Risikobewertung für den NGP gemäß WRRRL. Ergänzend ergeben sich Datenanforderungen der Europäischen Umweltagentur (EEA), von Eurostat (Joint Questionnaire und Regional Questionnaire), zu den SDGs und vielen weiteren Indikatoren. Teilweise decken sich Datenanforderungen der unterschiedlichen Institutionen, sind aber überwiegend hinsichtlich Frequenz, räumlicher und zeitlicher Auflösung unterschiedlich.

Im Hinblick auf die wasserwirtschaftlichen Herausforderungen, sei es durch klimawandelbedingte oder durch sozioökonomische Änderungen (z. B. Bevölkerungszunahme), ist die Verfügbarkeit möglichst aktueller Daten zu verfügbaren Wasserressourcen und Wasserbedarf auf regionaler Ebene wesentlich. Daher werden im Folgenden Vorgangsweisen für mögliche regelmäßige Aktualisierungen für die unterschiedlichen wirtschaftlichen Sektoren und für die verfügbaren Grundwasserressourcen dargestellt.

4.5.1 Wasserversorgung

4.5.1.1 Wasserbedarfsmodell

Um in Zukunft das Wasserbedarfsmodell aktualisieren zu können, wurde eine Vorlage erstellt, mit der für jede Gemeinde unter Einbezug von Realdaten ein Wasserbedarfswert bestimmt werden kann. Weitere Details zur Aktualisierung der Daten finden sich im Endbericht zum Forschungsprojekt „Wasserschatz Österreichs – Bedarfsmodell Wasserversorgung“ (Neunteufel et al., 2021).

Die Vorlage ist nicht dafür geeignet, Daten unterschiedlicher Jahre zu speichern, sondern für das Betrachtungsjahr neue Werte zu berechnen. Für eine Zusammenstellung der Werte über mehrere Jahre müssen die Modellwerte in eine weitere Datei geladen werden.

4.5.1.2 Bezugsquellen für Einflussfaktorendaten

Die im Tabellenblatt „Wasserbedarfsmodell“ 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, 2019),
- Nebenwohnsitze: Nebenwohnsitzfälle bzw. weitere Wohnsitze je Gemeinde lt. ZMR bzw. Registerzählung der Abgestimmten Erwerbsstatistik der Statistik Austria (Statistik Austria, 2020a),
- Pendlerinnen und 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).

4.5.1.3 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.

Details zur Anpassung der Liste der Wasserherkunft finden sich im Endbericht zum Forschungsprojekt *Wasserschatz Österreichs – Bedarfsmodell Wasserversorgung* (Neunteufel et al., 2021). 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 zurückliegt, desto größer werden allerdings die Unschärfen, die sich durch neue Wasserrechte, geänderte Entnahmesituationen, Erweiterungen, Zusammenschlüsse oder Verbände ergeben.

In der Ergebniszusammenstellung der Wasserherkunft (Liste mit Prozentwerten der Wasserherkunft jeder Gemeinde zu den einzelnen Teil-Grundwasserkörpern) 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 den 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.

4.5.2 Land- und Forstwirtschaft

Die Aktualisierung der Wasserbedarfsdaten kann für den Bereich Land- und Forstwirtschaft im Hinblick auf den Bedarf für die **Viehtränke** mit folgenden Datengrundlagen und Berechnungsschritten jährlich aktualisiert werden.

Basierend auf den jährlichen Invekos- und VIS-Daten zu den Tierzahlen kann der Wasserbedarf mit den Kennwerten für die Viehtränke entsprechend der in Kapitel 4.4.3.2 beschriebenen Methode ermittelt werden. Aufgrund der Leistungssteigerung in der Viehzucht und der klimawandelbedingten Zunahme von Hitzetagen ist zu empfehlen, tatsächliche Wasserbedarfsdaten bei ausgewählten repräsentativen Viehbetrieben unterschieden nach Tierarten zu erfassen, um die Kennwerte validieren und anpassen zu können. Für die Abschätzung des künftigen Wasserbedarfs für die Viehhaltung wurden bereits höhere spezifische Wasserbedarfswerte je Tier herangezogen.

Tabelle 14: Datengrundlagen und ergänzende Informationen zur Aktualisierung der Wasserbedarfsdaten für Vieh

	Frequenz	Bestehend	Ergänzend	Anmerkung
Invekos L05	Jährlich	Viehzahlen je Tierart auf Gemeindeebene		
Invekos L048	Jährlich	Rinderzahlen auf Gemeindeebene		
VIS	Jährlich	Viehzahlen je Tierart auf Gemeindeebene		
ASE 2020	Alle 10 Jahre	Allgemeine Viehzählung		
Kennzahlen			Erhebung tatsächlicher Bedarfsdaten bei repräsentativen Viehbetrieben	Bisherige Kennzahlen veraltet

Der landwirtschaftliche **Bewässerungsbedarf** kann basierend auf der vorhandenen Datengrundlage nicht jährlich aktualisiert werden. Dafür sind noch wesentliche ergänzende Informationen, vor allem Daten zu tatsächlich bewässerten Flächen und zu Bewässerungsmengen notwendig.

Für die Ermittlung des landwirtschaftlichen Bewässerungsbedarfes sind zwei wesentliche Komponenten, die bewässerte Fläche und der spezifische Bewässerungsbedarf ausschlaggebend. Beide Faktoren sind maßgeblich durch das jährliche Wettergeschehen, die Fruchtarten und weitere naturräumliche Faktoren, wie z. B. die Bodeneigenschaften beeinflusst. Sowohl auf Bundesebene als auch auf Bundesländerebene liegen dazu keine strukturiert auswertbaren Zeitreihen vor. Die letzte bundesweite Erhebung von bewässerten und bewässerbaren Flächen und von Bewässerungsmengen wurde im Rahmen der ASE 2010 durchgeführt. Für einige Bewässerungsregionen wie dem Marchfeld und dem Eferdinger Becken sind Aufzeichnungen ausgewählter Bewässerungsgenossenschaften vorhanden, die allerdings teilweise nicht vollständig sind und z. B. keine Angabe der bewässerten Flächen bzw. der bewässerbaren Flächen enthalten.

Um den wasserwirtschaftlichen Herausforderungen u. a. im Zusammenhang mit den klimawandelbedingten Änderungen vorausschauend zu begegnen, ist es notwendig, in den bekannten Bewässerungsregionen jeweils repräsentative Wasserrechtsinhaber für landwirtschaftliche Bewässerung auszuwählen und detaillierte bewässerungsrelevante Informationen zu erheben. Die erfassten Daten sollen als Grundlage für die Hochrechnung auf die Gesamtheit der Bewässerungsmengen genutzt werden. Dazu ist u. a. das Wissen über die gesamte bewässerbare Fläche, die bewässerte Fläche, die Bewässerungsmengen und die bewässerten Hauptfruchtarten in der jeweiligen Bewässerungsregion notwendig. Angaben dazu sind zwar in den Bewässerungsbewilligungen hinsichtlich maximal bewilligter Konsensmengen enthalten, aber nicht in digital auswertbarer Form. Im Rahmen der ASE werden alle drei Jahre Daten auf Bundeslandebene erfasst, wobei alle 10 Jahre eine Vollerhebung durchgeführt wird. Der Erhebungsumfang zur Bewässerung ist aber unterschiedlich.

Der Aufwand für die Datenerfassung von Bewässerungsmengen soll möglichst gering gehalten und der Ansatz des „report once – use many times“ weiterverfolgt werden. Daher ist vor Etablierung einer zusätzlichen Berichtsverpflichtung die Erweiterung bzw. Ergänzung vorhandener verpflichtender Berichtsschienen in Hinblick auf die Anforderungen der Erhebung signifikanter Wasserentnahmen für die Bewässerung zu prüfen. Es könnten dafür bereits etablierte Datenströme, wie z. B. der AMA-Mehrfachantrag herangezogen und modifiziert werden. Dazu ist aber unerlässlich, dass die uneingeschränkte Datenverfügbar- und-nutzbarkeit der erhobenen Daten für die relevanten Berichtserstatter (oder wasserwirtschaftlichen Planungsorgane) gewährleistet ist.

Ergänzend dazu sollen die technischen Entwicklungen hinsichtlich der Nutzung von Satellitendaten zur Identifikation von bewässerten Flächen und Wasserverfügbarkeit genutzt werden. Diese Methoden werden vor allem auf globaler Ebene zur Abschätzung herangezogen. Im Rahmen des FFG Forschungsvorhabens „AREAL“ wird eine reproduzierbare Methode zur Ermittlung tatsächlich bewässerter, landwirtschaftlicher Flächen im Marchfeld – als Beispiel einer intensiv landwirtschaftlich genutzten Testregion – und allenfalls in weiteren Testgebieten entwickelt und die Nutzbarkeit und die Belastbarkeit der Daten auf kleinräumiger Ebene geprüft. Basierend auf räumlich und zeitlich hochaufgelösten Satellitendaten (aus dem Erdbeobachtungsprogramm Copernicus: Sentinel-1,-2) und agrarmeteorologischen Daten wird ein Auswertalgorithmus zur Identifikation tatsächlich bewässerter Flächen entwickelt. Die Kalibrierung und Validierung der Methode erfolgt mittels Vor-Ort-Stichprobenerhebungen in den Bewässerungsregionen.

Tabelle 15: Datengrundlagen und ergänzende Informationen zur Aktualisierung der Wasserbedarfsdaten für die landwirtschaftliche Bewässerung

	Frequenz	Bestehend	Ergänzend	Anmerkung
AMA-Mehrfachantrag	Jährlich	Betrieb mit Bewässerung	Bewässerungsmenge, Bewässerte Fläche Ressource (Br., Qu.OW)	
Invekos L037	Jährlich	Flächenausmaß der Fruchtarten	Bewässerte Fruchtarten	
ASE	Ca. alle 3 Jahre	Bewässerbare Flächen, tw. bewässerte Flächen	Bewässerte Flächen, Bewässerungsmengen, Frostschutzberechnung	Regionale Auflösung und Erhebungsumfang variieren
Wasserbuchdaten der Bundesländer	Laufend	Information zur Ressource: Brunnen, Quellen, Oberflächengewässer	Aufbereitung und Auswertung, Abstimmung	
Repräsentative Stichproben	Jährlich		Bewässerbare Fläche, bewässerte Fläche, bewässerte Hauptfruchtarten, Bewässerungsmenge, Frostschutzberechnung	

Quelle: Umweltbundesamt

4.5.3 Industrie und Gewerbe

Die jährliche Aktualisierung der Wasserbedarfsdaten für den Sektor Industrie und Gewerbe auf der wasserwirtschaftlichen Planungsebene der Grundwasserkörper setzt die Schaffung der erforderlichen Rahmenbedingungen voraus.

Grundsätzlich stehen, wie in Kapitel 4.4.2 und 4.4.4 beschrieben, zwei wesentliche Datenquellen für die Ermittlung des Wasserbedarfs für Industrie und Gewerbe zur Verfügung: die von der Statistik Austria jährlich durchgeführte Gütereinsatzerhebung sowie die laufend aktualisierten Wasserbücher der Bundesländer (siehe Tabelle 16).

Tabelle 16: Datengrundlagen und ergänzende Informationen zur Aktualisierung der Wasserbedarfsdaten für Industrie und Gewerbe

	Frequenz	Bestehend	Ergänzend	Anmerkung
Gütereinsatzerhebung; Statistik Austria	Jährlich	Betriebe die eine Mengenschwelle überschreiten	Weiterführung des Zusatzfragebogens zum Wassereinsatz; Bereitstellung der Daten auf Betriebsebene;	Freiwillige Meldungen zu Herkunft und Nutzung bleiben auf dem hohen Niveau erhalten
Wasserbuchdaten der Bundesländer	Laufend	Information zur Ressource: Brunnen, Quellen, Oberflächengewässer	Meldepflicht für Konsensinhaber; Ausbau des WIS, um Meldungen zu verarbeiten; ÖNACE-Zuordnung zu den Wasserrechten; Ausweisung v. Kühlwassernutzung	

Quelle: Umweltbundesamt

Die von der Statistik Austria jährlich durchgeführte Gütereinsatzerhebung erfasst den Wassereinsatz von Betrieben des Produzierenden Bereichs ab einer bestimmten Größenordnung (siehe Kapitel 4.4.4). Angaben zum Bezug des eingesetzten Wassers aus „Eigenverbrauch – selbst gefördert“ und „Fremdbezug“ erfolgen als Pflichtmeldung. Angaben zu Herkunft und Nutzung des Wassereinsatzes von Betrieben sind freiwillig. Das derzeit hohe Niveau der freiwilligen Meldungen zu Herkunft und Nutzung in der Gütereinsatzerhebung müsste jedenfalls erhalten bleiben.

Derzeit lassen sich die Meldungen der Gütereinsatzerhebung für eine Erfassung des Wasserbedarfs auf Grundwasserkörperebene aufgrund der Vorgaben zur statistischen Geheimhaltung den Grundwasserkörpern nicht ausreichend genau zuordnen. Es sollte geprüft werden, ob bzw. unter welchen Voraussetzungen die Erhebung der Wassermengen im Rahmen der Gütereinsatzerhebung zukünftig auf Betriebsebene von der Statistik Austria zur Verfügung gestellt werden könnte. Dann ließen sich Betriebsadressen und Wasserrechte verknüpfen und alle Realentnahmen den Grundwasserkörpern zuordnen. Damit würde ein Großteil der Entnahmen des Produzierenden Bereichs erfasst.

Betriebe, die nicht in die Gütereinsatzerhebung melden, aber im Projekt „Wasserschatz Österreichs“ mit Eigenentnahmen erfasst wurden, könnten ergänzend mit einer anteiligen Konsensmenge berücksichtigt werden. Sofern nicht im Rahmen des Projektes anders erhoben, wurde von einer Konsensausnutzung von 50 % ausgegangen (siehe Kapitel 4.4.4.2). Diese Annahme kann jährlich überprüft werden, indem die jährlichen Realentnahmen der in die Gütereinsatzerhebung meldenden Betriebe mit ihren Konsensmengen abgeglichen werden und der Ausnutzungsgrad der Konsense aktualisiert wird.

Sofern die Daten der Gütereinsatzstatistik auch zukünftig nicht auf Betriebsebene zur Verfügung gestellt werden können, ließen sich nur für Grundwasserkörper mit einer ausreichend hohen Anzahl von Meldungen von Betrieben des Sektors Industrie und Gewerbe sowie unter Umständen für Entnahmen aus Oberflächengewässern jährlich aktualisierte Wassereinsatzmengen ausweisen. Relevante Brunnenentnahmen und Quellnutzungen des Produzierenden Bereichs müssten jedoch für die meisten Grundwasserkörper weiter gesondert erfasst werden.

Der zweite Ansatz, um zu einer jährlichen Aktualisierung auf der wasserwirtschaftlichen Planungsebene der Grundwasserkörper zu gelangen, ist die Einführung eines einheitlichen, elektronischen Berichtswesens für Konsensinhaber. Überlegungen und Vorarbeiten dazu sind bereits erfolgt. Mittels einer Schnittstelle könnten die jährlichen Entnahmemengen von relevanten Konsensinhaberinnen und -inhabern des Produzierenden Bereichs in das Wasserinformationssystem aufgeladen werden und den jeweiligen Konsensen zugeordnet werden. Dazu müsste vorab die Wirtschaftstätigkeit (ÖNACE 2008, 2-Steller) den Wasserrechten zugeordnet werden.

Umwelterklärungen von Betrieben des Sektors Industrie und Gewerbe aus dem EMAS-Register mit Angaben zum Frischwassereinsatz sowie das EMREG-OW-Register mit den

Informationen zu Abwassermengen entsprechend EmRegV-OW können weiterhin zur Plausibilisierung der Daten aus der Gütereinsatzenerhebung dienen.

4.5.4 Ausgewählte Dienstleistungen

Beschneigung

Für die Beschneigung sind für die Beobachtung von Entwicklungen folgende Informationen wichtig:

- die tatsächliche Entnahmemenge für die Beschneigung,
- detaillierte und strukturierte Konsensangaben mit Angaben zur Maximalentnahmemenge pro Jahr in m³/ha und
- die beschneite Fläche je Bundesland als GIS-Layer.

Golf

Aufgrund des bundesweit geringen Wasserbedarfes erscheint eine jährliche Datenaktualisierung nicht erforderlich. Eine Notwendigkeit zur Erhebung von Daten kann sich allerdings im Fall von Nutzungskonflikten oder in Gebieten im Spannungsfeld von verfügbarer Ressource und Wasserbedarf ergeben.

5 Ist-Stand verfügbare Grundwasserressource Ergebnisse

5.1 Verfügbare Grundwasserressource

Laut den Messungen und Modellrechnungen des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus steht in Österreich ein Wasserdargebot von ca. 99,8 Mrd. m³ pro Jahr zur Verfügung – das entspricht dem gesamten Jahresniederschlag von ca. 1.190 mm (BMNT, 2018a), der im langjährigen Durchschnitt auf die Landesfläche fällt. Die im Rahmen der Studie durchgeführte Bilanzierung der Mittelwasserabflüsse zeigt, dass der Niederschlag im alpinen Raum in einigen Gebieten unterschätzt wird. Im Landesdurchschnitt fallen unter der Annahme einer durchschnittlichen aktuellen Evapotranspiration von 600 mm ausgehend von den gemessenen Abflüssen ca. 1.240 mm. Von dieser Wassermenge fließt jedoch ein Großteil oberirdisch bzw. oberflächennah ab oder verdunstet. Nur ca. 27,3 Mrd. m³ tragen entweder direkt über Versickerung (ca. 26,9 Mrd. m³) oder indirekt über Infiltration im Nahbereich großer Flüsse (ca. 0,4 Mrd. m³) zur Grundwasserneubildung bei, d. h. nur ein Anteil von knapp 27 % des Niederschlags versickert bis ins Grundwasser und wird hier mittel- bis längerfristig zwischengespeichert. Ein großer Teil dieser Wassermenge tritt vor allem in niederschlagsarmen Perioden wieder in Oberflächengewässer aus und stabilisiert die Niederwasserführung von Flüssen und Bächen. Um eine nachhaltige Nutzung des Grundwassers sicherzustellen, bei der es zu keinen Grundwasserspiegelabsenkungen kommt, die die Versorgungssicherheit gefährden oder zu Beeinträchtigungen von Ökosystemen führen, kann deshalb von der gesamten Grundwasserneubildung nur ein Anteil von knapp 20 % genutzt werden. Daher stehen als „verfügbare Grundwasserressource“ ca. 5,1 Mrd. m³ für die diversen Nutzungen bereit.

Die verfügbaren Grundwasserressourcen sind jedoch räumlich über das Bundesgebiet sehr unterschiedlich verteilt. Vor allem in den niederschlagsärmeren Gebieten und abseits großer Flüsse liegen sie erheblich unter dem Landesdurchschnitt.

Von den verfügbaren Grundwasserressourcen befinden sich rund 1,3 Mrd. m³ in den Tal- und Beckenlandschaften Österreichs. Hier sind in durchlässigen Sedimenten (Kiese, Sande) bedeutende Grundwasserkörper ausgebildet. Jene Grundwasserkörper, die an großen Flüssen wie Donau, Rhein, Inn, Mur, Enns, Traun und Drau liegen, werden neben der

direkten Versickerung von Niederschlägen und randlichen Zuflüssen maßgeblich durch Infiltration aus diesen Flüssen gespeist. Bedeutende Anteile des Einzugsgebietes dieser Flüsse liegen im niederschlagsreicheren, alpinen Raum, sodass sie in Relation zum Grundwasservolumen auch bei Niederwasser bedeutende Wassermengen in das Grundwasser abgeben können. Obwohl diese „Einzelporengrundwasserkörper“ nur ca. 10 % der Bundesfläche ausmachen, liegen hier rund ein Viertel der Ressourcen. Die verbleibenden rund drei Viertel der verfügbaren Grundwasserressourcen verteilen sich über die verschiedenen Landschaften vom Flachland bis ins Hochgebirge. In diesen „Gruppen von Grundwasserkörpern“, die ca. 90 % des Bundesgebietes ausmachen, wird das Grundwasser in diversen Karst-, Kluft- und Sedimenthohlräumen gespeichert. Die Grundwasserneubildung aus Niederschlag und der Abstrom von Grundwasser in Oberflächengewässer einschließlich Quellschüttungen stehen in einem dynamischen Gleichgewicht. Deshalb tragen größere Entnahmen in der Regel zu einer Verschärfung der Niederwassersituation der Oberflächengewässer im Gebiet bei, insbesondere dann, wenn das Wasser aus dem Einzugsgebiet abgeleitet und nicht, wie z. B. über Kläranlagen, wieder in die Oberflächengewässer desselben Einzugsgebietes abgegeben wird.

5.1.1 Grundwasserneubildung

Ein Großteil des Niederschlags fließt oberirdisch bzw. oberflächennah ab oder verdunstet. Im Durchschnitt tragen in Österreich deshalb nur knapp 27 % des Niederschlags zur Grundwasserneubildung bei. Dieser Anteil variiert jedoch von Region zu Region beträchtlich. Die Grundwasserneubildung hängt von einer Vielzahl von Einflussgrößen ab, von denen klimatische Faktoren als besonders maßgeblich hervorzuheben sind.

Tabelle 17: Durchschnittliche Jahressummen von Niederschlag, aktueller Evapotranspiration und Gesamtabfluss in den Einzelgrundwasserkörpern und Gruppen von Grundwasserkörpern (GWK) Österreichs zwischen 1998 und 2017 in mm und Mio. m³ pro Jahr

GWK-Typ	Summe, Mittel, Min., Max.	Fläche	Niederschlag		Akt. Evapo- transpiration	Abfluss gesamt	
		[km ²]	[mm]	[Mio m ³ /a]	[mm]	[mm]	[Mio. m ³ /a]
Gesamt	Summe	83.602,9		104.190			53.750
	Mittel	477,7	1.240	590	600	640	310
	Summe	8.928,1		7.440			2.330

GWK-Typ	Summe, Mittel, Min., Max.	Fläche	Niederschlag		Akt. Evapo- transpiration	Abfluss gesamt	
		[km ²]	[mm]	[Mio m ³ /a]	[mm]	[mm]	[Mio. m ³ /a]
Poren- GWK	Mittel	133,3	830	110	570	260	35
	Minimum	12,1	575	8	500	70	1
	Maximum	1.228,2	1.960	774	660	1.335	153
Gruppen- GWK gesamt	Summe	74.674,8		96.750			51.420
	Mittel	691,4	1.300	900	610	690	480
Vor- wiegend Poren- GW-Leiter	Summe	13.172,6		10.560			2.880
	Mittel	548,9	800	440	580	220	120
	Minimum	18,3	550	19	500	50	7
	Maximum	2.008,0	1.700	1.105	650	1.065	335
Vor- wiegend Karst- GW-Leiter	Summe	19.896,7		33.580			21.015
	Mittel	641,8	1.690	1.085	630	1.060	680
	Minimum	29,5	920	70	600	290	35
	Maximum	2.110,4	2.370	3.885	660	1.730	2.555
Vor- wiegend Kluft-GW- Leiter	Summe	41.605,5		52.610			27.520
	Mittel	785,0	1.260	995	600	660	520
	Minimum	27,1	620	30	500	90	10
	Maximum	3.325,8	2.230	4.080	670	1.610	2.480

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis der Daten des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus sowie der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

Erläuterungen zur Tabelle: Der Tabelle wurde die Auswertung für die Teil-Grundwasserkörper zugrunde gelegt. Die angeführten Minima und Maxima beziehen sich nicht auf einen bestimmten Teil-Grundwasserkörper sondern auf die Gesamtheit. Die Werte in der jeweiligen Zeile können daher nicht miteinander in Beziehung gesetzt werden.

Niederschlag: Niederschlag in mm und Mio. m³ pro Jahr, der aus den Wasserbilanzen der Pegel ermittelt wurde. In Fällen, in denen die Niederschlagssumme aus den Rasterdaten in Relation zur Summe aus Mittelwasserabfluss, aktueller Evapotranspiration und anderen relevanten Bilanzgliedern zu niedrig war, wurde nach eingehender Prüfung der Plausibilität die Niederschlagshöhe errechnet, die für eine ausgeglichene Bilanzierung der Pegelzugsgebiete erforderlich ist. In Fällen, in denen der Niederschlag in Relation zum Pegelabfluss zu hoch war, wurde nach eingehender Prüfung der Plausibilität der Messungen und Berücksichtigung anthropogener Einflüsse von einer Unterströmung des Pegels oder sonstigen unterirdischen

Abflüssen aus dem Einzugsgebiet ausgegangen, sofern entsprechende hydrogeologische Voraussetzungen gegeben waren. Pegeleinzugsgebiete, bei denen keine plausible Erklärung für Unstimmigkeiten zwischen Niederschlag und der Summe aus Mittelwasserabfluss, aktueller Evapotranspiration, anthropogener Nutzung und gefunden werden konnte, wurden in der weiteren Auswertung nicht berücksichtigt.

Akt. Evapotranspiration [mm]: Da für den Zeitraum 1998–2017 keine Rasterdaten zur aktuellen Evapotranspiration verfügbar waren, wurde diese auf Basis der Winfore-Rasterdaten zur potentiellen Evapotranspiration und unter Berücksichtigung der klimatischen Wasserbilanz, sowie den Angaben zur aktuellen Evapotranspiration im Hydrologischen Atlas Österreich für den Zeitraum 1961–1990 und weiteren verfügbaren Informationen geschätzt.

Abfluss gesamt: Summe aus ober- und unterirdischem Abfluss in mm und Mio. m³ pro Jahr, der sich als Differenz von Niederschlag und aktueller Evapotranspiration ergibt.

Klimatische Faktoren

In Österreich fallen im Bereich der Einzelporengrundwasserkörper durchschnittlich 830 mm **Niederschlag** pro Jahr und in den Gruppen von Grundwasserkörpern mit vorwiegend Porengrundwasserleitern 800 mm. In den Gruppen von Grundwasserkörpern mit vorwiegend Karstgrundwasserleitern fallen durchschnittlich 1.690 mm und in den Gruppen mit Kluftgrundwasserleitern 1.260 mm, siehe Tabelle 17. Die Niederschlagsmenge, aber auch die räumliche und zeitliche Verteilung des Niederschlags und seine Ausprägung (Dauerregen, Starkregen, Schnee usw.) bestimmen das Wasserdargebot, das für die Grundwasserneubildung zur Verfügung steht und damit auch maßgeblich deren Höhe. In niederschlagsreichen Gebieten ist sie in der Regel höher als in niederschlagsarmen, tieferen Lagen. In Porengrundwasserkörpern kann die Infiltration aus großen Flüssen jedoch beträchtliche Mengen zur Grundwasserneubildung beitragen und mangelnde Niederschläge mehr als kompensieren. In alpinen Lagen kommt es hingegen während der kalten Jahreszeit wegen der Niederschlags-speicherung in Form von Schnee und Eis zu einem ausgeprägten Jahresgang von Grundwasserneubildung und Niederwasserführung in den Oberflächengewässern.

Die **aktuelle Verdunstung (Evapotranspiration)** als zweiter relevanter klimatischer Faktor wird maßgeblich von den Temperatur- und Strahlungsverhältnissen sowie von Wind, Luftfeuchte, Vegetation und Oberflächenbeschaffenheit beeinflusst. Sie steigt in der Regel in tieferen Lagen mit steigenden Temperaturen an, solange Wasser für die Verdunstung vorhanden ist und sinkt wieder ab, wenn in Trockenperioden nicht mehr genügend Wasser verfügbar ist und Pflanzen ihr Wachstum reduzieren oder Welkeerscheinungen zeigen. Deshalb konzentriert sich die Grundwasserneubildung in tieferen Lagen vor allem

in der kühleren Jahreshälfte. Dazu trägt auch die höhere Niederschlagsintensität in den Sommermonaten bei, die zu höheren Anteilen des Oberflächenabflusses führt. Die aktuelle Evapotranspiration beträgt durchschnittlich ca. 600 mm (min. 500 mm, max. 670 mm). Sie ist in tieferen Lagen bei Einzelporengrundwasserkörpern mit 570 mm und Gruppen mit vorwiegend Porengrundwasserleitern (580 mm) trotz der höheren potentiellen Verdunstung etwas niedriger als in niederschlagsreicheren höheren Lagen (610 mm), da das Verdunstungspotential wegen des Wassermangels nicht ausgeschöpft werden kann.

Aus der Differenz von Niederschlag und aktueller Evapotranspiration ergibt sich die Gesamtwassermenge, die für den Abfluss aus dem Einzugsgebiet zur Verfügung steht und an Pegeln im langjährigen Durchschnitt dem Mittelwasserabfluss entspricht, sofern auch sämtliche Zu- und Abflüsse, Entnahmen und Einleitungen sowie die Gletscherschmelze berücksichtigt werden. In den niederschlagsreichsten Gruppen von Grundwasserkörpern Österreichs, dem Vorarlberger Helvetikum mit ca. 2.300 mm, verbleiben nach Abzug der aktuellen Verdunstung ca. 1.730 mm für den Gesamtabfluss. Darin ist die Grundwasserneubildung von ca. 420 mm enthalten. In der niederschlagsärmsten Region, dem Weinviertel mit einer durchschnittlichen Jahresniederschlagssumme von ca. 550 mm, verbleiben nach Abzug der aktuellen E-vapotranspiration hingegen nur ca. 50 mm für den Gesamtabfluss. Darin enthalten ist eine Grundwasserneubildung von ca. 30 mm.

Oberflächen- und Untergrundbeschaffenheit bestimmen das Potential für Versickerung und Infiltration

Wie aus den Beispielen ersichtlich ist, variiert der Anteil des Gesamtabflusses, der oberflächlich bzw. oberflächennah abfließt oder aber zur Grundwasserneubildung beiträgt, beträchtlich. Er ist neben der Niederschlagsintensität und -verteilung auch von Topographie, Boden- und Gesteinseigenschaften des Untergrundes sowie der Landnutzung abhängig.

Neben der direkten Versickerung von Niederschlägen trägt auch die Infiltration aus Oberflächengewässern maßgeblich zur Grundwasserneubildung bei. Ob und wie viel Oberflächenwasser ins Grundwasser infiltrierte oder aus dem Grundwasser exfiltriert und die Niederwasserführung der Oberflächengewässer speist, hängt von der Durchlässigkeit des Untergrundes und den Wasserständen in Oberflächen- und Grundwasser bzw. dem hydraulischen Gefälle ab. Je nach aktueller Differenz des Wasserstandes in Oberflächen-

und Grundwasser können sich In- und Exfiltration von Zeit zu Zeit sowie von Abschnitt zu Abschnitt auch umkehren bzw. wechseln.

Die Menge des Grundwassers, die in Niederwasserperioden exfiltriert, lässt darauf schließen, wie viel Wasser zuvor direkt aus Niederschlag oder Oberflächengewässern zur Grundwasserneubildung im Einzugsgebiet beigetragen hat. Durch Auswertung der Niederwasserabflüsse über einen längeren Zeitraum wird somit die gesamte Grundwasserneubildung im Einzugsgebiet erfasst und enthält in der Regel auch Wasser, das aus Oberflächengewässern infiltriert. Wie bei der Auswertung im Detail vorgegangen wird und wie der Einfluss anthropogener Eingriffe in den Wasserhaushalt sowie die Schnee- und Gletscherschmelze berücksichtigt werden, ist im Methodenteil beschrieben.

Bezüglich der Eigenschaften des Untergrundes sind Poren-, Karst- und Kluftgrundwasserleiter zu unterscheiden.

Tabelle 18: Durchschnittliche Grundwasserneubildung aus Niederschlag einschließlich prozentualem Anteil am Niederschlag sowie Grundwasserneubildung gesamt (inkl. Infiltration und randlichen Zu- und Abflüssen) sowie verfügbare Grundwasserressource und deren Anteil an der Grundwasserneubildung in den Einzelgrundwasserkörpern und Gruppen von Grundwasserkörpern(GWK) Österreichs zwischen 1998 und 2017 in mm und Mio. m³ pro Jahr

GWK-Typ	Summe, Mittel, Min., Max.	GW-Neub. aus Niederschlag		Anteil an N		GW-Neubildung gesamt		Verfügbare GW- Ressource		Anteil an GW- Neub.	
		[mm] [Mio.m ³ /a]	[mm] [Mio.m ³ /a]	[%]	[mm] [Mio.m ³ /a]	[mm] [Mio.m ³ /a]	[mm] [Mio.m ³ /a]	[%]			
Gesamt	Summe		26.910			27.320		5.115			
	Mittel	320	155	26	330	155	60	30	19		
Poren- GWK	Summe		1.825			3.660		1.385			
	Mittel	200	27	24	410	55	150	20	38		
	Minimum	30	1	4	55	4	17	1	19		
	Maximum	800	117	53	2.415	345	836	130	73		
Gruppen- GWK gesamt	Summe		25.085			23.665		3.730			
	Mittel	340	230	26	320	220	50	35	16		

GWK-Typ	Summe, Mittel, Min., Max.	GW-Neub. aus Niederschlag		Anteil an N [%]	GW-Neubildung gesamt		Verfügbare GW- Ressource		Anteil an GW- Neub. [%]
		[mm] [Mio.m ³ /a]	[mm] [Mio.m ³ /a]		[mm] [Mio.m ³ /a]	[mm] [Mio.m ³ /a]			
Vor- wiegend Poren- GW- Leiter	Summe		1.535		1.425		225		
	Mittel	120	65	15	110	60	20	10	16
	Minimum	30	3	5	31	3	3	0,3	8
	Maximum	500	178	40	500	180	80	30	37
Vor- wiegend Karst- GW- Leiter	Summe		9.640		9.080		1.445		
	Mittel	480	310	29	460	295	70	45	16
	Minimum	130	12	14	90	12	18	2	12
	Maximum	700	1.182	43	700	1.180	115	195	29
Vor- wiegend Kluft- GW- Leiter	Summe		13.905		13.160		2.060		
	Mittel	330	260	26	320	250	50	40	16
	Minimum	50	7	8	50	7	7	1	9
	Maximum	720	1.275	38	720	1.275	115	205	28

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis der Daten des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus sowie der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

Erläuterungen zur Tabelle: Der Tabelle wurde die Auswertung für die Teil-Grundwasserkörper zugrunde gelegt. Die angeführten Minima und Maxima beziehen sich nicht auf einen bestimmten Teil-Grundwasserkörper sondern auf die Gesamtheit. Die Werte in der jeweiligen Zeile können daher nicht miteinander in Beziehung gesetzt werden.

GW-Neubildung aus Niederschlag: Summe der Grundwasserneubildung in mm und Mio. m³ pro Jahr, die mittels Pegelauswertung und Wasserbilanz berechnet wurde. Sie entspricht in der Regel der Grundwasserneubildung durch direkte Versickerung von Niederschlägen im Bereich des Grundwasserkörpers bzw. der Gruppe von Grundwasserkörpern und kann in größeren Einzugsgebieten auch Anteile der Infiltration aus kleineren Fließgewässern enthalten.

Anteil GW-Neub. aus N an N [%]: Prozentualer Anteil der Grundwasserneubildung aus Niederschlag am Niederschlag.

GW-Neub. gesamt inkl. randl. Zu- u. Abflüsse: Die Gesamtsumme der Grundwasserneubildung in mm, m³/s und Mio. m³ unter Berücksichtigung randlicher Zu- und Abflüsse. Randliche Zuflüsse erhöhen die Grundwasserneubildung im Unterliegerbereich und werden in derselben Menge im Oberliegerbereich abgezogen, sodass die Summe in den Einzugsgebieten unverändert bleibt.

Verfügbare Grundwasserressourcen in mm und Mio. m³: Sie sind jene Anteile der Grundwasserneubildung, die ohne Gefährdung des guten mengenmäßigen Zustands genutzt werden können. Die Anteile der verfügbaren Grundwasserressourcen, die auf randlichen Zuflüssen von Grundwasser aus dem Oberliegerbereich

basieren, stehen nur zur Verfügung, wenn sie nicht im umgebenden Einzugsgebiet genutzt werden. Sie werden deshalb in den Ursprungsgebieten von der verfügbaren Grundwasserressource subtrahiert und auf diese Weise für die Nutzung im Unterliegerbereich reserviert. Jene Anteile der verfügbaren Grundwasserressource, die auf der Infiltration aus großen Flüssen basieren, werden im Einzugsgebiet der Flüsse nicht berücksichtigt, da auch die niedrigsten gemessenen Niederwassermengen dieser Flüsse in Relation zu aktuellen Entnahmemengen in der Regel ausreichend groß sind, um das Risiko einer Übernutzung dieses Ressourcenanteils auszuschließen. Hinzu kommt, dass die Niederwasserführung dieser Flüsse durch Teile des Einzugsgebietes in niederschlagsreicheren, alpinen Gebieten stabilisiert wird. Zusätzlich kann davon ausgegangen werden, dass die Niederwasserführung durch Rückeinleitungen von Wasser nach der Nutzung sowie Versickerungen auf einem Niveau gehalten wird, das auch ohne Nutzungen nicht wesentlich höher sein würde, sofern dieselben klimatischen Bedingungen, Fließgewässerstrukturen und identische Oberflächenbeschaffenheit im Einzugsgebiet vorliegen.

Anteil an GW-Neub. [%]: Prozentualer Anteil der verfügbaren Grundwasserressource an der Grundwasserneubildung inkl. randlicher Zu- und Abflüsse.

Abbildung 46: Mittlerer Niederschlag (mm) Ist-Situation (1998–2017) für Teil-Grundwasserkörper

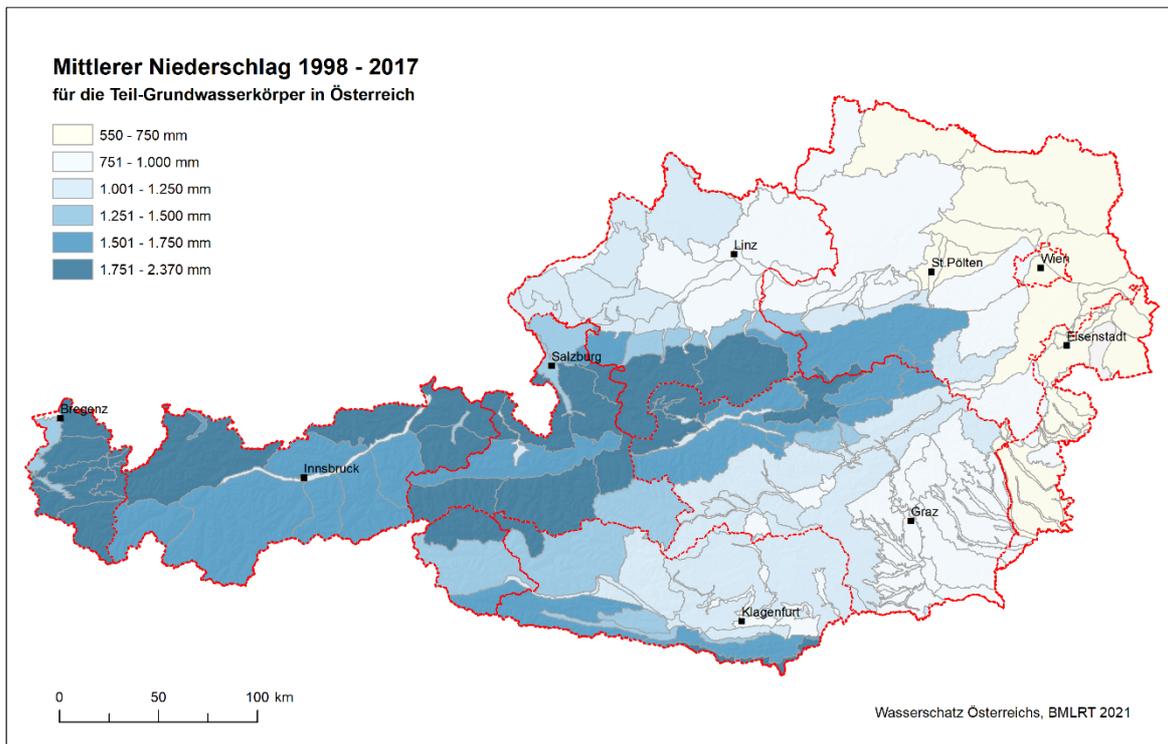


Abbildung 47: Mittlere jährliche Grundwasserneubildung aus Niederschlag (mm) Ist-Situation (1998–2017) für Teil-Grundwasserkörper

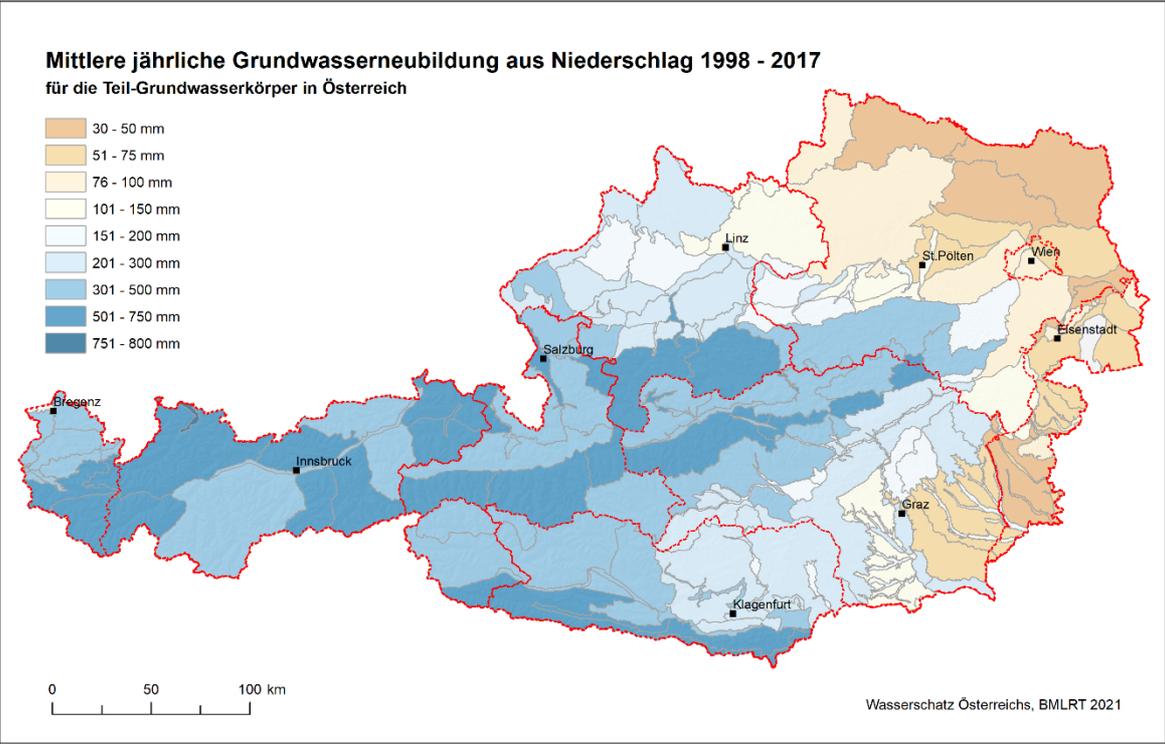


Abbildung 48: Mittlere jährliche Grundwasserneubildung aus Niederschlag (mm) Ist-Situation (1998–2017) in Prozent des Niederschlags für Teil-Grundwasserkörper

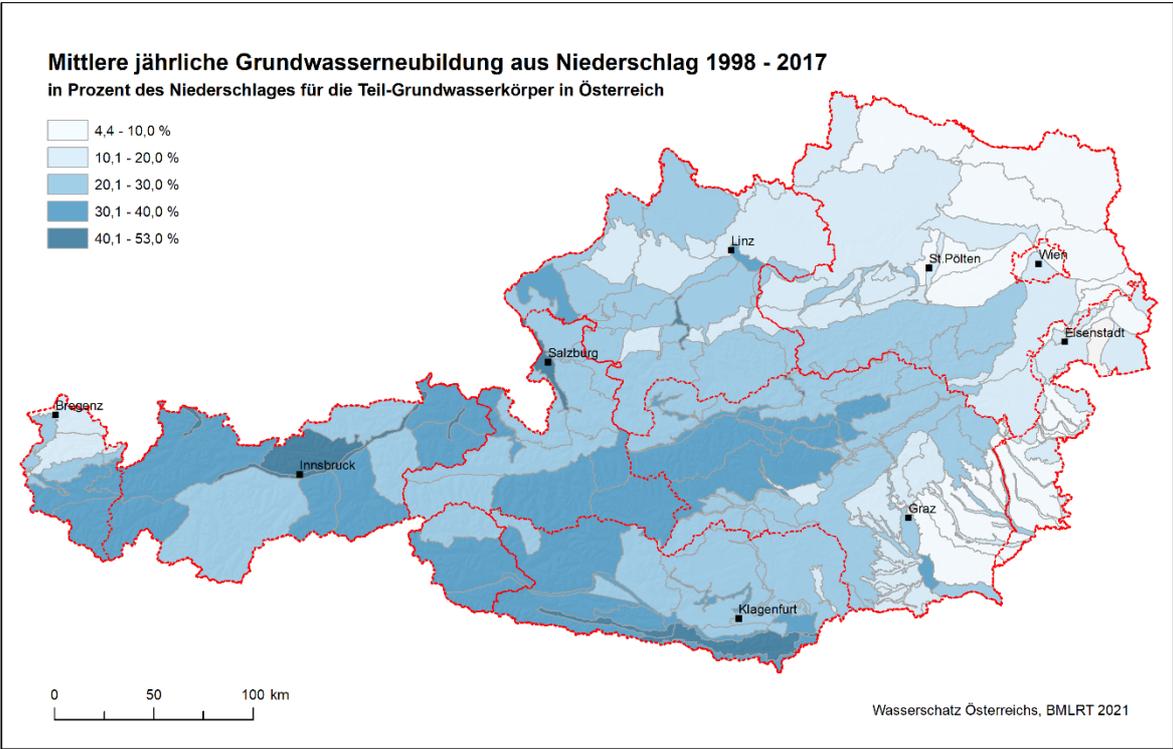
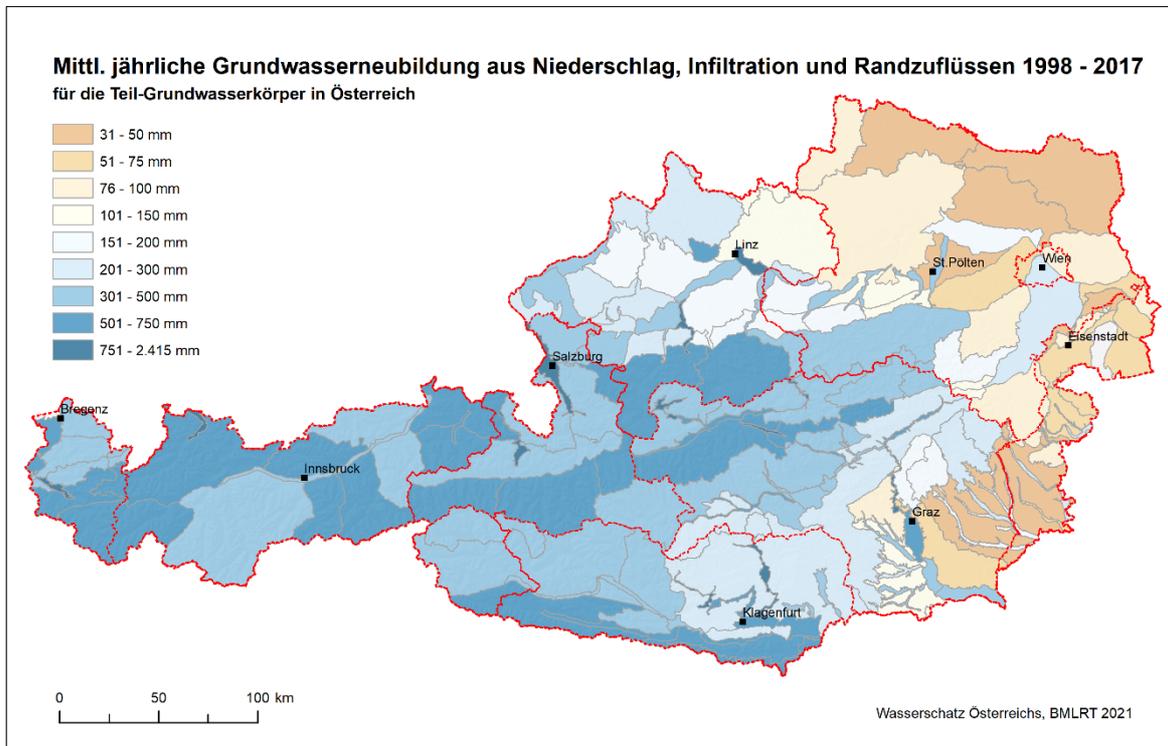


Abbildung 49: Mittlere jährliche Grundwasserneubildung aus Niederschlag, Infiltration und Randzuflüssen (mm) Ist-Situation (1998–2017) für Teil-Grundwasserkörper



5.1.1.1 Karst- und Kluftgrundwasserleiter

In Gruppen von Grundwasserkörpern, in denen vorwiegend Karst- oder Kluftgrundwasserleiter vorzufinden sind, variiert der Anteil der Grundwasserneubildung am Niederschlag, die aus der Niederwasserführung von Pegeln ermittelt wurde, zwischen 8 und 43 % bzw. ca. 50 und 720 mm, wobei die Anteile in Karstgrundwasserleitern mit 14 bis 43 % (rund 90 bis 700 mm) etwas höher sind als in Kluftgrundwasserleitern (8 bis 38 % bzw. rund 50 bis 720 mm). Im Durchschnitt ist die Grundwasserneubildung in Kluftgrundwasserleitern mit rund 320 mm um ca. 30 % niedriger als in Karstgrundwasserleitern mit rund 460 mm. Diese Differenz ist jedoch nur zum Teil auf hydrogeologische Unterschiede zurückzuführen, da im Bereich der Kluftgrundwasserleiter auch die Niederschlagssummen geringer sind (durchschnittlich um ca. 25 %).

Niedrige Werte von 8 bis 15 % bzw. rund 50 bis 190 mm, sind vor allem in Gebieten mit geringen Niederschlägen wie dem niederösterreichischen Teil der böhmischen Masse sowie dem burgenländischen Günser Gebirge und dem Leithagebirge zu finden. Die Werte der niederösterreichischen Flyschzone liegen auf Grund der geringen Durchlässigkeit trotz der etwas höheren Niederschläge ebenfalls in diesem Bereich. Die höchsten Anteile sind in

Tirol zu finden: In den Kalkalpen nördlich von Innsbruck erreicht sie ca. 43 % bzw. rund 700 mm, in der Zentralzone südöstlich von Innsbruck sind es ca. 38 % bzw. rund 600 mm. Ähnlich hohe Werte werden auch in den Hohen und Niederen Tauern sowie anderen Bereichen der Kalkalpen und Zentralzone erreicht.

5.1.1.2 Porengrundwasserleiter

In Gruppen von Grundwasserkörpern, in denen vorwiegend Porengrundwasserleiter zu finden sind, variiert der Anteil der Grundwasserneubildung am Niederschlag zwischen 5 und 40 % bzw. rund 30 und 500 mm. Geringe Anteile unter 10 % bzw. rund 65 mm sind vor allem im Osten Niederösterreichs, der Steiermark und dem Burgenland zu finden, also in Gebieten mit niedrigen Niederschlagssummen und in Relation dazu hoher aktueller Verdunstung. Gebiete mit hohen Anteilen von 15 bis 40 % bzw. rund 130 bis 500 mm sind hingegen im Alpenvorland und dem Innviertel zu finden.

Im südwestlichen Innviertel bzw. dem Salzach-Inn-Mattig-Gebiet sowie Teilen des angrenzenden Salzburger Alpenvorlandes, führen hohe Durchlässigkeiten des Untergrundes dazu, dass große Teile des Grundwassers unterirdisch aus dem Gebiet abfließen und erst in unmittelbarer Nähe von Salzach und Inn wieder in Oberflächengewässer austreten. Deshalb kann an Fließgewässern wie der Mattig oder Enknach nur ein Teil der Grundwasserneubildung durch die Auswertung der Pegel erfasst werden. Aus den Wasserbilanzen ergaben sich für den Grundwasserabstrom aus diesem Gebiet Summen von rund 60 bis 245 mm. Diese Summen entsprechen im Wesentlichen den angegebenen Größenordnungen in Regionalstudien. Diese Teile der Grundwasserneubildung, die nur durch Wasserbilanzierung ermittelbar oder aus Regionalstudien entnehmbar sind, werden in der Ergebnistabelle im Anhang auch gesondert ausgewiesen.

In Einzelporengrundwasserkörpern wurde die durchschnittliche Jahressumme der Grundwasserneubildung aus direkter Versickerung von Niederschlägen zum Teil aus Regionalstudien (z. B. Grundwassermodelle) entnommen und soweit auswertbare Pegel verfügbar waren, durch Pegelanalysen und Wasserbilanzen ergänzt. In kleineren, weniger ausführlich untersuchten Grundwasserkörpern ohne Angaben zur Grundwasserbilanz wurde die Grundwasserneubildung durch die Auswertung der Niederwasserabflüsse an den Pegeln unter Berücksichtigung des umgebenden Einzugsgebietes ermittelt.

Die Höhe der Grundwasserneubildung aus Niederschlägen in Einzelporengrundwasserkörpern variiert zwischen rund 30 und 800 mm bzw. 4 bis 53 % des Niederschlags. Die

Höhe wird vor allem durch die Höhe der Niederschlagssumme und des Gesamtabflusses (Niederschlag abzüglich der aktuellen Evapotranspiration) sowie der Durchlässigkeit des Untergrundes bestimmt. Beide Faktoren sind beispielsweise im Stremtal ungünstig ausgeprägt, was mit ca. 4 % zum geringsten Anteil der Grundwasserneubildung am Niederschlag führt. Hohe Anteile der Grundwasserneubildung am Niederschlag von rund 35 bis 50 % sind hingegen in alpinen Lagen (z. B. Inntal, Lechtal, Großache) mit hohen Niederschlagsjahressummen von mehr als 1.000 mm in Verbindung mit durchlässigen Sedimenten als Untergrund zu finden.

Randliche Zuflüsse zu Grundwasserkörpern

Gegenüber der direkten Versickerung von Niederschlägen dominieren im Bereich der Einzelporengrundwasserkörper in der Regel Infiltration aus bedeutenden Flüssen und randliche Zuflüsse. Randliche Zuflüsse sind Anteile der Grundwasserneubildung, die aus den umgebenden Gruppen von Grundwasserkörpern dem Talgrundwasserkörper direkt als Grundwasser zufließen. Im Folgenden wird auch die Infiltration aus kleinen Fließgewässern, die in den umgebenden Gruppen von Grundwasserkörpern entspringen, den randlichen Zuflüssen zugerechnet. Bei der Ermittlung der Grundwasserneubildung durch Pegelauswertung kann nur die Summe aus direkter Versickerung von Niederschlägen und Infiltration aus Fließgewässern, die im Einzugsgebiet entspringen, berechnet werden. Die exakte Unterscheidung von Infiltration aus kleineren Fließgewässern und randlichen Zuflüssen ist jedoch von nachrangiger Bedeutung. Die Ermittlung der Gesamtsumme ist trotz der Anwendung von Grundwassermodellen häufig nur durch Schätzung und Plausibilitätsprüfung im Kontext mit anderen getroffenen Annahmen möglich. Im Rahmen dieses Projektes wird nur die Infiltration aus bedeutenden Fließgewässern wie z. B. Donau, Rhein, Inn und Mur gesondert als Infiltration ausgewiesen. Eine Ausnahme stellen kleine Zubringer dar, die beim Eintritt in den Grundwasserkörper vollständig versickern und zu 100 % zur Grundwasserneubildung durch Infiltration beitragen (z. B. Heidbäche in der Welser Heide).

Bei der Summation der Grundwasserneubildung für Bundesländer und Regionen dürfen randliche Zuflüsse zu Einzelporengrundwasserkörpern nicht berücksichtigt werden oder müssen bei den Gruppen von Grundwasserkörpern aus denen sie zufließen, abgezogen werden, da diese Wassermengen bereits Bestandteil der Grundwasserneubildung im Einzugsgebiet in den umgebenden Gruppen von Grundwasserkörpern sind. Durch die Berücksichtigung der randlichen Zuflüsse bei der Summation sämtlicher Neubildungskomponenten kommt es deshalb zu einer Erhöhung der Neubildungssummen in den

Porengrundwasserkörpern um ca. 1.450 Mio. m³ pro Jahr bzw. 5 % der Gesamtmenge zu Lasten der umgebenden Gruppen von Grundwasserkörpern. Eine ausführliche Erläuterung ist in der Methodenbeschreibung zu finden.

Die Summe randlicher Zuflüsse zu Porengrundwasserkörpern variiert zwischen 0 und knapp 2.000 mm. Für die drei Porengrundwasserkörper des Nordburgenlandes (Seewinkel, Heideboden und Parndorfer Platte) wurden keine randlichen Zuflüsse angesetzt. Die größten Zuflüsse sind an Porengrundwasserkörpern in alpinen Lagen wie dem Vorarlberger Walgau oder dem unteren Salzachtal zu finden. Die Summen von Uferfiltrat aus bedeutenden Flüssen erreichen an Mur, Inn und Donau Summen von mehr als 100 mm. Der höchste Wert ist mit ca. 715 mm im Linzer Becken zu finden, gefolgt vom Murchbruchstal mit ca. 500 mm.

Für die Gesamtsumme der Grundwasserneubildung inklusive randlicher Zuflüsse ergibt sich bei den Porengrundwasserkörpern folgendes Bild: Die niedrigsten Grundwasserneubildungsmengen von weniger als 100 mm sind im Nordburgenland (Parndorfer Platte 55 mm, Seewinkel 75 mm, Heideboden 80 mm), dem Marchfeld (100 mm) und dem Stremtal im Südburgenland (75 mm) zu finden. Die größten Mengen mit mehr als 1.500 mm ergeben sich im Walgau (2.415 mm), dem unteren Salzachtal (1.755 mm) und dem Almtal (1520 mm).

Das Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus schätzt, dass rund 75 % des in Österreich gespeicherten Grundwasservolumens von ca. 80 Mrd. m³ in den Sedimenten der Porengrundwasserkörper (vorwiegend in Kiesen und Sanden) gespeichert sind.

5.1.2 Verfügbare Grundwasserressourcen

Um eine nachhaltige Nutzung des Grundwassers sicherzustellen, kann von der Grundwasserneubildung nur ein bestimmter Anteil als „verfügbare Grundwasserressource“ genutzt werden.

Im österreichischen „Strategiepapier Grundwasserentnahmen“ (BMLFUW, 2004) wird mit direkter Bezugnahme auf die EU-Wasserrahmenrichtlinie, Folgendes ausgeführt: „Die verfügbare Grundwasserressource ist die langfristige mittlere jährliche Neubildung des Grundwasserkörpers abzüglich des langfristigen jährlichen Abflusses, der erforderlich ist,

damit die ökologischen Qualitätsziele für die mit ihm in Verbindung stehenden Oberflächengewässer erreicht werden und damit jede signifikante Verschlechterung des ökologischen Zustands dieser Gewässer und jede signifikante Schädigung der mit ihnen in Verbindung stehenden Landökosysteme vermieden wird. Bei der Festlegung der verfügbaren Grundwasserressource werden daher insbesondere die Abfluss- und Qualitätsverhältnisse der mit dem Grundwasser in Verbindung stehenden Vorfluter, die mit dem Grundwasser in Verbindung stehenden Landökosysteme, sowie die Belange des quantitativen und qualitativen Grundwasserschutzes zu berücksichtigen sein.“ Somit ist in der „verfügbaren Grundwasserressource“ bereits der Bedarf der vom Grundwasser abhängigen Ökosysteme berücksichtigt. Die „verfügbare Grundwasserressource“ entspricht dem nachhaltig nutzbaren Grundwasserdargebot.

Welcher Anteil der Grundwasserneubildung nutzbar ist, ist im Zusammenhang mit den vom Grundwasser abhängigen Ökosystemen in der jeweiligen Region festzulegen. Die Niederwasserführung der meisten Fließgewässer ist in niederschlagsfreien Perioden maßgeblich vom Grundwasserzustrom abhängig. Wird dieser Zustrom durch die Nutzung übermäßig reduziert, kann dies sogar zum Trockenfallen der Oberflächengewässer und damit in Verbindung stehenden ökologischen Problemen führen. Auch bestimmte Landökosysteme wie z. B. Auwälder, Moore und Feuchtwiesen sind von der Erhaltung ausreichender Grundwasserstände abhängig. Hinzu kommt, dass die Versorgungssicherheit in Trockenperioden durch Übernutzung der verfügbaren Grundwasserressource gefährdet werden kann. Wenn tiefe Grundwasserstände infolge reduzierter Neubildung auf gleichbleibenden oder trockenheitsbedingt sogar steigenden Wasserbedarf treffen, können Brunnen trockenfallen und es reichen die verfügbaren Wassermengen unter Umständen zur Bedarfsdeckung nicht mehr aus. Jedenfalls ist die „verfügbare Grundwasserressource“ so festzulegen, dass auch in anhaltenden Trockenperioden bestimmte kritische Grundwasserstände nicht unterschritten werden und die Niederwasserführung der Oberflächengewässer mengenmäßig nicht wesentlich beeinträchtigt wird. Die Vorgangsweise bei der Bemessung der verfügbaren Grundwasserressource anhand der Niederwasserabflussmenge und Variabilität der Niederwasserführung ist im Kapitel Methodik beschrieben.

Im österreichischen Durchschnitt liegt der Anteil der verfügbaren Grundwasserressourcen an der Grundwasserneubildung bei ca. 19 % (ca. 60 mm), variiert jedoch räumlich über das Bundesgebiet sehr stark zwischen 3 und 836 mm bzw. 8 und 73 % der Grundwasserneubildung (bezogen auf die Teil-Grundwasserkörper).

In den folgenden Abbildungen ist die Verteilung der verfügbaren Grundwasserressourcen über das Bundesgebiet dargestellt und in Analogie zum Niederschlag in mm angegeben. Die Karten zeigen die Ressourcen für die Teil-Grundwasserkörper (Abbildung 50) sowie für die Szenarienregionen (Abbildung 51).

Abbildung 50: verfügbare Grundwasserressource (mm) aktuelle Situation auf Ebene der (Teil-) Grundwasserkörper

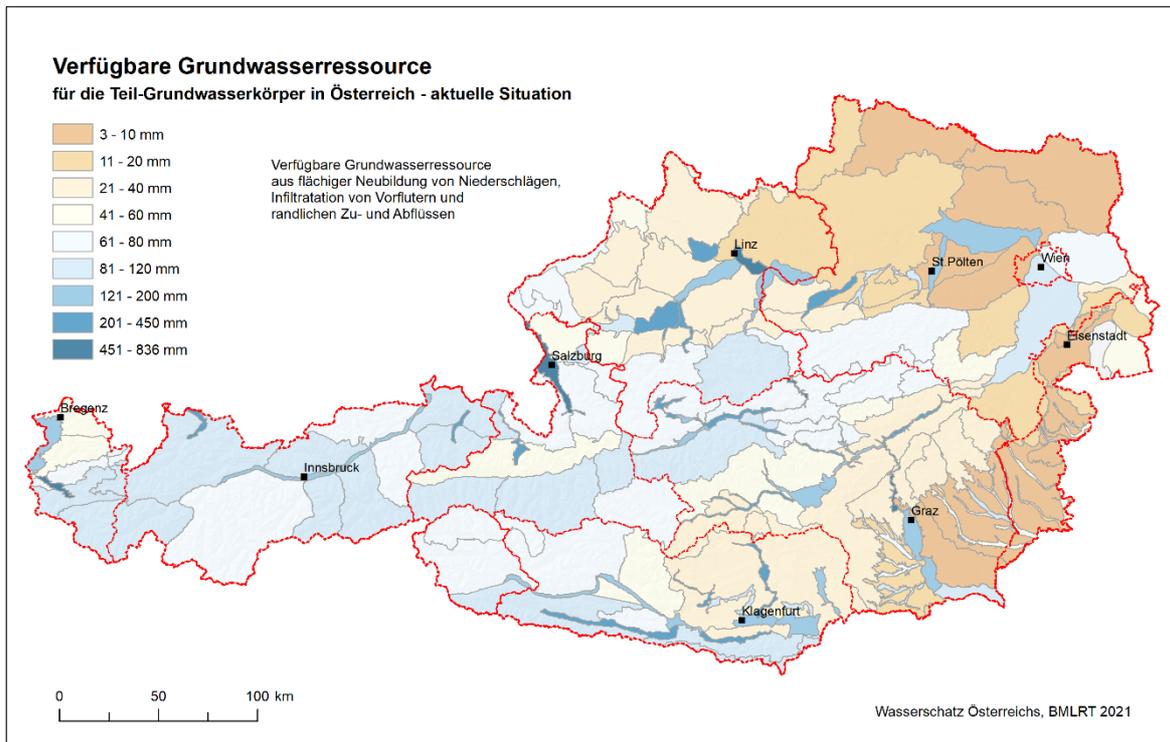
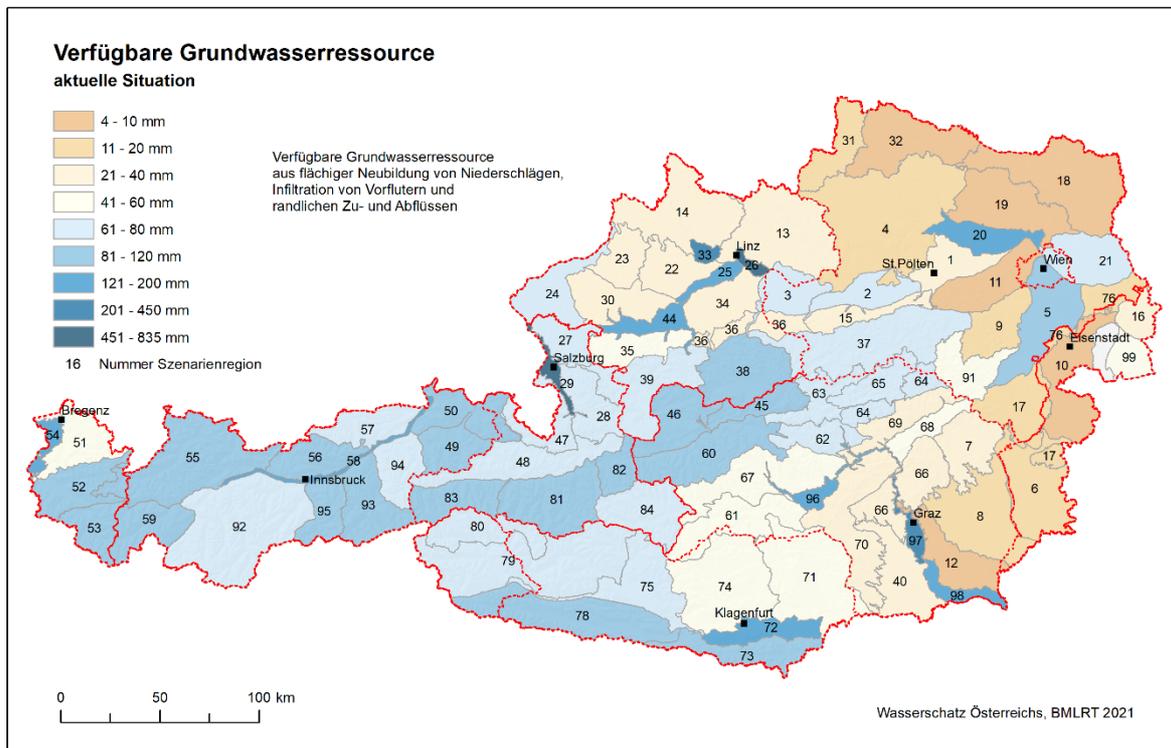


Abbildung 51: Verfügbare Grundwasserressource (mm) aktuelle Situation auf Ebene der Szenarienregionen



5.1.2.1 Verfügbare Grundwasserressource in Einzelporengrundwasserkörpern

Der Anteil der verfügbaren Grundwasserressourcen an der Grundwasserneubildung beträgt in den Einzelporengrundwasserkörpern durchschnittlich 38 % (ca. 150 mm). Die Werte variieren zwischen 17 und 836 mm bzw. rund 19 und 73 %. Höhere Anteile von über 50 % werden z. B. an Donau, Mur und Enns durch die Grundwasserneubildung aus Infiltration erreicht. An Flüssen mit hoher Niederwasserführung in Relation zu den Entnahmemengen kann der nutzbare Anteil der Grundwasserneubildung aus Infiltration mit bis zu 100 % angesetzt werden, da die Auswirkungen von Entnahmen auf die Niederwasserführung auch in Trockenperioden gering sind.

Ein hoher Anteil der verfügbaren Grundwasserressourcen an der Grundwasserneubildung bedeutet nicht in jedem Fall, dass die verfügbare Grundwasserressource auch in absoluten Zahlen hohe Werte erreicht. Während im Linzer Becken bei einem Anteil von rund 70 % eine Ressource von rund 835 mm verfügbar ist und im Murdurchbruchstal 580 mm bei einem Anteil von rund 64 %, werden im Walgau in Vorarlberg mit einem Anteil von rund 29 % bereits 695 mm erreicht. Im Gegensatz dazu erreicht die verfügbare Grundwasserressource trotz eines Anteils von rund 73 % an der Grundwasserneubildung

in den Grundwasserkörpern Seewinkel und Heideboden im Nordburgenland nur ca. 55 mm. Im Marchfeld sind es bei einem Anteil von rund 69 % nur ca. 70 mm, wobei hier die Donau bereits maßgeblich zur Grundwasserneubildung beiträgt.

Insbesondere bei schmalen und langgestreckten Grundwasserkörpern in Tallagen wird die Höhe der verfügbaren Grundwasserressource neben der Infiltration auch maßgeblich durch den Anteil der randlichen Zuflüsse an der Grundwasserneubildung bestimmt. In einigen Fällen wird die verfügbare Grundwasserressource durch diese Zuflüsse aus den umgebenden Gruppen von Grundwasserkörpern mehr als verdoppelt und es kann davon ausgegangen werden, dass dieser Anteil bei ausreichender Durchlässigkeit durch eine Erhöhung der Entnahmen zulasten des umgebenden Einzugsgebietes erhöht werden kann.

Neben Infiltration und randlichen Zuflüssen in Verbindung mit ausreichender Durchlässigkeit des Grundwasserkörpers, hat letztlich jedoch die Niederschlagssumme im Einzugsgebiet dominierenden Einfluss auf die absolute Höhe der verfügbaren Grundwasserressourcen. Sie erreicht bei Niederschlagssummen unter 800 mm nur mit beträchtlichen Mengen aus Infiltration und randlichen Zuflüssen Werte über 40 mm. Eine Ausnahme davon stellen lediglich die beiden Porengrundwasserkörper Seewinkel und Heideboden im Nordburgenland dar, da hier ein hoher nutzbarer Anteil an der Grundwasserneubildung angesetzt werden kann (belegt durch Regionalstudien und Dokumentation des Landes).

5.1.2.2 Verfügbare Grundwasserressource in Gruppen von Grundwasserkörpern mit vorwiegend Porengrundwasserleitern

In Gruppen von Grundwasserkörpern, in denen vorwiegend Porengrundwasserleiter zu finden sind, erreicht die verfügbare Grundwasserressource durchschnittlich ca. 50 mm bzw. einen Anteil an der Grundwasserneubildung von rund 16 %. In den niederschlagsärmeren Gebieten abseits großer Flüsse liegen Grundwasserneubildung und verfügbare Grundwasserressourcen jedoch erheblich unter den österreichischen Durchschnittswerten. Die verfügbare Grundwasserressource bleibt hier sogar teilweise im einstelligen Bereich. Wobei die Anteile (rund 8 bis 9 % bzw. 3 bis 5 mm) nicht nur auf Grund geringer Grundwasserneubildungsraten niedrig sind, sondern auch weil Teile der verfügbaren Grundwasserressource den Einzelporengrundwasserkörpern zugeordnet wurden, die sie umschließen (z. B. Hügelland Raab Ost und Hügelland Rabnitz). Im Wulkatal sind die niedrigen Werte der verfügbaren Grundwasserressource (rund 9 % bzw. 6 mm) durch den relativ großen Anteil an Grundwasser, das unterirdisch abfließt, bedingt.

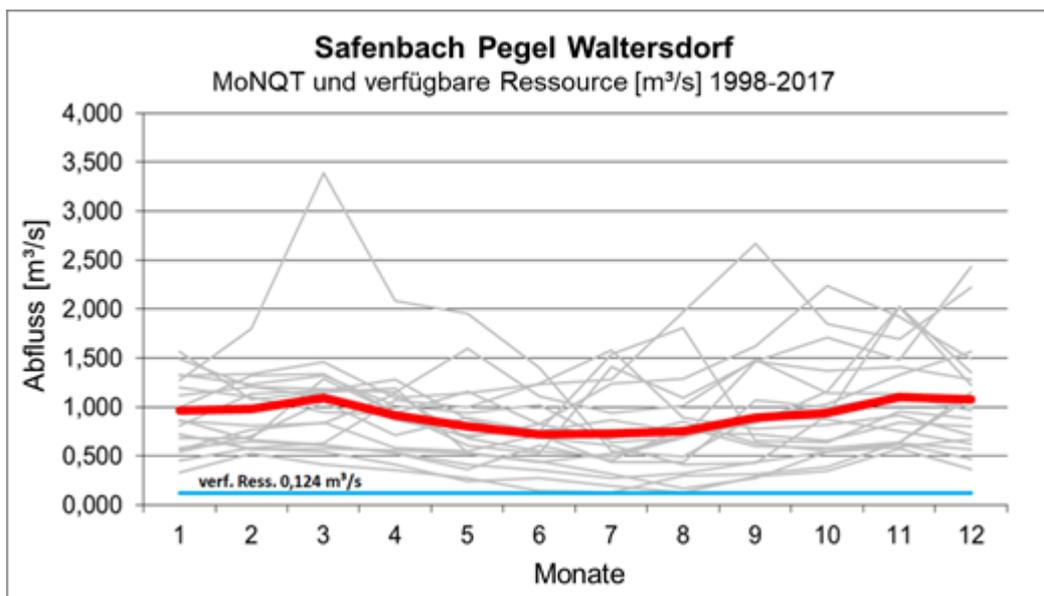
Höhere Anteile der verfügbaren Grundwasserressource ergeben sich durch Sondersituationen wie sie im Südlichen Wiener Becken-Ostrand vorzufinden sind, wo die Infiltration aus Leitha und Donau die verfügbare Grundwasserressource auf rund 14 bzw. 22 mm (rund 28 bzw. 37 % der Grundwasserneubildung) erhöht. Zu einer Erhöhung der Ressource durch Infiltration aus der March kommt es auch im nördlichen Weinviertel (rund 6 mm bzw. 21 %).

Einen anders gelagerten Sonderfall stellen die Oberinnviertler Seenplatte und das Salzach-Inn-Mattig-Gebiet im westlichen Innviertel dar. Hier trägt ein Anteil von 30 bis 40 % des Niederschlags (rund 1.050 bis 1.100 mm) zur Grundwasserneubildung (rund 300 bis 415 mm) bei. In Folge der hohen Durchlässigkeit fließt davon jedoch mehr als die Hälfte unterirdisch ab und es kommt zu starken Schwankungen der Grundwasserstände in Abhängigkeit von den Niederschlagsmengen. Deshalb sinken die Grundwasserstände in großen Teilen des Grundwasserkörpers in Trockenperioden stark ab und es können im Extremfall sowohl Brunnen als auch Oberflächengewässer zeit- bzw. abschnittsweise trockenfallen, obwohl bei durchschnittlicher Niederschlagsverteilung ausreichende hohe Wassermengen vorhanden sind. Eine Erhöhung der Nutzung in den höhergelegenen Bereichen der Grundwasserkörper über das gegenwertige Maß hinaus, könnte die Probleme in Trockenperioden deshalb weiter verschärfen. Umgekehrt würde eine Reduzierung der Entnahmen unter Umständen nicht ausreichen, um ein Absinken der Grundwasserstände auf kritische Werte in Folge ausbleibender Niederschläge zu vermeiden. Eine weitere Besonderheit dieser Grundwasserkörper ist, dass beträchtliche Mengen an Grundwasser im Nahbereich von Salzach und Inn in deren Nebengewässer austreten und teilweise kraftwerksbedingt in Hebewerken in die Flüsse gepumpt werden müssen. Die zusätzliche Nutzung eines Teils dieser ansonsten frei austretenden Grundwassermengen knapp vor dem Erreichen der Oberflächengewässer wäre deshalb auch in Trockenperioden ohne negative Folgen für die Fließgewässer und Grundwasserkörper möglich. Somit ist ein beträchtlicher Teil der Ressource von ca. 60 mm nur in diesem Randbereich des Grundwasserkörpers bzw. vor dem Austritt in die Oberflächengewässer verfügbar.

In Bereichen des Flach- und Hügellandes mit Niederschlagssummen unter 850 mm variiert die Niederwasserführung der Fließgewässer in der Regel stärker als in alpinen Lagen und extreme Niederwasserperioden treten eher in den Sommermonaten auf. Einzelne kleinere Fließgewässer fallen in länger anhaltenden Trockenperioden trocken. An größeren Gewässern sinken die Wasserspiegellagen meist nur auf Tiefststände ab, weil zumindest

abschnittsweise noch Grundwasser exfiltriert. Die Höhe der verfügbaren Grundwasserressource wird deshalb so bemessen, dass die Fließgewässer in Trockenperioden, die durchschnittlich alle 10 Jahre auftreten, nicht trockenfallen, sondern in der Regel nur bei selteneren Extremereignissen. Am Safenbach in Waltersdorf in der Südoststeiermark (Pegel Nr. 211011) entspricht die Höhe der verfügbaren Grundwasserressource mit $0,125 \text{ m}^3/\text{s}$ beispielsweise den niedrigsten Wasserständen der 20-Jahresreihe (siehe Abbildung 52). Am Safenbach hätte zwischen 1998 und 2017 beim vollständigen Ausschöpfen der Ressource im Juli 2002 und August 2003 jeweils zumindest kurzzeitig das Risiko des Trockenfallens bestanden, obwohl der Bach bei Mittelwasser die 14-fache Wassermenge abführt (rund $1,8 \text{ m}^3/\text{s}$) wie bei extremen Niederwasserabflüssen. Im Gegensatz zu Fließgewässern mit alpinem Einzugsgebiet überwiegt am Safenbach die Variabilität extremer Niederwasserstände zwischen den Jahren deutlich gegenüber jahreszeitlichen Schwankungen. In den Jahren 2002 und 2003 erreichte der Median von MoMNQT mit jeweils ca. $0,35 \text{ m}^3/\text{s}$ nur ca. 25 % der Werte von 2013 und 2014 mit ca. $1,4 \text{ m}^3/\text{s}$. Das Mittlere MoNQT des Sommerquartals erreicht mit $0,74 \text{ m}^3/\text{s}$ jedoch knapp 75 % des Winterquartals mit rund $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$.

Abbildung 52: Niederwasserführung (MoNQT = kleinster Tageswert des Monats) von 1998–2017 und verfügbare Grundwasserressource am Pegel Waltersdorf am Safenbach in der Südoststeiermark (Pegel Nr. 211011)



Quelle: HZB eHyd; Ingenieurbüro Holler

5.1.2.3 Verfügbare Grundwasserressource in Gruppen von Grundwasserkörpern mit vorwiegend Karst- und Kluftgrundwasserleitern

Die Gruppen von Grundwasserkörpern, in denen vorwiegend Karst- oder Kluftgrundwasserleiter zu finden sind, unterscheiden sich nicht nur hinsichtlich der hydrogeologischen Charakteristik, sondern auch bezüglich der durchschnittlichen Niederschlagssummen. Diese sind im Bereich von Karstgrundwasserleitern mit rund 1.690 mm durchschnittlich um ca. 35 % höher als in Gruppen von Kluftgrundwasserleitern mit rund 1.270 mm. Dementsprechend ist die verfügbare Grundwasserressource in Gebieten, in denen vorwiegend Karstgrundwasserleiter zu finden sind, mit durchschnittlich rund 70 mm um rund 40 % höher als in Gebieten mit Kluftgrundwasserleitern (rund 50 mm). Die Anteile an der Grundwasserneubildung liegen jedoch in beiden Fällen durchschnittlich bei ca. 16 %.

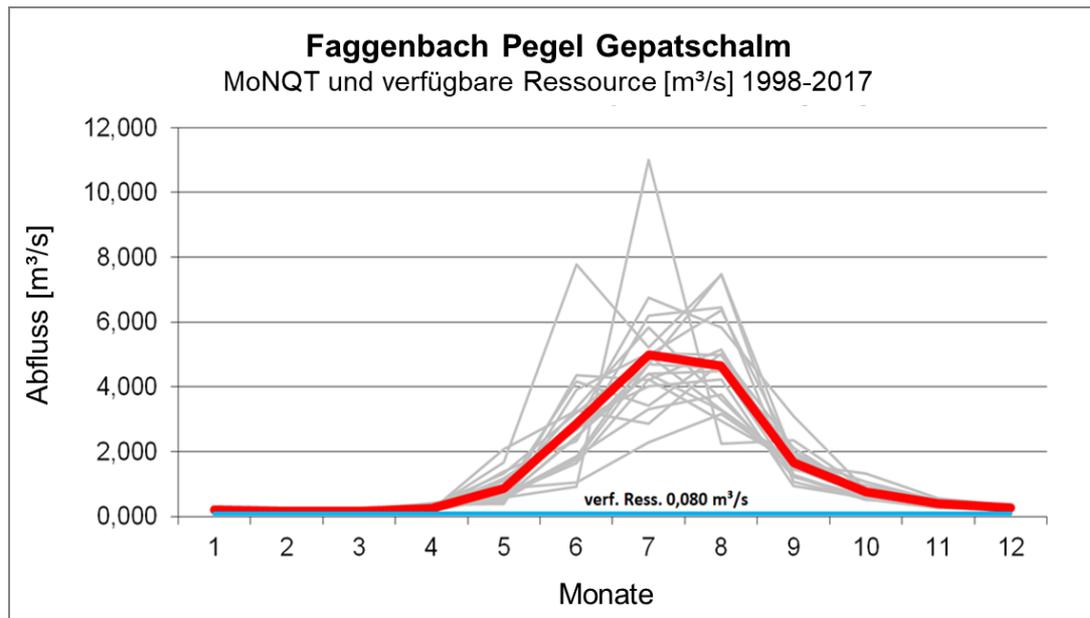
Die Variabilität ist in Gruppen mit Kluftgrundwasserleitern etwas höher (rund 9 bis 28 % bzw. 7 bis 117 mm) als in Gebieten mit Karstgrundwasserleitern (rund 12 bis 29 % bzw. 18 bis 115 mm). Zu Gruppen mit vorwiegend Kluftgrundwasserleitern gehören einerseits niederschlagsarme Gebiete wie das Günser Gebirge, das Leithagebirge, der nordöstliche Teil der böhmischen Masse oder die östliche Flyschzone (Wiener Wald) mit verfügbaren Grundwasserressourcen von 7 bzw. 9 mm. Andererseits zählen dazu auch die Zentralzone und die Tauernregion mit verfügbaren Grundwasserressourcen von 80 bis 117 mm. In Gebieten mit Karstgrundwasserleitern werden Werte von 80 bis 115 mm in den nördlichen und südlichen Kalkalpen erreicht. Die niedrigsten Werte der verfügbaren Grundwasserressource (18 bis 35 mm) in Gruppen mit Karstgrundwasserleitern sind an den Osträndern der Alpen mit durchschnittlichen Niederschlagssummen von rund 920 bis 970 mm zu finden. Die verfügbare Grundwasserressource wurde in diesen Gruppen jedoch auch zugunsten der angrenzenden Porengrundwasserkörper reduziert.

Potential für die Erhöhung der verfügbaren Grundwasserressource im alpinen Raum

Die Wasserstände in alpinen Gewässern sinken in den Wintermonaten meist über zwei bis fünf Monate auf Tiefststände ab. Dabei wird die Niederwasserführung mit zunehmender Höhenlage und abnehmenden Temperaturen niedriger, stabiler und sie erstreckt sich über einen längeren Zeitraum. Am hochalpin geprägten Pegel Gepatschalm am Faggenbach im Kaunertal (Pegel Nr. 230300) mit einem vergletscherten Flächenanteil von mehr als 30 % dauert die Niederwasserperiode beispielsweise 5 Monate (Siehe Abbildung 53). Die Niederwasserabflüsse sind in diesen Monaten relativ konstant und erreichen mit durchschnittlich $0,21 \text{ m}^3/\text{s}$ nur ca. 7 % der Mittelwasserführung (rund $3 \text{ m}^3/\text{s}$). Der Durchschnitt

der kleinsten Tagesabflüsse von Mai bis November ist mit $2,3 \text{ m}^3/\text{s}$ um ein Vielfaches höher als in den Wintermonaten.

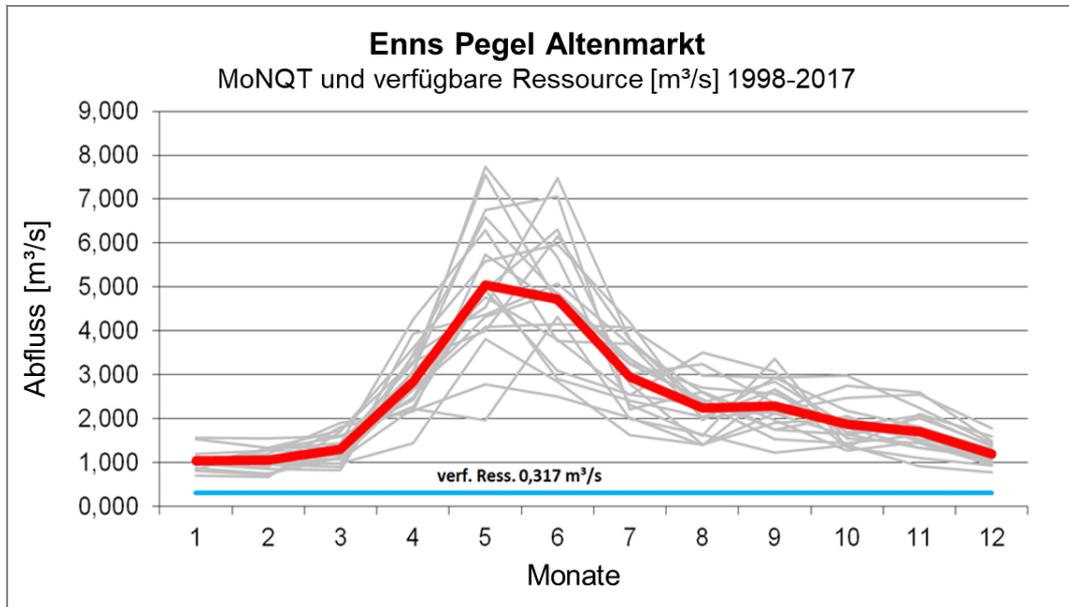
Abbildung 53: Niederwasserführung (MoNQT = kleinster Tageswert des Monats) von 1998–2017 und verfügbare Grundwasserressource am Pegel Gepatschalm in hochalpiner Lage im Kautertal (Pegel Nr. 230300)



Quelle: HZB eHyd; Ingenieurbüro Holler

An den beiden Pegeln Altenmarkt und Flachau am Oberlauf der Enns (Pegel Nr. 203711 und 203703), deren Einzugsgebiet gletscherfrei ist und eine Seehöhe von maximal 2.500 m erreicht, dauert die Niederwasserperiode hingegen in der Regel nur drei Monate. Die Niederwasserführung am Pegel Altenmarkt (Pegel Nr. 203711) ist darüber hinaus deutlich variabler als an Flüssen in höheren Lagen mit Gletschern im Einzugsgebiet (siehe Abbildung 54). Die niedrigsten Tagesabflüsse von Dezember bis Februar liegen bei ca. $0,7 \text{ m}^3/\text{s}$ und erreichen im Durchschnitt mit $1,1 \text{ m}^3/\text{s}$ bereits 27 % des Mittelwasserabflusses (rund $4,1 \text{ m}^3/\text{s}$) bzw. 40 % der durchschnittlichen Tiefststände der Niederwasserführung in den übrigen neun Monaten ($2,8 \text{ m}^3/\text{s}$). Hier treten jedoch auch in der wärmeren Jahreshälfte Niederwasserperioden auf (August 2003 und 2007 $1,4 \text{ m}^3/\text{s}$, Juli 2003 $1,6 \text{ m}^3/\text{s}$, Mai 2011 $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$), bei denen die Wasserführung jedoch doppelt so hoch ist wie in extremen Niederwasserperioden der Wintermonate.

Abbildung 54: Niederwasserführung (MoNQT = kleinster Tageswert des Monats) von 1998–2017 und verfügbare Grundwasserressource am Pegel Altenmarkt am Oberlauf der Enns (Pegel Nr. 203711)



Quelle: HZB eHyd; Ingenieurbüro Holler

Im Gegensatz dazu treten in niederschlagsarmen Regionen Ostösterreichs extreme Niederwasserstände nicht periodisch auf und variieren in der Regel von Jahr zu Jahr beträchtlich (siehe Safenbach Abbildung 52), sodass die verfügbare Grundwasserressource die Größenordnung der kleinsten Abflussmengen erreicht, die jedoch nur ein- bis zweimal in 20 Jahren für relativ kurze Zeit auftreten. An Pegeln des alpinen Raums mit relativ stabiler Niederwasserführung in den Wintermonaten, würde eine derart hoch bemessene verfügbare Grundwasserressource dazu führen, dass die Fließgewässer in den Wintermonaten häufig über einen längeren Zeitraum trockenfallen könnten und über einen wesentlich längeren Zeitraum negativ beeinflusst werden als im Flach- und Hügelland. Deshalb liegt die verfügbare Grundwasserressource in alpin geprägten Einzugsgebieten deutlich unter den Abflussmengen der niedrigsten Wasserstände.

Dies deutet auf ein Potential zur Weiterentwicklung der derzeit angewendeten Bemessung der verfügbaren Grundwasserressource für Gebiete im alpinen Raum hin, in denen die Wasserstände von Grundwasser und Fließgewässern einen ausgeprägten und relativ stabilen Jahrgang aufweisen. In den Monaten der wärmeren Jahreshälfte mit verlässlich höherer Wasserführung wäre die Entnahme größerer Wassermengen ohne Gefährdung des guten mengenmäßigen Zustands möglich, sofern die Restwasserdotations bei allfälligen Kraftwerksausleitungen in erforderlicher Höhe aufrechterhalten wird. Dieser Spielraum

könnte beispielsweise je nach Ausprägung der Periodizität der Wasserstände und Durchlässigkeit des Untergrundes durch eine halbjährliche oder quartalsweise Bemessung der verfügbaren Grundwasserressource erschlossen werden.

Im Flach- und Hügelland bzw. an Fließgewässern ohne bedeutende Anteile des Einzugsgebietes im alpinen Raum, ist das Auftreten von Niederwasserperioden in der Regel weniger vorhersehbar und die durchschnittlichen Niederwasserabflüsse in den abflussreicheren Wintermonaten sind nur geringfügig höher als in den Sommermonaten. Deshalb würde hier eine derartige jahreszeitliche Differenzierung kaum Vorteile bringen. Die Bemessung der verfügbaren Grundwasserressourcen auf Basis von Trockenperioden, die durchschnittlich alle 10 Jahre nur einmal auftreten, sollte hier beibehalten werden. Es wäre somit eine regionspezifische Anpassung des Bemessungsverfahrens sinnvoll.

5.1.3 Schlussfolgerungen

Potential für optimierte Nutzung der verfügbaren Grundwasserressourcen

Derzeit wird die verfügbare Grundwasserressource in Pegelinzugsgebieten ermittelt und auf Grundwasserkörper oder Gruppen von Grundwasserkörpern übertragen, die großteils nach hydrogeologischen Kriterien definiert wurden. Die Definition von Grundwasserkörpern nach hydrologischen Kriterien bzw. nach Einzugsgebieten und Teileinzugsgebieten würde eine präzisere Ermittlung der verfügbaren Grundwasserressource und gleichzeitig auch eine exaktere Bilanzierung des aktuellen Nutzungsgrades ermöglichen. Dies würde einerseits das wasserwirtschaftliche Monitoring erleichtern. Andererseits könnte ein derartiges Verfahren zu einem Managementtool ausgebaut werden, das auch für die vorausschauende wasserwirtschaftliche Planung nutzbar ist. Dies würde vor allem bei klimatisch bedingt knapper werdenden Ressourcen eine optimalere Nutzung ermöglichen.

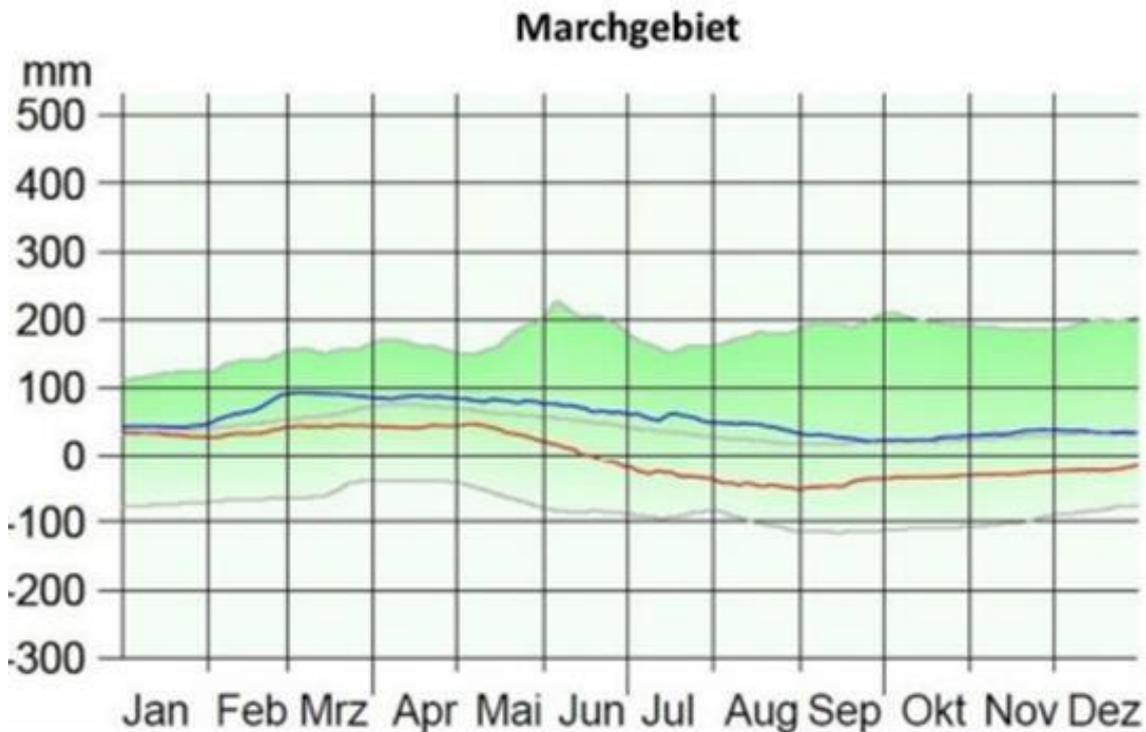
5.1.4 Vergleich flächenbezogene Veränderungen des Grundwasservolumens

Die vom HZB erarbeiteten und im Hydrographischen Jahrbuch veröffentlichten Darstellungen der flächenbezogenen Veränderungen des Grundwasservolumens geben darüber Auskunft, wie sich die in den Grundwassergebieten gespeicherten Grundwassermengen über das Jahr bzw. im Vergleich zum langjährigen Zeitraum ändern bzw. geändert haben.

Anhand des Marchgebietes, siehe Abbildung 55, wird die Entwicklung der jährlichen Änderung dargestellt. Zu Beginn des Jahres 2017 ist eine gegenüber dem Vergleichszeitraum (1990–2010) ähnliche Menge (+35 mm) im Grundwasser gespeichert. Zu Jahresende lag dieser Wert bei -20 mm. Daraus wird geschlossen, dass in diesem Gebiet im Jahr 2017 die Summe der Exfiltration aus dem Grundwasser größer war als die Infiltration. Die Reduktion von 55 mm bedeutet auf die Fläche des beobachteten Grundwassergebietes umgelegt, dieses umfasst 300 km², eine um 16,5 Mio m³ geringere gespeicherte Wassermenge im Vergleich zum Jahresbeginn.

Für den langjährigen Vergleich der Volumina seit Jänner 1990 wurden die täglichen Volumenänderungen für alle Bereiche mit Grundwasserbeobachtung eines Jahrbuchflussgebiets aufsummiert und in mm pro Fläche angegeben. In allen Flussgebieten bis auf das Leithagebiet ist das mittlere Grundwasservolumen im Bezugszeitraum 1990–2010 höher als zum Ausgangszeitpunkt am 1. Jänner 1990 (BMLRT, 2020a). Das Marchgebiet weist im Mittel ein um 35 mm (10,5 Mio. m³) höheres Grundwasservolumen im Vergleich zum Bezugszeitpunkt auf. Im Leithagebiet hat sich das Grundwasservolumen im Mittel um 30 mm im Bezug zum Vergleichszeitpunkt verringert, was umgelegt auf die Fläche rund 16,5 Mio. m³ an Wassermenge bedeutet.

Abbildung 55: Verlauf der flächenbezogenen Veränderungen des Grundwasservolumens (VOLPA: VOLUME Per Area) innerhalb eines Jahres (blau: Ganglinie im Jahr 2016, rot: 2017)



Quelle: BMLRT, 2020

Für diese Auswertungen des HZB wurden die „Grundwassergebiete“ in der Abgrenzung des eHyd berücksichtigt. Das sind z. B. für die Region 24 „Marchgebiet“ aus dem Hydrographischen Jahrbuch die Porengrundwassergebiete Pulkautal, Zayatal, Marchtal und der Teil des Marchfeldes, der zur March entwässert. Nur für diese Porengrundwassergebiete wurden Volumina aus den Schichtenlinien errechnet und aufsummiert. D. h. das ist nicht das gesamte Grundwasser, das im Marchgebiet gespeichert wird und es ist auch nicht vergleichbar mit den Grundwasserkörpern gemäß WRRL. Mit Region 24 des Hydrographischen Jahrbuches wird nur eine Teilmenge des Grundwassers in den Grundwasserkörpern Böhmisches Masse [MAR], Weinviertel [MAR] und Marchfeld [DUJ] erfasst. Für einen Vergleich mit den Angaben aus dem Hydrographischen Jahrbuch ist die Umrechnung der Ergebnisse für Grundwasserneubildung und Wasserentnahmen für das einzelne Bezugsjahr auf die Grundwassergebiete des eHYD notwendig. Das wäre also eine neue Ergebnisermittlung für eine ganz andere räumliche Einheit als sie im der Studie „Wasserschatz Österreichs“ und auch im NGP umgesetzt wurde. Beispielhaft könnte das für ausgewählte Pilotgebiete wie Nördliches Weinviertel und Marchfeld umgesetzt werden.

6 Ist-Stand Wasserbedarf Ergebnisse

6.1 Wasserversorgung

6.1.1 Wasserbedarfsmodell

Wie in Kapitel 4.4.1.2 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, ETp, 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:

$$\begin{aligned} \text{Pro-Kopf-Bedarf je Gemeinde} = & \\ & 16,01 + 59,91 * \text{Pendlerindex} + 1,48 * \text{ETp} \\ & + 0,35 * \text{Nchtigungen je Hauptwohnsitz} \\ & + 58,73 * \text{Nebenwohnsitze je Hauptwohnsitz} \end{aligned}$$

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 als 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-Wasserentnahme für die Versorgung inklusive aller mitversorgter Verbraucher und Verluste in Österreich 234 Liter pro Hauptwohnsitz und Tag ($L/(HW*Tag)$)¹⁶. Diese Zahl setzt sich folgendermaßen zusammen:

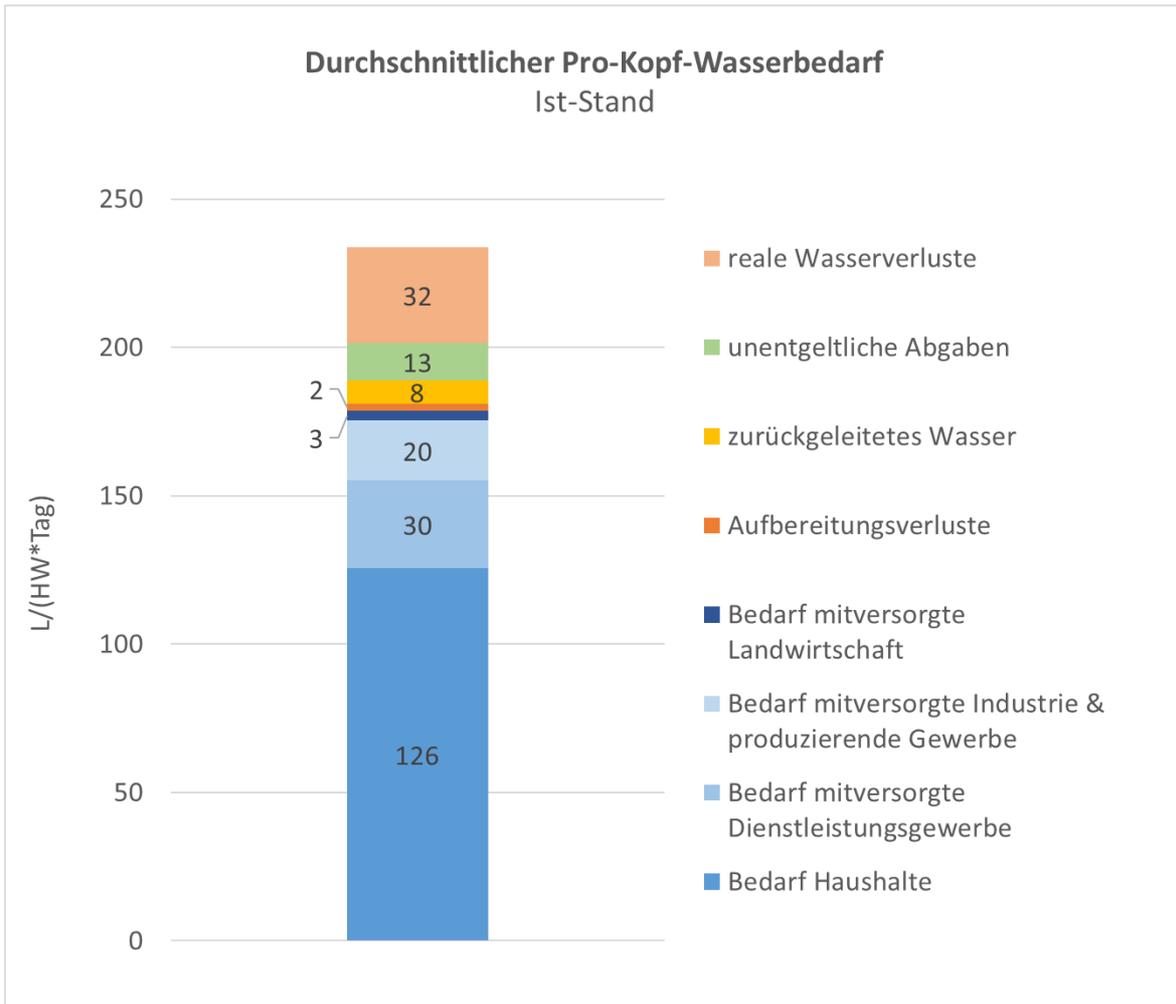
- Verbrauch in Haushalten (126 L/(HW*Tag)),
- Dienstleistungsgewerbe (30 L/(HW*Tag)),
- Industrie und produzierendes Gewerbe (20 L/(HW*Tag)),
- Landwirtschaft (3 L/(HW*Tag)),
- Aufbereitungsverluste (2 L/(HW*Tag)),
- zurückgeleitetes Wasser (8 L/(HW*Tag), nur aktive Entnahmen berücksichtigt),
- unentgeltliche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

Abbildung 56 zeigt diese Zusammensetzung der Wassermengen. Abbildung 57 zeigt das Ergebnis des Wasserbedarfsmodells zum Ist-Stand des Wasserbedarfs je Gemeinde als

¹⁶ 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.

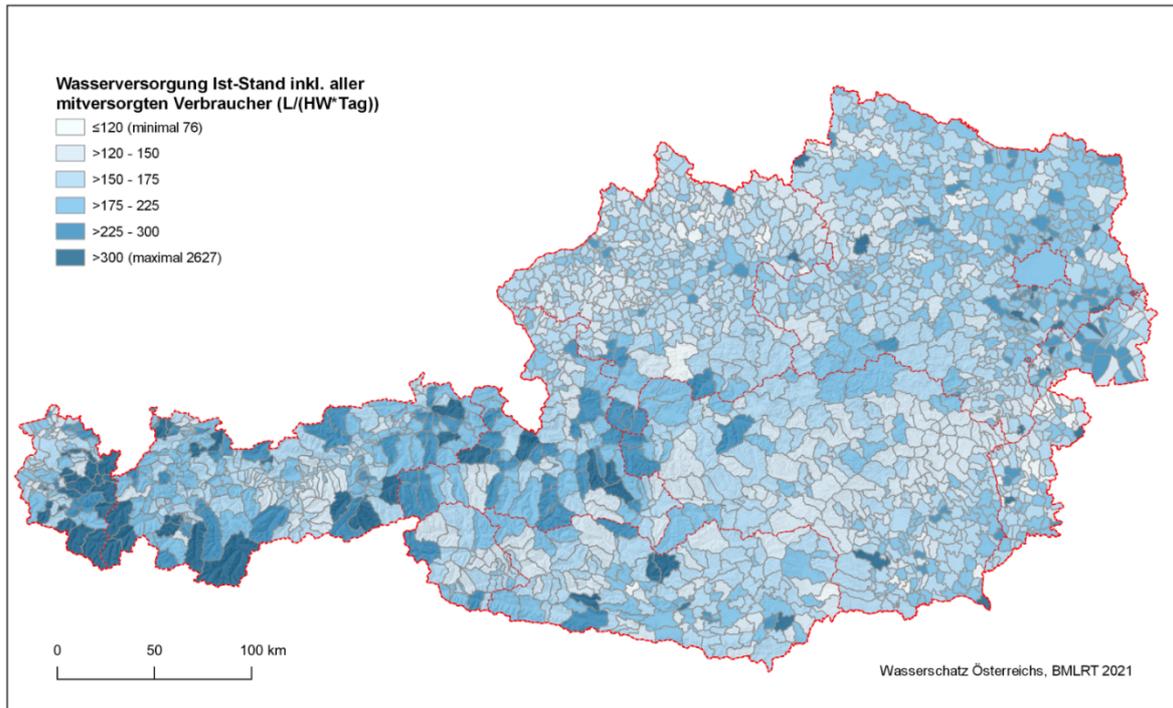
Pro-Kopf-Bedarf in Liter pro Hauptwohnsitz und Tag inkl. aller mitversorgten sonstigen Verbraucher.

Abbildung 56: Durchschnittlicher Pro-Kopf-Wasserverbrauch inkl. sonstigen Verbrauchern und Verlusten



Quelle: BOKU

Abbildung 57: Wasserversorgung Ist-Stand in Liter pro Hauptwohnsitz und Tag inkl. aller mitversorgten Verbraucher



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

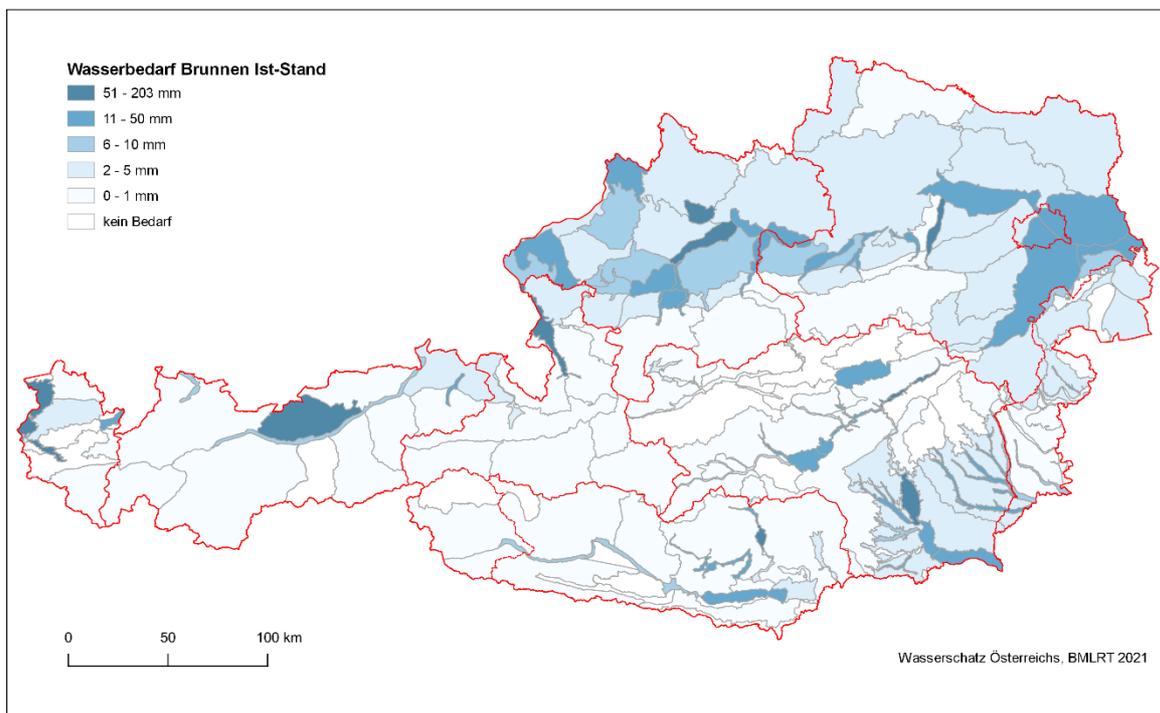
6.1.2 Bilanzierung der Wassergewinnung

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 58 bis Abbildung 61 zeigen die durchschnittlichen Wasserentnahmen auf Basis der im gegenständlichen Projekt verwendeten Teilgrundwasserkörper (Teile der NGP 2015 Grundwasserkörper) berechnet in mm:

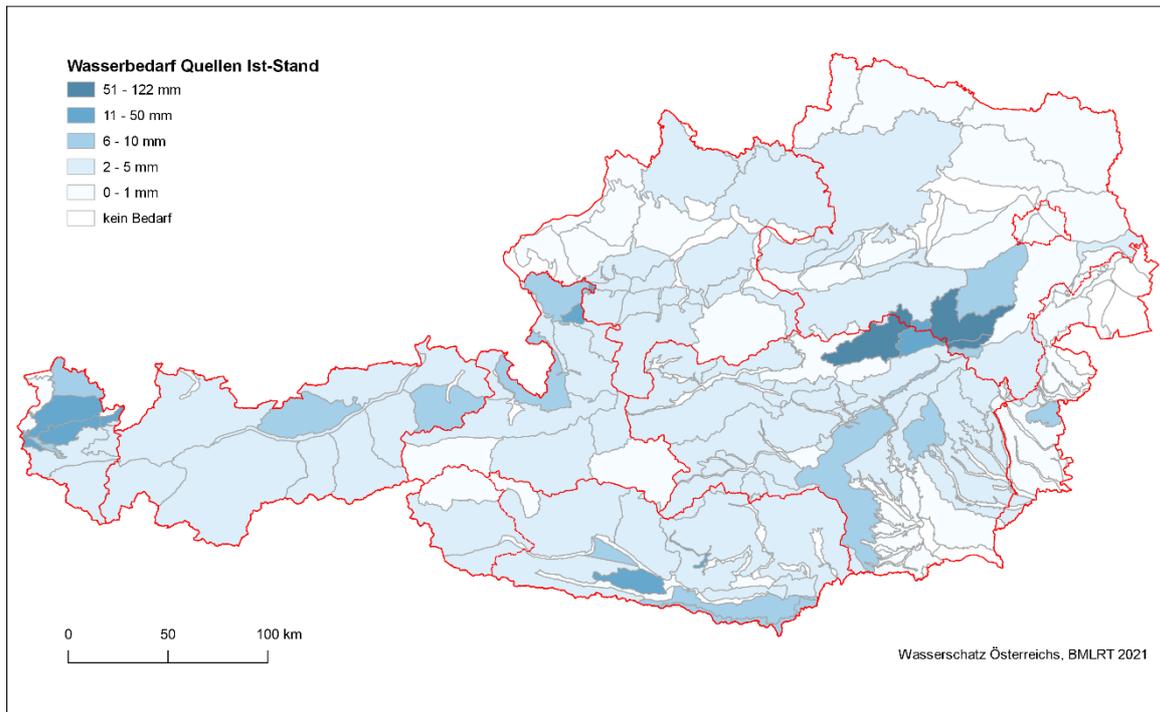
- Abbildung 58: Wasserbedarf aus Brunnen (Ist-Stand oberflächennahe Teil-Grundwasserkörper ohne Tiefengrundwasser)
- Abbildung 59: Wasserbedarf aus Quellen (Ist-Stand oberflächennahe Teil-Grundwasserkörper)
- Abbildung 60: Wasserentnahmen aus Brunnen und Quellen (Ist-Stand oberflächennahe Teil-Grundwasserkörper ohne Tiefengrundwasser)
- Abbildung 61: Wasserentnahmen aus Tiefengrundwasserkörpern (Ist-Stand)

Abbildung 58: Wasserbedarf aus Brunnen Ist-Stand (Angaben in mm)



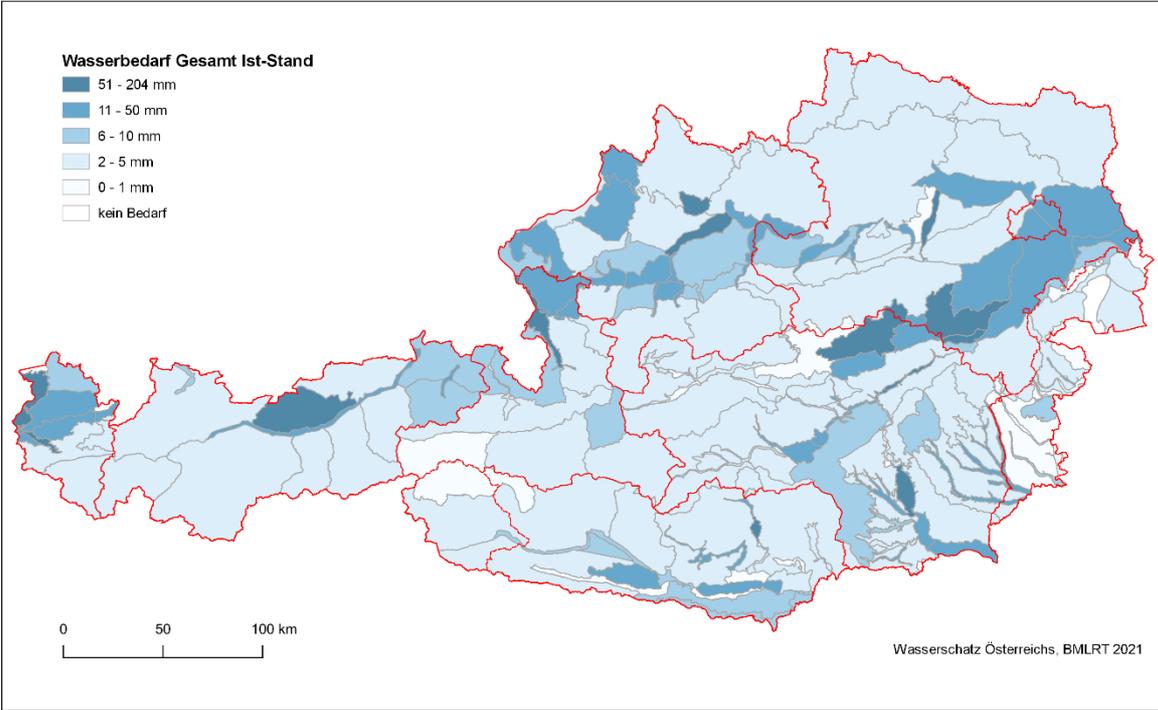
Quelle: BEV, 2020; BOKU

Abbildung 59: Wasserbedarf aus Quellen Ist-Stand (Angaben in mm)



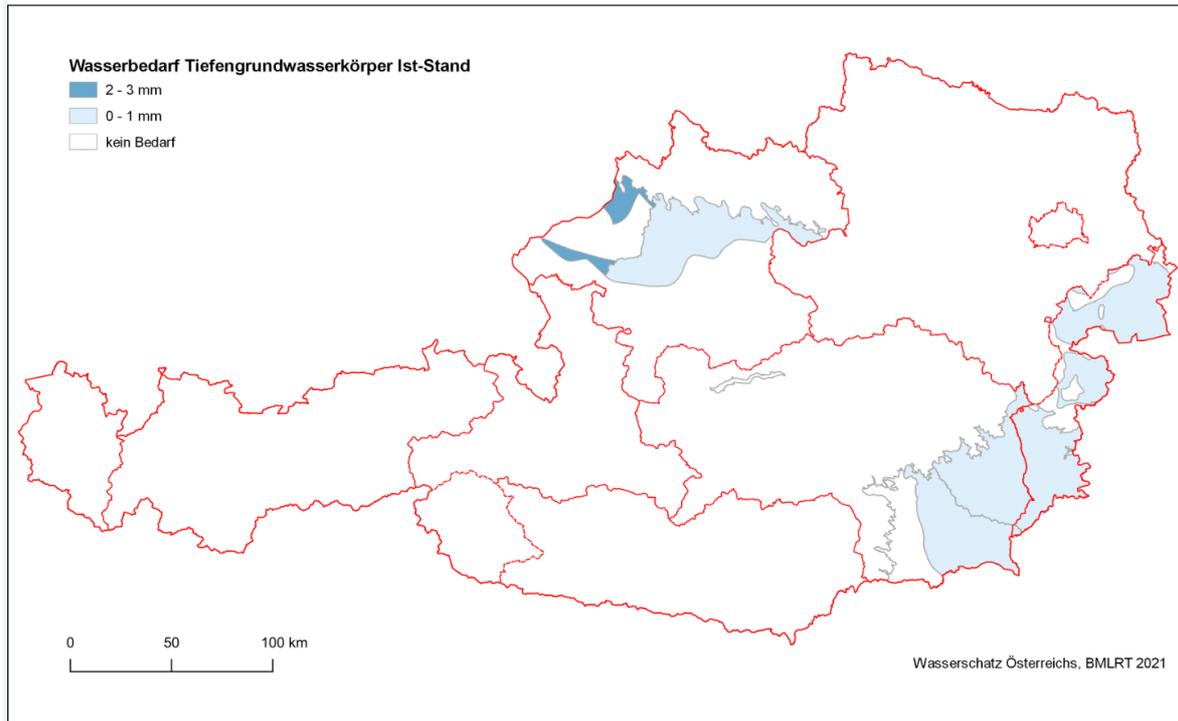
Quelle: BEV, 2020; BOKU

Abbildung 60: Wasserbedarf aus Brunnen und Quellen (ohne Tiefengrundwasserkörper)
Ist-Stand (Angaben in mm)



Quelle: BEV, 2020; BOKU

Abbildung 61: Wasserbedarf aus Tiefengrundwasserkörpern Ist-Stand (Angaben in mm)



Quelle: BEV, 2020; BOKU

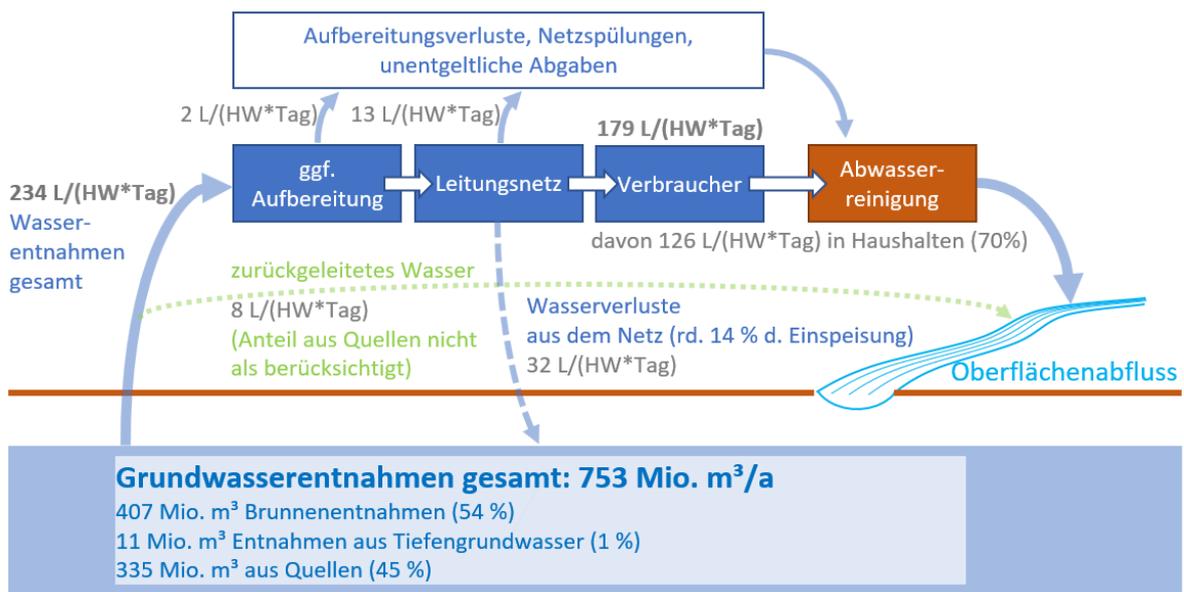
6.1.3 Schlussfolgerungen

Ein zusammenfassender Überblick des Wasserbedarfs der österreichischen Wasserversorgung ist in Abbildung 62 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 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 als Wasserverluste aus den Leitungsnetzen ausgewiesen. 13 Liter pro Hauptwohnsitz entfallen auf unentgeltliche Abgaben und Netzspülungen, 2 Liter pro Hauptwohnsitz auf Aufbereitungsverluste. Durchschnittlich 8 Liter pro Hauptwohnsitz 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 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 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 (331 Mio. m³ aus Brunnen) nun trotz der geringeren Gesamtentnahmen deutlich höhere Entnahmen aus Brunnen (407 Mio. m³).

Abbildung 62: Wasserbedarf der Wasserversorgung Ist-Stand, alle Zahlen sind Durchschnittswerte 2014–2018, Kennzahlen berechnet in Liter pro Hauptwohnsitz (HW) und 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.

6.2 Land- und Forstwirtschaft

6.2.1 Landwirtschaftliche Bewässerung

Unterschiedliche Datenquellen weisen einzelne wesentliche Parameter für die Abschätzung des landwirtschaftlichen Wasserbedarfs auf. Angaben zu tatsächlich bewässerten Flächen und Bewässerungsmengen sind allerdings kaum vorhanden und in noch geringerem Ausmaß liegen solche für mehrjährige Zeitreihen vor.

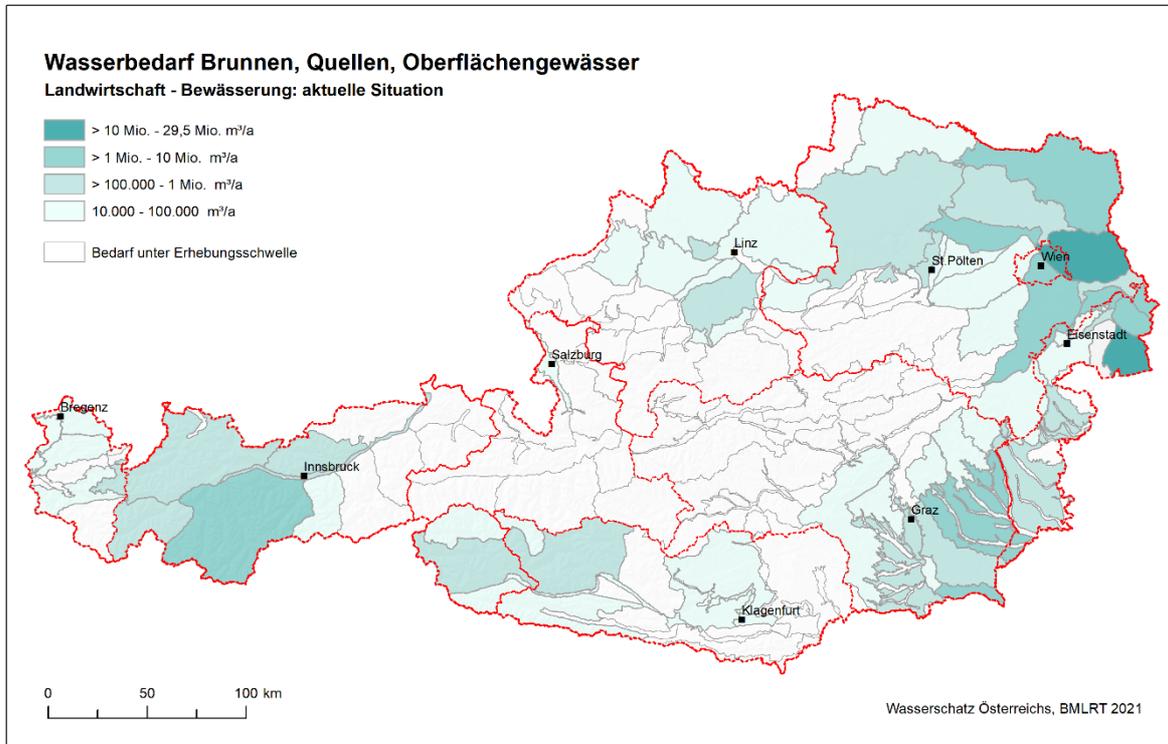
In Österreich wird durchschnittlich nur ein geringer Anteil (1,43 %) der landwirtschaftlich genutzten Flächen bewässert, dieser konzentriert sich aber im niederschlagsarmen Osten des Bundesgebietes. In den vier Grundwasserkörpern Marchfeld [DUJ] (42 %), Seewinkel [LRR], Südl. Wiener Becken [DUJ], Weinviertel [MAR] liegen bereits mehr als 75 % der bewässerbaren Fläche (ASE 2010; 5 % der Landesfläche) und nur insgesamt 9 GWK (+Tullnerfeld [DUJ], (Parndorfer Platte [LRR], Heideboden [DUJ]), Südl. Wiener Becken-Ostrand [LRR], Böhmisches Masse [DUJ]) nehmen 90 % dieser Flächen (15 % der Landesfläche) ein. Die Stichprobenerhebung der ASE 2013 zeigte einen deutlichen Zuwachs an bewässerbaren Flächen (+30 % von 2010 zu 2013), was sich in Anfragen zu Bewässerungsbewilligungen bei den zuständigen Bezirksbehörden, vor allem nach den Trockenperioden der vergangenen Jahre widerspiegelt. Für die Bewässerung werden rund 69 Mio. m³ Wasser eingesetzt, das sind 2,3 % des gesamten Wasserbedarfs. Rund 83 % (57 Mio. m³) der Bewässerungsmengen werden aus Brunnen entnommen, während der restliche Anteil

aus Oberflächengewässern und Quellen stammt. Dieser Aufteilung liegen allerdings noch Datenunsicherheiten zugrunde, die durch weitere Arbeiten vermindert werden sollen, um die saisonalen und regionalen Herausforderungen den jeweiligen Wasserressourcen detailgenauer zuordnen zu können.

Bezogen auf den gesamten Wasserbedarf aus Brunnen und Quellen innerhalb eines Grundwasserkörpers dominiert die landwirtschaftliche Bewässerung mit mehr als 50 % in den folgenden fünf GWKs: Heideboden [DUJ], Seewinkel [LRR], Parndorfer Platte [LRR], Rabnitztal [LRR] und Marchfeld [DUJ]. Dies kann insbesondere im Hinblick auf den saisonal (März bis September) anfallenden Bedarf zu üblicherweise Niederwasserzeiten eine Herausforderung für die Verfügbarkeit von ausreichend Wasserressourcen sein.

Die Häufigkeit und das Ausmaß von Trockenperioden werden die Investitionen in Bewässerungsinfrastruktur unter Berücksichtigung der regionalen Wasserverfügbarkeit wesentlich steuern. Die Anzahl der landwirtschaftlichen Betriebe ist zwar im Abnehmen, aber die Betriebsgrößen nehmen zu. Meist haben diese das Potential für Investitionen wie z. B. in Bewässerungsinfrastruktur. Vorhandene Infrastruktur wird genutzt und führt unter Umständen auch dazu, dass höher wertschöpfende Kulturen angebaut werden, die wie z. B. Feldgemüse einen höheren Wasserbedarf haben als andere Ackerkulturen.

Abbildung 63: Durchschnittlicher Landwirtschaftlicher Bewässerungsbedarf in m³ auf Ebene der (Teil-)Grundwasserkörper



6.2.2 Vieh

Der gesamte Wasserbedarf für den Viehbestand in Österreich lag bei 55,7 Mio. m³/ Jahr für das Jahr 2012 und verringerte sich auf 53,9 Mio. m³ für 2018. Dieser Rückgang ist durch die abnehmenden Viehzahlen bedingt. Im Durchschnitt ergibt das einen Wasserbedarf von rund 55 Mio. m³. Ca. 4,5 % des gesamten Wasserbedarfs aus dem Grundwasser in Österreich werden für das Vieh benötigt.

Tabelle 19 zeigt die Viehzahlen, GVE und Wasserbedarf pro Tierkategorie für das Jahr 2018.

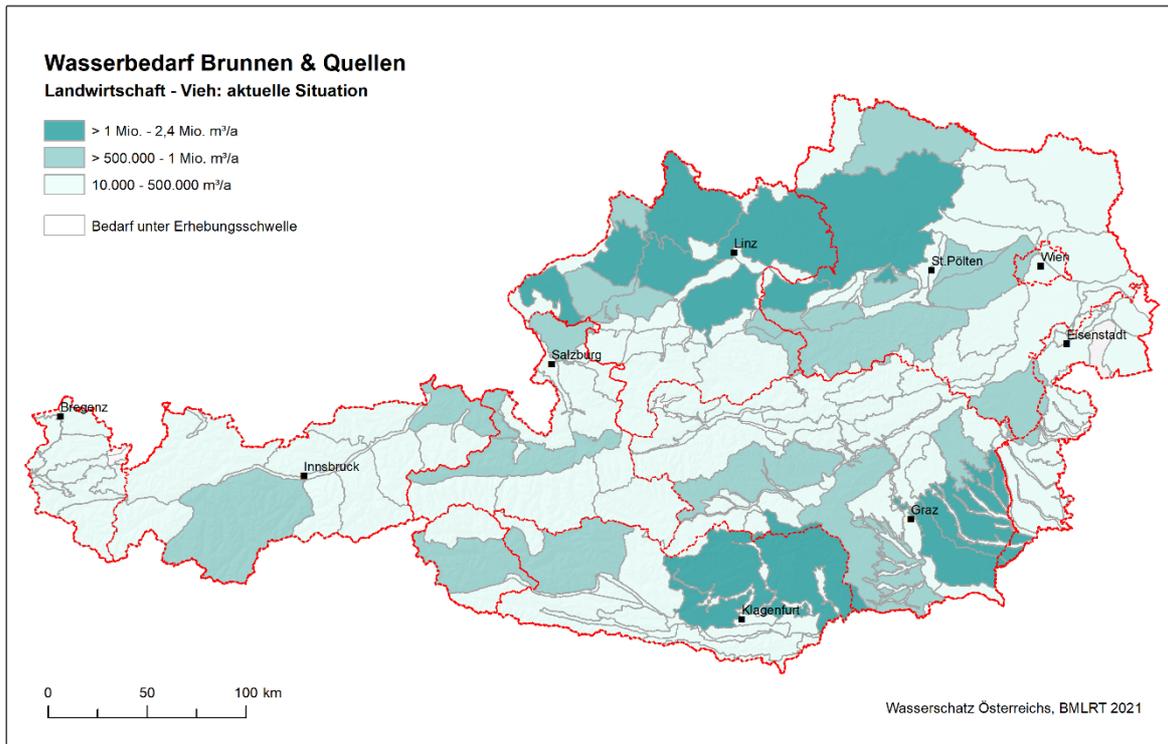
Tabelle 19: Viehzahlen, GVE und Wasserbedarf pro Tierkategorie für das Jahr 2018

	Viehzahlen (Stück)	GVE Eurostat (Stück)	Wasserbedarf (m³/Jahr)	Wasserbedarf %
Pferd	71.680	57.344	1.046.523	1,9
Rind	1.912.722	1.350.670	36.974.589	68,7
Geflügel	13.141.023	157.392	2.872.400	5,3
Ziege	112.530	11.253	205.367	0,4
Schafe	450.934	45.093	822.955	1,5
Schweine	2.718.627	653.746	11.930.870	22,2
Total	18.407.515	2.275.498	53.852.704	100,0

Quelle: Invekos, VIS, Umweltbundesamt

Regionale Schwerpunkte für die einzelnen Tierkategorien sind wie folgt: Geflügelhaltung ist in den Regionen Südost Steiermark, östliches Kärnten und Amstetten konzentriert; Rinderhaltung im westlichen Niederösterreich, im nördlichen Oberösterreich, in der Südwest- und Weststeiermark und im östlichen Kärnten und Schweinehaltung konzentriert sich im Alpenvorland, in der Südsteiermark und im östlichen Kärnten.

Abbildung 64: Wasserbedarf Vieh aktuell auf Ebene der (Teil-)Grundwasserkörper



Quelle: Umweltbundesamt

Der Viehbestand ist nicht gleichmäßig über Österreich verteilt. In der Böhmischer Masse - GK100190 werden 6,9 Mio. m³/a für das Vieh entnommen, das sind 12 % des gesamten Wasserbedarfs für das Vieh. In der Zentralzone - GK10010 und GK100186 wird insgesamt 7,2 Mio. m³/a Wasser für das Vieh verwendet, das sind 13 % des Viehwasserbedarfs. In 13 GWKs liegt der Wasserbedarf für Vieh über 1 Mio. m³/a. Zusammen entnehmen diese 33,9 Mio. m³ der insgesamt 55 Mio. m³, das sind ca. 62 %.

Obwohl in Hinblick auf die Viehzahlen der Wasserbedarf für das Almvieh mit 1,3 Mio. m³/a relativ gering ist, kann es in trockenen Sommern zu Versorgungsengpässen kommen. Einerseits durch trockenheitsbedingten Futtermangel, andererseits durch verminderte Wasserverfügbarkeit der Quellen bzw. Fließgewässer.

6.2.3 Schlussfolgerungen

Der durch Eigenversorgung gedeckte Wasserbedarf für die Viehwirtschaft beträgt rund 55 Mio. m³, das sind rund 1,8 % des gesamten Wasserbedarfs von rund 3,1 Mrd. m³ in Österreich. Ermittelt wurde der Wasserbedarf für die Viehwirtschaft basierend auf den in

INVEKOS (Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem) und im Veterinärinformationssystem (VIS) erfassten Viehzahlen und Kennzahlen für den spezifischen Wasserbedarf je Tier.

Ungefähr die Hälfte (51 %), gut 28 Mio. m³ des Wasserbedarfs für das Vieh wird aus Brunnen entnommen, der Rest aus Quellen.

Der Viehbestand ist regional (Abbildung 35) sehr unterschiedlich verteilt. Obwohl das Almvieh einen geringen Anteil am Viehbestand hat und der Wasserbedarf mit 1,3 Mio. m³ pro Jahr relativ gering ist, kann es in trockenen Sommern zu Versorgungsengpässen kommen – einerseits durch trockenheitsbedingten Futtermangel, andererseits durch verminderte Verfügbarkeit von Wasser für die Viehtränke. Ein verfrühter Almobtrieb, wie bereits in den vergangenen Jahren regional erforderlich, kann die Folge sein.

6.3 Industrie und Gewerbe

Wie im Kapitel Methodik für Industrie und Gewerbe beschrieben, musste aufgrund der gegebenen Rahmenbedingungen die Zielsetzung im Bereich Industrie und Gewerbe auf die Ermittlung der unteren Grenze der tatsächlichen Entnahmemengen aus Brunnen und Oberflächengewässern in jedem Grundwasserkörper ausgerichtet werden. Dazu wurden tatsächliche Entnahmemengen (Realdaten) und bewilligte Entnahmemengen (Konsense) je nach Datenlage auf Grundwasserkörperebene zusammengeführt. Eine weitere Variable war die unterschiedliche Datenverfügbarkeit auf Bundeslandebene. Der Vorgang glich einem Baukastensystem, in dem mit umfangreicher Handarbeit ein Gesamtbild zusammengeführt wurde.

Die untere Grenze für die Brunnenentnahme auf Grundwasserkörper erfolgte mit Echt-daten und mit geschätzten Entnahmen auf Grundlage von Konsensmengen (kombinierter Wert). Im Vergleich mit den Brunnenmeldungen aus der Gütereinsatzstatistik ist der (plausiblere) kombinierte Werte rund doppelt so hoch. Die Abweichung kann damit erklärt werden, dass in die Gütereinsatzstatistik rund 300 Meldungen erfolgen und der kombinierte Wert auf der Grundlage von über 750 Entnahmestellen basiert.

Die Oberflächengewässerentnahmen wurden in gleicher Weise wie die Brunnenentnahmen geschätzt. Im Vergleich mit den Meldungen der Gütereinsatzstatistik liegt die Summe der kombinierten Werte auf Grundwasserkörperebene aber niedriger als

die Summe der Meldungen in der Gütereinsatzstatistik. Damit liegt bei den kombinierten Werten eine Unterschätzung vor. Aufgrund der statistischen Geheimhaltung war es aber nicht möglich festzustellen, in welchen Grundwasserkörpern die Unterschätzung erfolgte. Für den Bericht wurde entschieden, die kombinierten Werte für die jeweiligen Grundwasserkörper auszuweisen und für die Berechnung des österreichischen Gesamtwerts auf einen Mittelwert der Gütereinsatzerhebung der Jahre 2018 und 2019 zurückzugreifen.

Das ursprüngliche Ziel des Projektes, Zeitreihen von Brunnenentnahmen für Grundwasserkörper zusammenzustellen, konnte nicht erreicht werden. Begründet ist das im Fehlen von ausreichenden Echtdateien für die einzelnen Jahre. Sofern Echtdateien verfügbar waren (frühestens ab 2012), wurden die zeitlich aktuellsten Daten im kombinierten Wert berücksichtigt.

Nachhaltigkeitsberichte und die Fragebogenrückmeldungen zeigen, dass die Schwankungen des Wassereinsatzes für den Bereich Industrie und Gewerbe über die Jahre im einstelligen Prozentbereich liegen und sich ausgleichen. Wenn es Brüche in den Datenreihen gibt, sind diese mit Produktionsumstellungen (Verfahrensumstellung, Kapazitätserweiterung) zu erklären.

Die auf Grundlage von Konsensmengen geschätzten Entnahmemengen wurden mit Hinweisen aus dem Wasserbuch (Firmenname, Informationen zum Herstellungsprozess) einer ÖNACE 2008-Abteilung zugeordnet. Das war beim Abgleichen mit den anonymisierten Branchenwerten aus der Gütereinsatzstatistik hilfreich. Von einer zusammenfassenden Darstellung der geschätzten Entnahmemengen nach Branchen, wie sie für die Gütereinsatzerhebung möglich ist, wurde aber wegen der Unsicherheit der Zuordnung für diesen Bericht abgesehen.

Der Bereich Industrie und Gewerbe deckt den Wasserbedarf größtenteils aus Eigenförderung (rd. 90 %) und nachrangig durch Bezug aus der öffentlichen Wasserversorgung und anderen Betrieben. Das zeigen sowohl die im Rahmen des Projektes durchgeführten Erhebungen zu den Themen Wasserversorgung und Industrie und Gewerbe als auch die Ergebnisse der Gütereinsatzerhebung der vergangenen Jahre.

Die selbstgeförderten Mengen zur Deckung des Bedarfes für Industrie und Gewerbe stammt aus Entnahmen aus Oberflächengewässern, Brunnen (inklusive Uferfiltrat) und zu einem geringen Anteil von Quellen. Der überwiegende Teil wird für Kühlzwecke in den

Branchen Metallerzeugung, Energieversorgung, Chemische Industrie und Papiererzeugung eingesetzt und im Allgemeinen nahe der Entnahmestelle in den Wasserkörper rückeingeleitet.

Branchen, die überwiegend Wasser für andere Zwecke als zur Kühlung verwenden, sind in erster Linie die Papiererzeugung und die Chemische Industrie gefolgt von der Nahrungs- und Futtermittelherstellung.

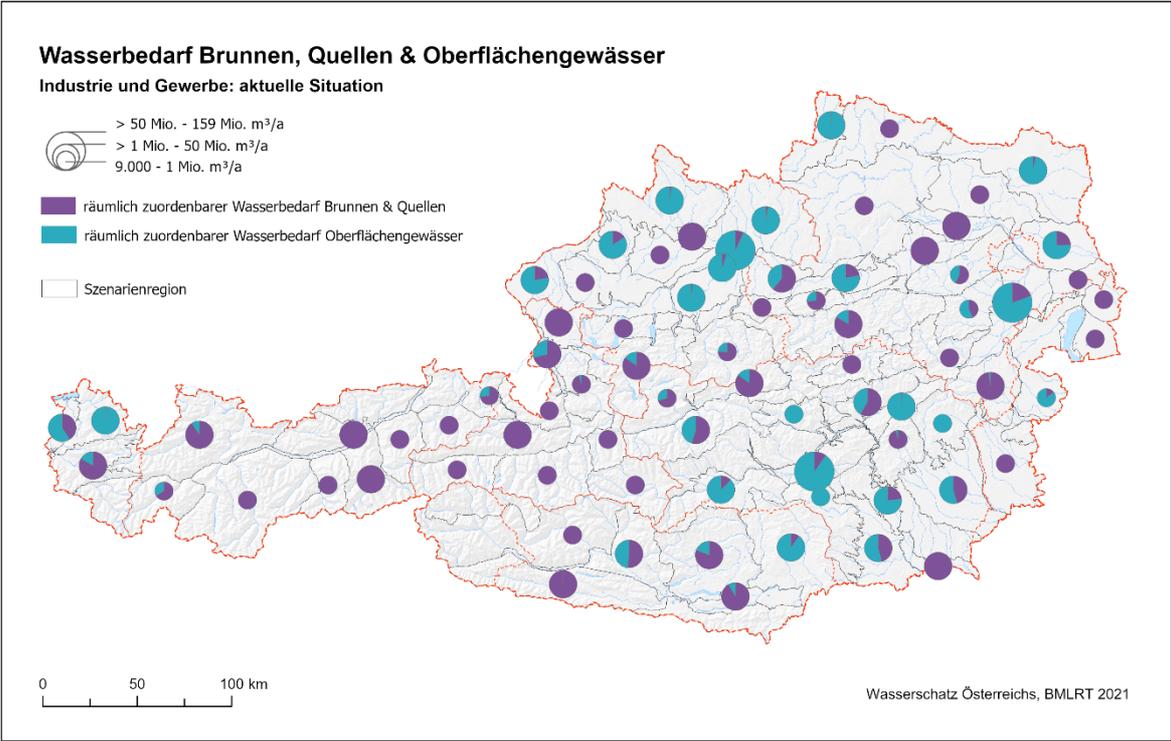
Lagemäßig sind die größten Entnahmemengen in den bekannten österreichischen Industriegebieten wie Linz, Krems, östlich von Wien, im unteren Inntal und in der Mur-Mürz-Furche zu finden, siehe Abbildung 67. Einzelne Betriebe, die in kleinstädtischen oder ländlichen Bereich angesiedelt sind, können am regionalen Wasserbedarf einen großen Anteil haben, der sich im Ausnutzungsgrad von Grundwasserkörpern widerspiegelt.

Die gesamte geschätzte Wasserentnahme durch die Industrie und Gewerbe beträgt jährlich etwa 2.210 Mio. m³, was rund 70 % des gesamten Wasserbedarfs in Österreich sind. Davon werden etwa 1.900 Mio. m³ aus Oberflächengewässern und etwa 330 Mio. m³ aus Brunnen entnommen. Viele dieser Entnahmebrunnen liegen in der Nähe von Flüssen. Daher beinhaltet diese ausgewiesene Menge auch Uferfiltrat. Auf Grundlage der vorliegenden Informationen und der Einschätzung von Expertinnen und Experten wurde ein Anteil von mindestens 58 Mio. m³ der Entnahmen aus Brunnen dem Oberflächengewässer zugeordnet. Die regionale Aufteilung ist in Abbildung 65 dargestellt.

Zusätzlich zu den 330 Mio. m³ Wasserentnahmen aus Brunnen, siehe Abbildung 66, wurden rd. 40 Mio. m³ Brunnenentnahmen abgeschätzt, die im Verlauf des Projektes bzw. in den Gesamtzahlen nicht berücksichtigt wurden. Dies sind Entnahmen, die in unmittelbarer Nähe der Entnahmestelle versickert wurden, wie beispielsweise Wasserentnahmen in Kiesgruben zum Zweck der Kieswäsche oder Wasser für Kühlzwecke, die in unmittelbarer Nähe zur Entnahmestelle über Schluckbrunnen in den Grundwasserkörper rückgeführt werden.

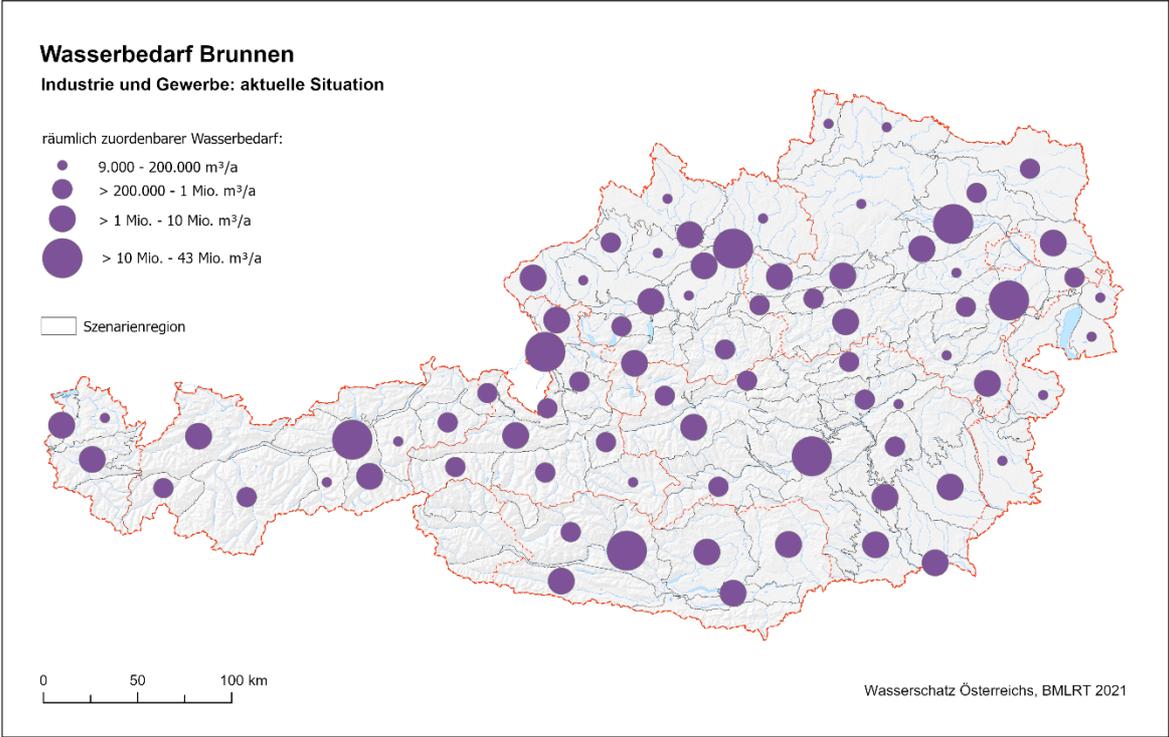
Der Anteil der Nutzung von Quellen spielt mit rd. 1 % für Industrie und Gewerbe in Österreich nur eine untergeordnete Rolle.

Abbildung 65: Wasserbedarf aus Brunnen, Quellen und Oberflächengewässern von Industrie und Gewerbe



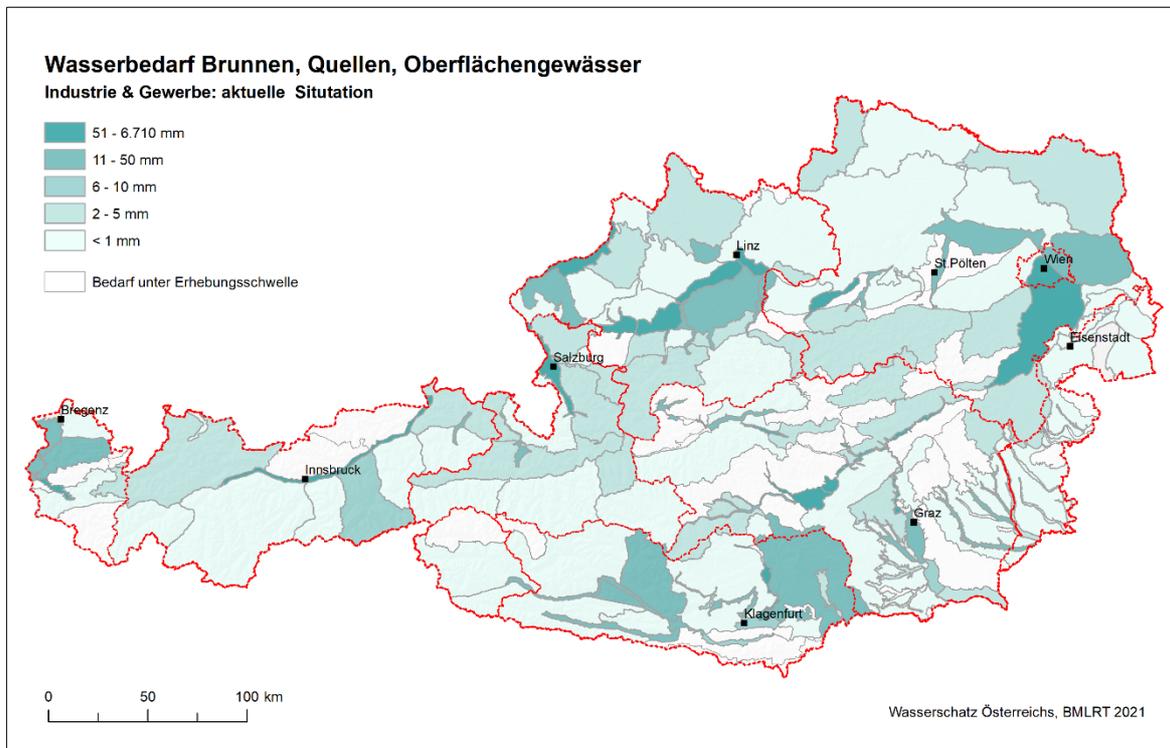
Quelle: Umweltbundesamt

Abbildung 66: Wasserbedarf von Industrie und Gewerbe aus Brunnen



Quelle: Umweltbundesamt

Abbildung 67: Wasserbedarf Industrie und Gewerbe aktuell in mm (in Analogie zur Darstellung der Wasserversorgung)



Quelle: Umweltbundesamt

Fremdbezug

Bei den Branchen Papierherstellung, chemische Erzeugnisse und Metallerzeugung und -bearbeitung hat der Fremdbezug einen signifikanten Anteil am Wassereinsatz. Beispielsweise beträgt bei den chemischen Erzeugnissen der Anteil des Fremdbezugs 32 % des Wassereinsatzes laut Gütereinsatzstatistik 2019 (Statistik Austria, 2021). Ob die Mengen von der öffentlichen Wasserversorgung oder von einem benachbarten Betrieb bereitgestellt werden, konnte nicht geklärt werden.

Im Rahmen des Projektes zeigte sich, dass der Anteil der Wasserbereitstellung „Industrie zu Industrie“ am Fremdbezug signifikant sein muss. Im Bereich der Wasserversorgung wurden rund 170 Mio. m³ pro Jahr ermittelt, die an Nichthaushalte bereitgestellt werden. Das schließt sämtliche private und öffentliche Wirtschaftsbereiche (Landwirtschaft, Herstellung von Waren, Dienstleistungsbetriebe und die öffentliche Verwaltung) ein. Im Jahr 2019 gab es laut der Leistungs- und Strukturstatistik der Statistik Austria für die

ÖNACE Abteilungen B (Bergbau) bis F (Bauwesen) 69.208 Betriebe¹⁷. Gleichzeitig weist die Gütereinsatzstatistik für das Jahr 2019 für 2.008 Betriebe einen Fremdbezug von rd. 201 Mio. m³ aus. Die genaue Wassermenge konnte wegen statistischer Geheimhaltung jedoch nicht quantifiziert werden.

Temperaturveränderungen

Die Fragestellung der Temperaturerhöhung in Oberflächengewässern und Grundwasser war nicht Thema des Projektes. Beim Kühlwasser gibt es aber einen Zusammenhang.

Wasser, das für Kühlzwecke entnommen wird, wird im Allgemeinen nahe der Entnahmestelle in annähernd derselbe Menge in den Wasserkörper rückgeleitet (bilanzneutrale Nutzung). Dabei ist jedoch die behördliche Auflage einzuhalten, dass die Rücklauf-temperatur unter einem bestimmten Grenzwert einzuhalten ist (Temperaturspreizung, max. Einleitetemperatur). Wenn nun die Anzahl der interessierten Nutzer an einer begrenzten Wasserressource steigt (z. B. bei Grundwasser) oder die Wassermenge weniger wird (z. B. geringeres Niederwasser bei Oberflächengewässern), können eventuell nicht alle Nutzungsbedürfnisse bedient werden.

Im Bereich des Grundwassers wurden von einzelnen Expertinnen und Experten der Bundesländer berichtet, dass diese Thematik in neuen Bewilligungsverfahren bereits zu Einschränkungen geführt hat. Experten (Götzl, 2019) schlagen daher Bewirtschaftungskonzepte für die Wärme- und Kältenutzung vor. Erste Online Kartenwerke dazu sind verfügbar¹⁸.

6.3.1 Schlussfolgerungen

Die geförderte Wassermenge von Industrie und Gewerbe beträgt jährlich etwa 2.210 Mio. m³ das sind rund 70 % des gesamten Wasserbedarfs in Österreich. Davon werden etwa 84 % (1.857 Mio. m³) aus Oberflächengewässern, hauptsächlich für Kühlzwecke, entnommen. Entsprechend der Gütereinsatzstatistik (Statistik Austria, 2021) erfolgt dies durch eine verhältnismäßig kleine Anzahl von Betrieben (13 Betriebe). 15 % (330 Mio. m³) werden aus Brunnen entnommen. Somit beträgt der Bedarf von

¹⁷ https://www.statistik.at/web_de/services/statcube/index.html

¹⁸ <https://portal.geoplasma-ce.eu/webgis/vienna>

Industrie und Gewerbe, der durch Eigenentnahmen aus Brunnen gedeckt wird, 40 % der gesamten Brunnenentnahmen in Österreich. Viele der Entnahmebrunnen, das betrifft rund die Hälfte der Entnahmemengen aus Brunnen, liegen in der Nähe von Flüssen. Daher beinhaltet die ausgewiesene Brunnenentnahmemenge auch Uferfiltrat. Auf Grundlage der Informationen und der Einschätzung von Expertinnen und Experten der Bundesländer wurde ein Anteil der Entnahmen aus Brunnen, der von einem unmittelbar zuströmenden Oberflächengewässer regeneriert wird, dem Oberflächengewässer zugeordnet. In diesen Bereichen wird das genutzte Wasser überwiegend ortsnah in die Oberflächengewässer rückgeleitet. 92 % der ufernahen Entnahmemengen liegen in Einzelporengrundwasserkörpern, die nur ca. zehn Prozent der Bundesfläche einnehmen. Die Nutzung von Quellen spielt in Österreich mit einem Prozent (23 Mio. m³) für Industrie und Gewerbe nur eine untergeordnete Rolle.

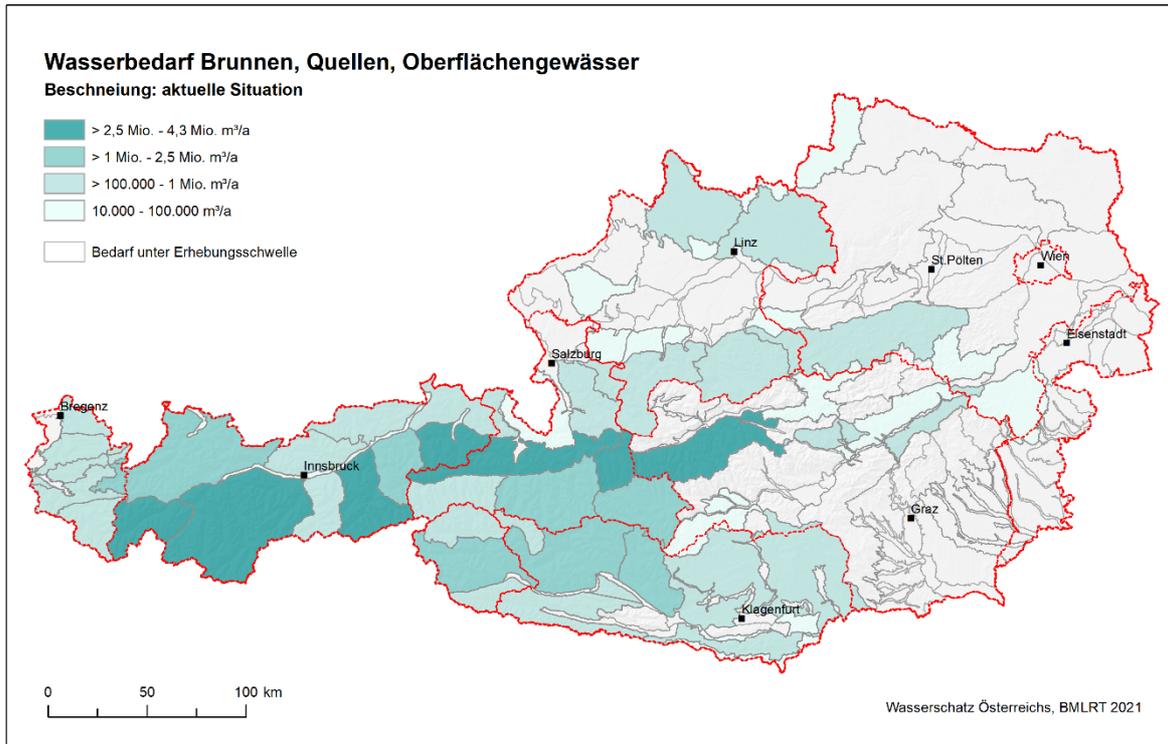
6.4 Ausgewählte Dienstleistungen

Beschneigung

Die aktuellen gesamten Wasserentnahmen für die Beschneigung belaufen sich auf eine Höhe von 47,6 Mio. m³ pro Jahr was rund 2 % der Gesamtentnahmen in Österreich entspricht. Das Wasser, das für die Beschneigung entnommen wird, entstammt zu rund 91 % aus Oberflächengewässern, zu 3 % aus Brunnen und zu 6 % aus Quellen. Die regionale Verteilung ist in Abbildung 69 dargestellt. Der Anteil der Entnahmen aus Oberflächengewässern an den Gesamtwasserentnahmen in Österreich beträgt 3,5 %, der Anteil des Brunnenwassers beträgt 0,2 % und jener aus Quellen beträgt 0,8 %.

In der Karte zu den Entnahmemengen für die Beschneigung, Abbildung 68 sind die gesamten Wasserentnahmen auf Basis der Wasserbucheinträge bzw. der Abschätzungen zum Wasserbedarf anhand der Informationen zu den Pistenflächen oder den beschneiten Flächen auf Teil-Grundwasserkörperebene abgebildet. Es ist gut ersichtlich, dass die größten Entnahmemengen in Tirol, Salzburg und im Nordwesten der Steiermark entlang des Alpenhauptkamms stattfinden.

Abbildung 68: Wasserbedarf Beschneigung aktuell



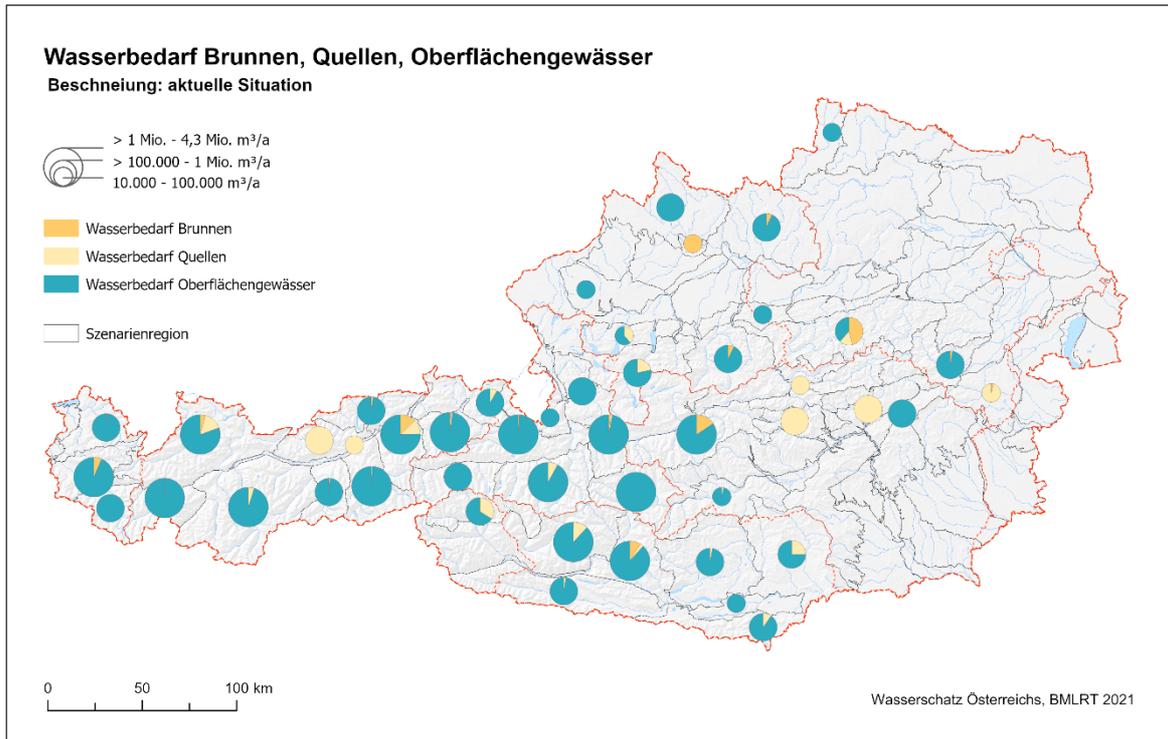
Golf

Die Wasserentnahmen, die für die Bewässerung von Golfflächen verwendet werden, belaufen sich auf insgesamt rund 4 Mio. m³ pro Jahr. Das sind 0,17 % der gesamten Wasserentnahmen in Österreich. Davon wird mit 73 % der größte Teil aus Brunnen entnommen, 6 % entstammen aus Quellen und 21 % werden aus Oberflächengewässern entnommen.

6.4.1 Schlussfolgerungen

Insgesamt sind die Entnahmen von Wasser für Dienstleistungen in Bezug auf die Gesamtwasserentnahmen in Österreich eher gering, jedoch werden regional innerhalb von kurzen Zeitspannen vor allem für die Beschneigung große Wassermengen benötigt.

Abbildung 69: Wasserbedarf für die Beschneigung aktuell je Wasserressource



Quelle: Umweltbundesamt

Während die Bewässerung von Golfplätzen nur in der Vegetationsperiode notwendig ist, wird das Wasser für die Beschneigung in der Wintersaison, in Zeiten mit Niederwasser und geringer Wasserverfügbarkeit benötigt. Daher wird in Österreich im Regelfall das Wasser für die Beschneigung in rund 450 Speicherteichen (Wirtschaftskammer Österreich, 2019), die in Zeiten mit höherer Wasserverfügbarkeit befüllt werden, vorgehalten. Bei der Beschneigung spielt vor allem die Grundbeschneigung eine wesentliche Rolle, da diese rund 40 % (Vanham et al., 2008) des Gesamtwasserbedarfs ausmacht und witterungsbedingt oft innerhalb von wenigen Tagen stattfinden muss.

7 Ist-Stand Gegenüberstellung verfügbare Grundwasserressource und Wasserbedarf

Nachfolgend werden die Wasserressourcen Österreichs und der Wasserbedarf dargestellt. Dabei wird zunächst beschrieben, welcher Anteil des Niederschlags zur Grundwasserneubildung beiträgt und wie viel davon nachhaltig genutzt werden kann. In der Folge, wird der aktuelle Wasserbedarf auf Bundesebene für die jeweiligen Sektoren dargestellt und aus welchen Ressourcen dieser aktuell gedeckt wird. Es werden hier zunächst auch die Nutzungen von Oberflächengewässern und Tiefengrundwasser angeführt, während sich die Ausführungen in den folgenden Abschnitten dann auf das Grundwasser, d. h. die Entnahmen aus Brunnen und die Nutzung von Quellen beschränken.

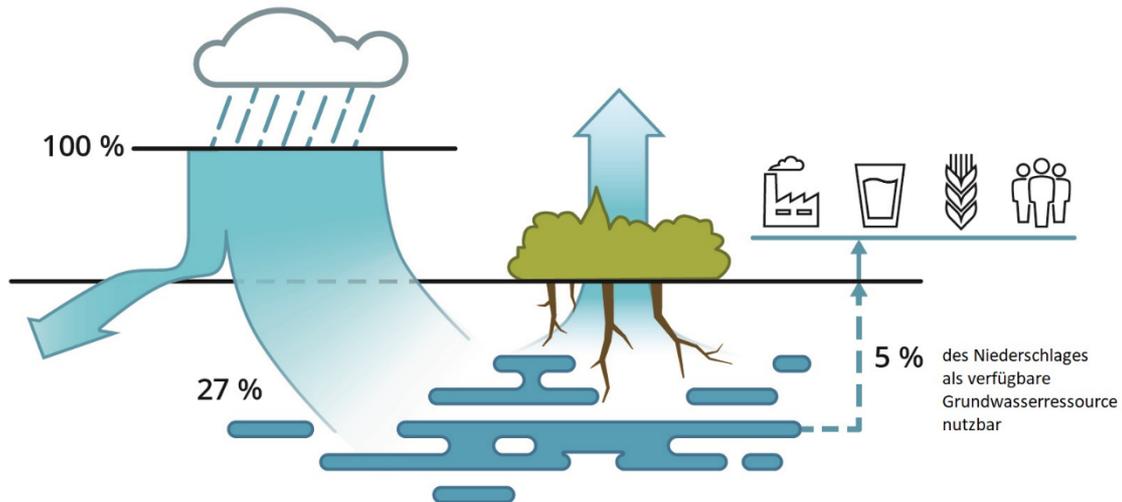
7.1 Ist-Stand – Darstellung auf Bundesebene

7.1.1 Wasserressourcen Österreichs

Der gesamte Jahresniederschlag von 1.190 mm (BMNT, 2018a), der im langjährigen Durchschnitt auf die Landesfläche fällt, ergibt eine Wassermenge von rund 99,8 Mrd. m³. Von dieser Menge fließt ein Großteil oberirdisch bzw. oberflächennah in die Fließgewässer ab oder verdunstet. Nur rund 27 Mrd. m³ tragen entweder direkt über Versickerung oder indirekt über Infiltration im Nahbereich großer Flüsse (rund 0,4 Mrd. m³) zur Grundwasserneubildung bei, d. h. ein Anteil von knapp 27 % (Abbildung 70) des Niederschlags versickert bis ins Grundwasser und wird hier mittel- bis längerfristig zwischengespeichert. Unter Berücksichtigung der Ziele einer nachhaltigen Nutzung des Grundwassers, bei der es zu keinen Übernutzungen und Beeinträchtigungen von Ökosystemen kommt, haben die Berechnungen im Rahmen der Studie ergeben, dass von der gesamten Grundwasserneubildung ein Anteil von knapp 20 % genutzt werden kann. Daher stehen als „verfügbare Grundwasserressource“ rund 5,1 Mrd. m³ (rund 5 % der gesamten Niederschlagsmenge, Abbildung 70) für die diversen Nutzungen bereit. Die verfügbaren

Grundwasserressourcen sind räumlich über das Bundesgebiet sehr unterschiedlich verteilt, vor allem in den niederschlagsärmeren Gebieten liegen sie erheblich unter den genannten Durchschnittswerten.

Abbildung 70: Vom Niederschlag zur verfügbaren Grundwasserressource



Quelle: Umweltbundesamt

Von den verfügbaren Grundwasserressourcen befinden sich rund 1,3 Mrd. m³ in den Tal- und Beckenlandschaften Österreichs. Hier sind in durchlässigen Sedimenten (Kiese, Sande) bedeutende Grundwasserkörper ausgebildet. Obwohl diese „Einzelporengrundwasserkörper“ nur ca. 10 % der Bundesfläche ausmachen, liegen hier ca. 25 % der Ressourcen. Die verbleibenden rund 75 % der verfügbaren Grundwasserressourcen (3,8 Mrd. m³) verteilen sich über die verschiedenen Landschaften vom Flachland bis ins Hochgebirge. In diesen „Gruppen von Grundwasserkörpern“, die ca. 90 % des Bundesgebietes ausmachen, wird das Grundwasser in diversen Karst-, Kluft- und Sedimenthohlräumen gespeichert.

7.1.2 Wasserbedarf aus Brunnen, Quellen und Oberflächengewässern

Die Grundlage für alle weiteren Überlegungen und Planungen ist eine möglichst genaue Abschätzung des gesamten Wasserbedarfs. Daher wurden neben dem Bedarf, der aus dem Grundwasser gedeckt wird auch die wesentlichsten Nutzungen und Entnahmen aus

Oberflächengewässer (ausgenommen Wasserkraftnutzung) bei der Erhebung berücksichtigt. Dies ist für eine integrative und nachhaltige Bewirtschaftung der Ressource Wasser erforderlich, da Grund- und Oberflächengewässer untrennbar miteinander verbunden sind.

Der gesamte jährliche Wasserbedarf in Österreich liegt bei etwa 3,1 Mrd. m³. Davon entfallen rund 72 % auf Gewerbe- und Industriebedarf (inkl. ausgewählter Dienstleistungen), rund 24 % auf die Wasserversorgung inklusive mitversorgter Industrie, Gewerbe und die Eigenförderung von Privathaushalten sowie ein Anteil von rund 4 % auf die Eigenförderung der Landwirtschaft (siehe Abbildung 72).

Abbildung 71: Gesamter Wasserbedarf und Nutzung der Ressourcen nach wirtschaftlichen Bereichen (Angaben für die Wasserversorgung ohne Nutzung Tiefengrundwasser)

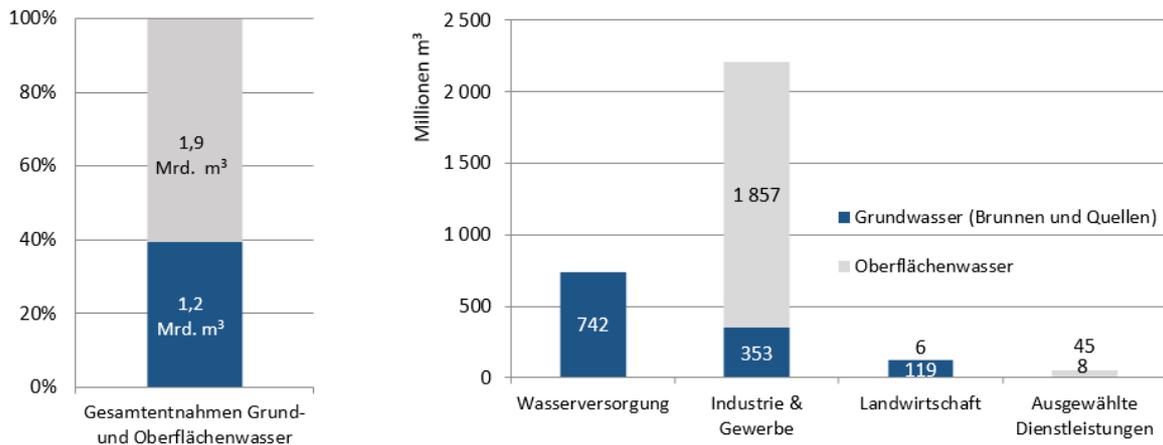


Abbildung 72: Anteil der Wirtschaftssektoren am gesamten Wasserbedarf aktuell

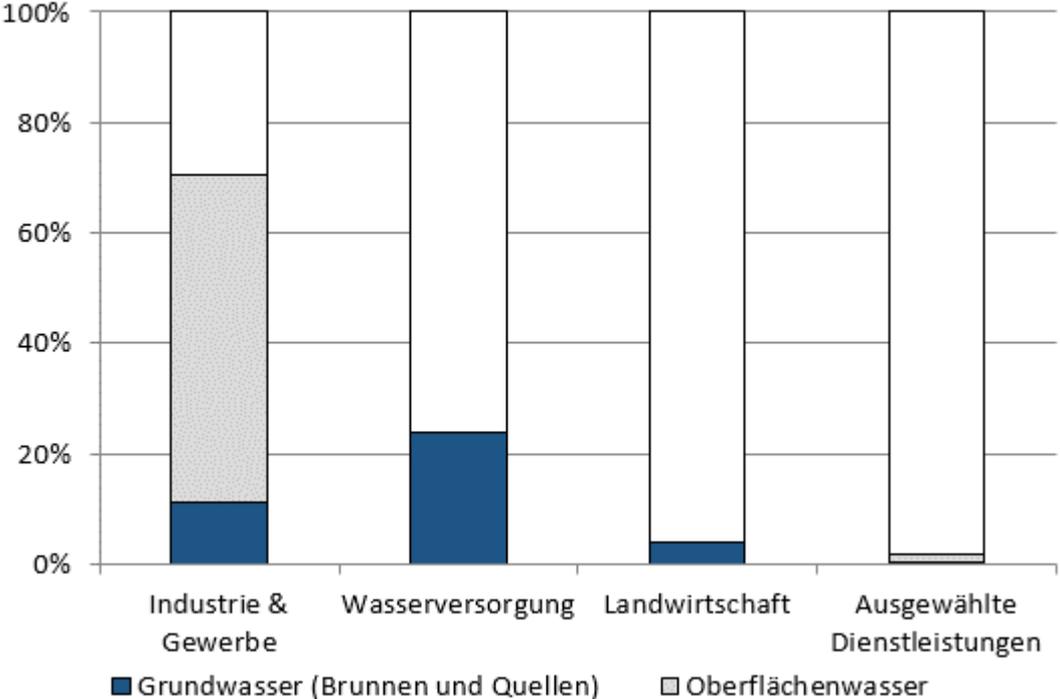


Tabelle 20: Wasserbedarf in Mio. m³ aktuell

Wasserbedarf	Brunnen	Quellen	Tiefen- grund- wasser	Grund- wasser- Summe	Ober- flächen- gewässer	Summe	Anteil an Gesamt- Summe
	Mio. m ³	Mio. m ³	Mio. m ³	Mio. m ³	Mio. m ³	Mio. m ³	%
Wasser- versorgung	407	335	11	753		753	24 %
Landwirt- schaft	85	33		118	6	124	4 %
Davon:	57	6			6		
<i>Bewässerung</i>	28	27					
<i>Viehhaltung</i>							
Industrie und Gewerbe**	330	23		353	1.857	2.210	70 %
Ausgewählte Dienst- leistungen***	4	3		7	45	52	2 %
Gesamt	826*	395*	11	1.232	1.908	3.140*	100 %

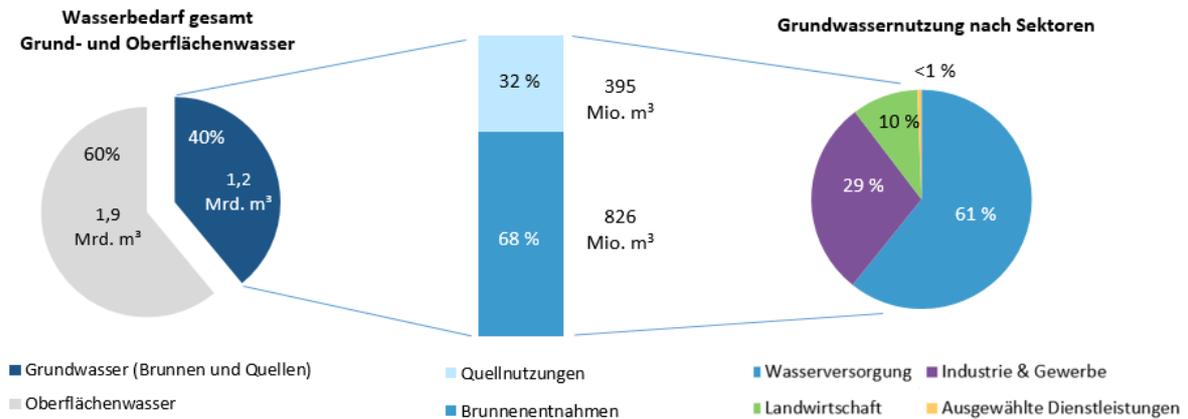
* Gesamtsummen enthalten Rundungsdifferenzen; ↑ steigender Wasserbedarf, → annähernd gleichbleibender Wasserbedarf

** Die Annahmen für 2050 gehen davon aus, dass der Bedarf für Industrie und Gewerbe annähernd gleichbleiben wird.

***umfasst den Wasserbedarf für Beschneigung und für die Bewässerung von Golfplätzen

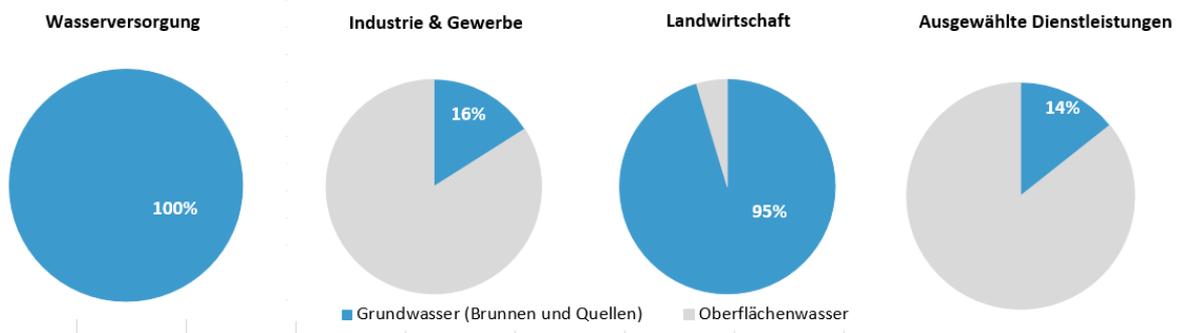
40 % des gesamten Wasserbedarfs werden aus dem Grundwasser (Brunnen, Quellen) gedeckt, das sind etwa 1,2 Mrd. m³. Etwa 68 % des Grundwassers wird aus Brunnen entnommen und 32 % stammen von Quellen, siehe Abbildung 73. Insgesamt stellt der aus Oberflächengewässern gedeckte Wasserbedarf einen Anteil von etwa 60 % (1,9 Mrd. m³) dar. Zum überwiegenden Teil werden diese Wassermengen für Kühlzwecke eingesetzt und in der Regel orts- und zeitnah wieder in den Wasserkreislauf rückgeführt.

Abbildung 73: Gesamter Wasserbedarf aus Grund- und Oberflächenwasser sowie die Aufteilung des Grundwasserbedarfs nach Quellen und Brunnen sowie nach wirtschaftlichen Sektoren



Die Wasserversorgung nutzt rund 61 % des gesamten Grundwasserbedarfs (Abbildung 73) und deckt ihren Gesamtbedarf aus dem Grundwasser. Auch die Landwirtschaft entnimmt ihren Bedarf für Bewässerung und Viehhaltung zu 95 % aus dem Grundwasser. Für Industrie und Gewerbe bzw. ausgewählte Dienstleistungen (Beschneigung, Golf) stammen etwa 16 % bzw. 14 % der Gesamtwassermengen aus dem Grundwasser und 84 % bzw. 86 % aus dem Oberflächenwasser (siehe Abbildung 74).

Abbildung 74: Gesamter Wasserbedarf und Nutzung der Ressourcen nach wirtschaftlichen Sektoren



7.1.3 Grundwassernutzung – Brunnen und Quellen

In diesem Abschnitt wird die Nutzung des Grundwassers, die Entnahmen aus Brunnen und die Nutzung von Quellen beschrieben. Aktuell wird der Bedarf von 1.232 Mio. m³ pro Jahr aus dem Grundwasser gedeckt – das sind 40 % des gesamten Wasserbedarfs. Die Aufteilung bei der Grundwassernutzung ist folgendermaßen: 68 % Brunnenentnahmen und 32 % Quellnutzungen (s. Abbildung 73).

Der Wasserbedarf für die Wasserversorgung (umfasst die Nutzungen von privaten Haushalten und den aus der öffentlichen Wasserversorgung mitversorgten öffentlichen Einrichtungen, Gewerbe-, Industrie- und Landwirtschaftsbetrieben sowie die Eigenversorgungen von Haushalten) der zur Gänze aus dem Grundwasser gedeckt wird, beträgt 753 Mio. m³ pro Jahr (inkl. 11 Mio. m³ Tiefgrundwasser) und somit rund 61 % des Grundwasserbedarfs.

Für den Sektor Industrie und Gewerbe werden 353 Mio. m³ Grundwasser genutzt – 330 Mio. m³ werden aus Brunnen entnommen. Das entspricht rund 29 % der Grundwassernutzungen.

Die Landwirtschaft mit den Anteilen für Bewässerung und Viehtränke deckt insgesamt rund 118 Mio. m³ des Bedarfes aus dem Grundwasser.

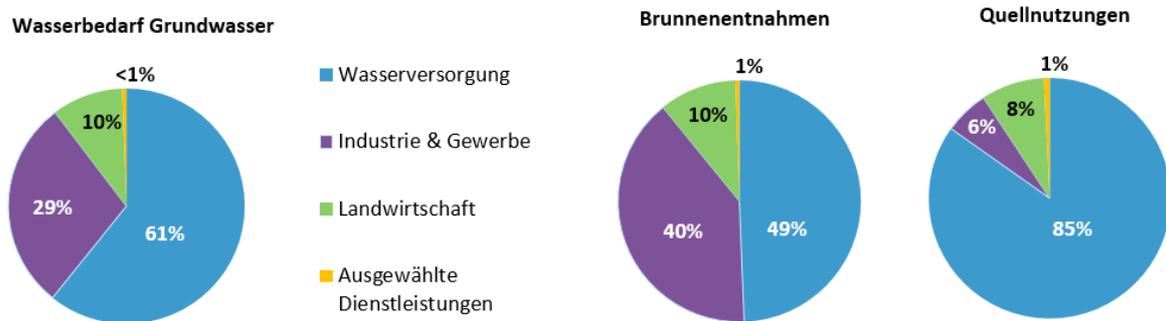
Der Bedarf, der aus Beschneidung und Golf resultiert, entfällt nur zu einem geringen Anteil mit 7 Mio. m³ auf das Grundwasser.

Aus der nachfolgenden Abbildung 75 ist ersichtlich, zu welchen Anteilen der Bedarf der wirtschaftlichen Sektoren aus dem Grundwasser gedeckt wird. Darüber hinaus, sind auch die Anteile der Sektoren an den Entnahmen aus Brunnen und an der Nutzung von Quellen dargestellt.

Etwa die Hälfte der Brunnenentnahmen (49 %) werden für die Wasserversorgung genutzt, 40 % für Industrie und Gewerbe und 10 % der Brunnenentnahmen werden für landwirtschaftliche Zwecke verwendet. Etwa 1 % dient ausgewählten Dienstleistungen.

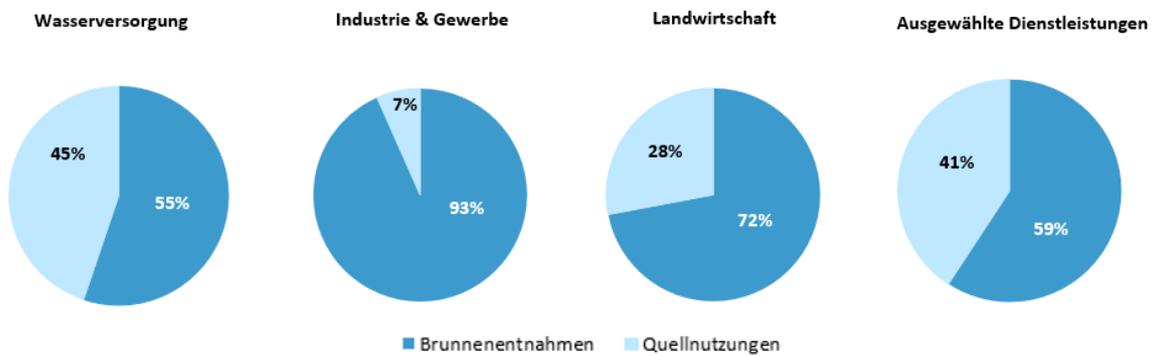
Die Quellnutzungen dienen vornehmlich (zu 85 %) der Wasserversorgung, etwa 8 % aller Quellnutzungen erfolgen durch die Landwirtschaft, etwa 6 % für Industrie und Gewerbe-zwecke und 1 % für ausgewählte Dienstleistungen.

Abbildung 75: Brunnenentnahmen und Quellnutzungen nach wirtschaftlichen Sektoren aktuell



In Abbildung 76 werden die Grundwassernutzungen für die Sektoren Wasserversorgung, Industrie und Gewerbe, Landwirtschaft und ausgewählte Dienstleistungen mit den Anteilen von Brunnenentnahmen und Quellnutzungen dargestellt.

Abbildung 76: Grundwassernutzung der wirtschaftlichen Sektoren für Brunnen und Quellen aktuell



Die Wasserversorgung nutzt das Grundwasser zu 55 % aus Brunnen und zu 45 % aus Quellen. Bei Industrie und Gewerbe überwiegen Brunnenentnahmen mit 93 %. Die Landwirtschaft nutzt das Grundwasser zu etwa 72 % aus Brunnen und 28 % aus Quellen. Bei den ausgewählten Dienstleistungen teilt sich die Grundwassernutzung zu 59 % auf Brunnen und 41 % auf Quellen auf.

Nach der österreichweiten Darstellung der Grundwassernutzung (Abbildung 75, Abbildung 76) wird in Abbildung 77 ein Überblick über die Grundwassernutzung in den Szenarienregionen gegeben.

Hinsichtlich der Nutzung nach wirtschaftlichen Sektoren überwiegt in den meisten Szenarienregionen die Wasserversorgung. Im Osten des Bundesgebietes sind hingegen hohe Anteile für landwirtschaftliche Bewässerung zu verzeichnen. Wasserbedarf für die Viehtränke ist regional in Ober- und Niederösterreich und in der Steiermark von Bedeutung. In wenigen Szenarienregionen v. a. in Oberösterreich, Steiermark, Tirol, Salzburg und Kärnten sind große Anteile für die Nutzung von Industrie und Gewerbe zu erkennen. Deutlich wird auch die von der Wasserversorgung dominierte Quellnutzung.

Abbildung 77: Grundwassernutzung nach Sektoren sowie Brunnen und Quellen auf Ebene der Szenarienregionen – aktuelle Situation

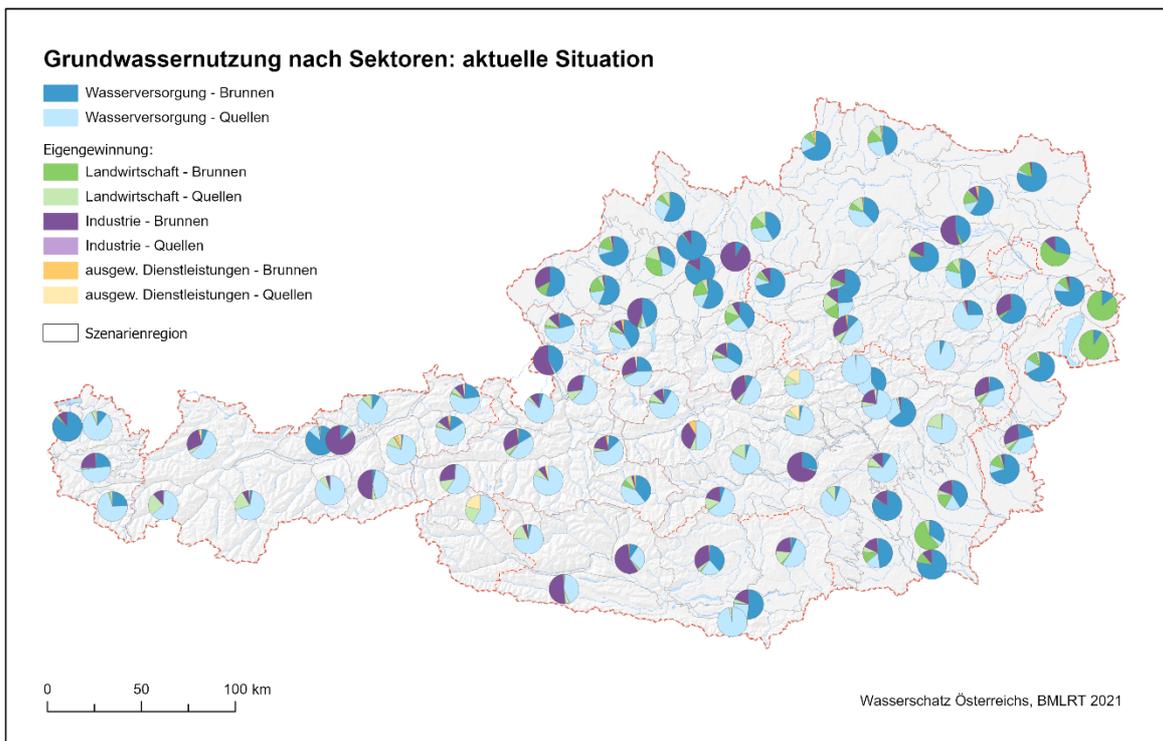
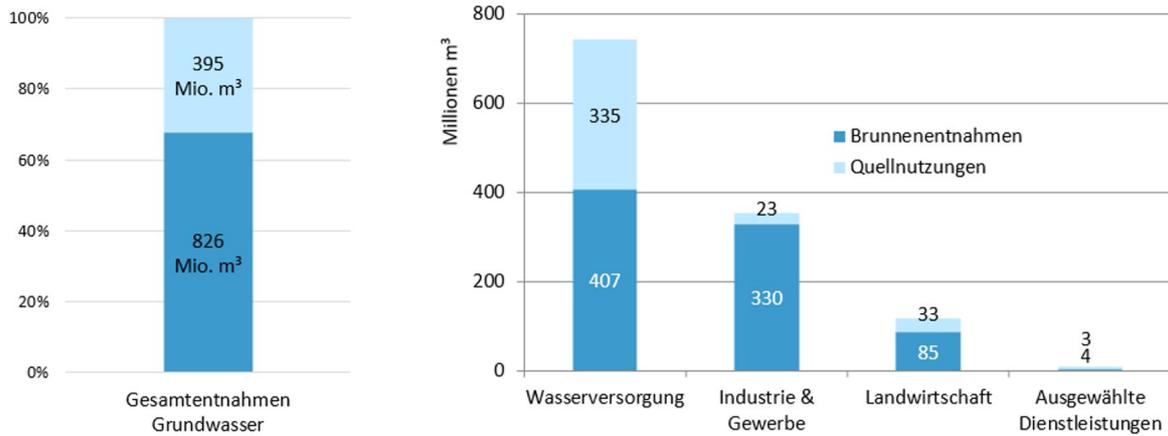


Abbildung 78: Nutzung der Grundwasserressourcen



7.1.4 Grundwasserentnahme aus Brunnen

Rund 826 Mio. m³ (27 %) des Wasserbedarfs in Österreich werden aus Brunnen entnommen, rund 407 Mio. m³ davon werden für die Wasserversorgung genutzt, rund 330 Mio. m³ (inkl. Uferfiltrat) für Industrie und Gewerbe, rund 85 Mio. m³ für die Landwirtschaft und rund 4 Mio. m³ für ausgewählte Dienstleistungen. Um die Auswirkungen von Brunnenentnahmen auf das Grundwasser zu beurteilen, sind Entnahmemenge, Lage der Entnahmestelle und Nutzungszweck (Wasser für Kühlzwecke wird im Allgemeinen entnahmenah rückeingeleitet bzw. versickert) ausschlaggebend. Der Einfluss von Oberflächengewässern auf Brunnen, die in Gewässernähe liegen, ist unterschiedlich groß und kann jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen.

Insgesamt werden derzeit rund 826 Mio. m³ oder 16 % der verfügbaren Grundwasserressourcen durch Brunnenentnahmen genutzt.

Nachfolgend wird die Nutzungsintensität der Grundwasserressource je Grundwasserkörper basierend auf der für den Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplan umgesetzten Methodik dargestellt.

7.2 Ist-Stand – NGP-mengenmäßige Zustands- und Risikobewertung für Grundwasser

Die Vorgangsweise zur Beurteilung des mengenmäßigen Zustands und der Risikobewertung für Grundwasser ist im Bericht „Methodik NGP 2021: Risiko und Zustand“ (BMLRT, 2021b) beschrieben.

Für oberflächennahe Gruppen von Grundwasserkörper wird das Ausmaß der Nutzung des Grundwassers als Nutzungsintensität dargestellt. Diese resultiert aus der Gegenüberstellung der verfügbaren Grundwasserressource und den Grundwasserentnahmen aus Brunnen für **Gruppen von Grundwasserkörpern**. Da bei Quellnutzungen nur das natürlich zu Tage tretende Grundwasser genutzt wird und die Grundwasserspiegelverhältnisse dadurch nicht anthropogen beeinflusst werden, werden diese bei der Risikoabschätzung nicht berücksichtigt.

Die Ergebnisse werden folgendermaßen bewertet (BMLRT, 2021b):

Guter mengenmäßiger Zustand, wenn

- die aktuelle Summe der mittleren jährlichen Entnahmemengen aus dem Grundwasser 90% der ermittelten verfügbaren Grundwasserressource nicht übersteigt, und
- die Grundwasserstände keinen anthropogenen Veränderungen unterliegen, die nicht mit § 30c Abs. 2 Z 4 letzter Satz WRG 1959 im Einklang stehen. Für diese Prüfung werden auch Ergebnisse aus hydrologischen Messprogrammen der Bundesländer zur Überwachung von Natura 2000-Gebieten herangezogen.

Kein Risiko der Zielverfehlung des mengenmäßig guten Zustands, wenn

- die aktuelle Summe der mittleren jährlichen Entnahmemengen aus dem Grundwasser 75 % der ermittelten verfügbaren Grundwasserressource nicht übersteigt.

Die Ergebnisse dazu sind in Abbildung 79 in Nutzungsklassen dargestellt. Für alle Gruppen von Grundwasserkörpern liegt ein guter mengenmäßiger Zustand vor und es besteht kein Risiko der Zielverfehlung des mengenmäßig guten Zustands bis 2027 (BMLRT, 2021a).

Für oberflächennahe **Einzelgrundwasserkörper** mit ausreichender Datengrundlage wird der **mengenmäßige Zustand** auf Grundlage der Grundwasserstände, die über die eingerichteten Messstellen beobachtet werden, beurteilt.

Die Prüfung, ob ein Gleichgewicht zwischen Grundwasserentnahmen und der verfügbaren Grundwasserressource besteht, erfolgt durch den Vergleich der für die einzelnen Messstellen festgelegten maßgeblichen Grundwassertiefstände (GWT) mit den an diesen Messstellen für den Bearbeitungszeitraum bestimmten arithmetischen Mittel der mittleren jährlichen Grundwasserstände (MGW).

Ein Einzelgrundwasserkörper mit ausreichender Datengrundlage befindet sich in einem guten mengenmäßigen Zustand, wenn

- an mehr als 60 % der Messstellen der mittlere Grundwasserstand (MGW) über dem maßgeblichen Grundwassertiefstand (GWT) liegt, und
- die Grundwasserstände an keiner Messstelle anthropogenen Veränderungen unterliegen, die nicht mit § 30c Abs. 2 Z 4 letzter Satz WRG 1959 im Einklang stehen. Für diese Prüfung werden auch Ergebnisse aus hydrologischen Messprogrammen der Länder zur Überwachung von Natura 2000-Gebieten herangezogen (BMLRT, 2021b).

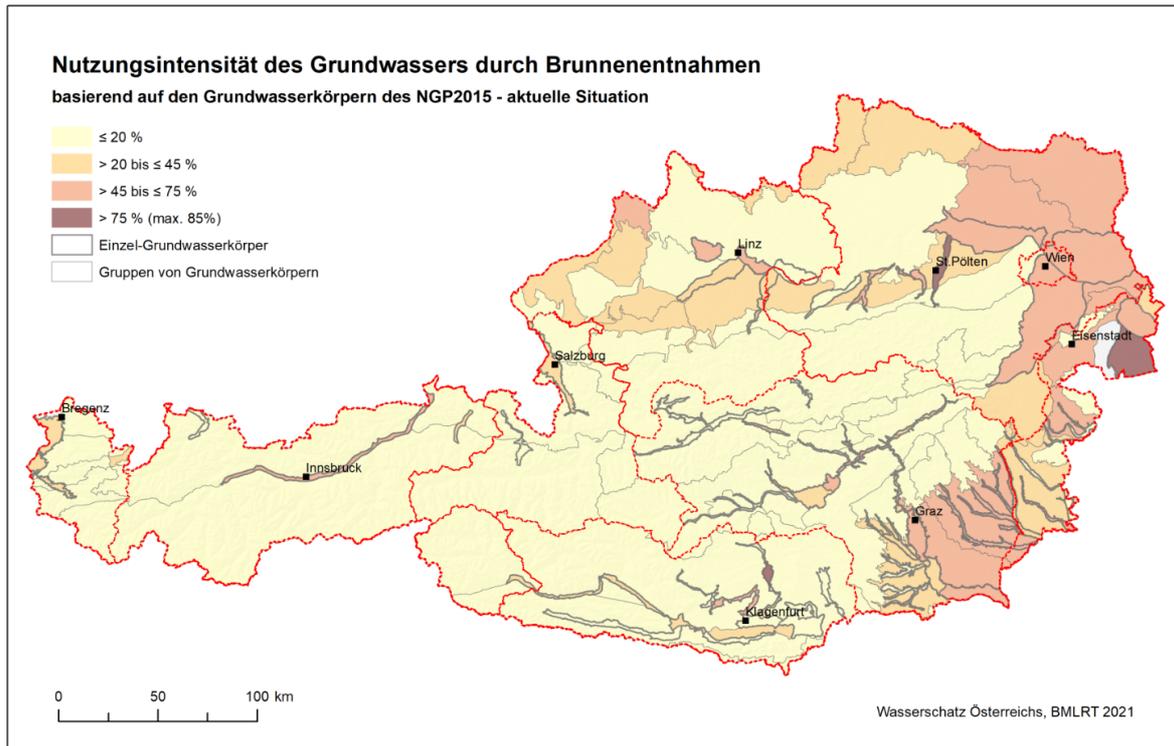
Die Beurteilung, ob für einen Einzelgrundwasserkörper mit ausreichender Datengrundlage das **Risiko** besteht den guten mengenmäßigen Zustand nicht zu erreichen, wird auf Grundlage der Grundwasserstände, die über die eingerichteten Messstellen beobachtet werden, und prognostizierten Grundwasserständen durchgeführt. Die Beurteilung erfolgt durch den Vergleich der an den einzelnen Messstellen festgelegten maßgeblichen Grundwassertiefständen (GWT) mit den an diesen Messstellen für den Prognosezeitraum auf Basis einer Trendanalyse bestimmten arithmetischen Mittel der prognostizierten mittleren jährlichen Grundwasserstände (MGWprog). Ein Risiko, dass in einem Einzelgrundwasserkörper mit ausreichender Datengrundlage die Umweltziele gemäß Artikel 4 der Wasserrahmenrichtlinie im Jahr 2027 nicht erreicht werden können, besteht dann nicht, wenn

- an mindestens 75 % der beobachteten Messstellen der prognostizierte mittlere Grundwasserstand (MGWprog) den für die jeweilige Messstelle festgelegten maßgeblichen Grundwassertiefstand (GWT) überschreitet (BMLRT, 2021b).

Die Ergebnisse zu den Grundwasserstandsauswertungen sind im aktuellen Entwurf des NGP 2021 dokumentiert. Alle oberflächennahen Einzelgrundwasserkörper weisen einen

mengenmäßig guten Zustand auf, aber bei zwei Einzelgrundwasserkörpern besteht das Risiko der Verfehlung des mengenmäßig guten Zustands bis 2027 (GWK Welser Heide und GWK Seewinkel) (BMLRT, 2021a).

Abbildung 79: Nutzungsintensität der oberflächennahen Grundwasserkörper durch Brunnenentnahmen, aktuelle Situation



7.3 Ist-Stand – erweiterte Darstellung

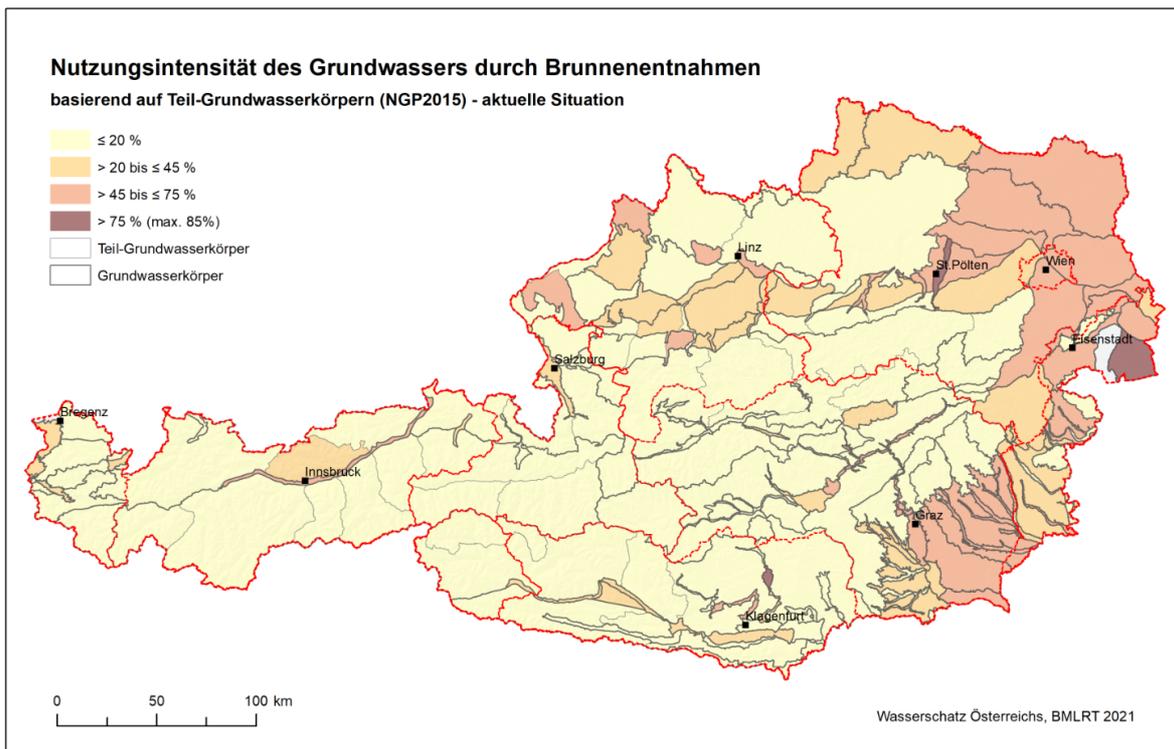
Für die Bewertung des quantitativen Zustands des Grundwassers im Rahmen des NGP sind wie vorher beschrieben die Grundwasserstandsauswertungen bei den Einzelgrundwasserkörpern und die Brunnenentnahmen im Verhältnis zur verfügbaren Grundwasserressource für die Gruppen von Grundwasserkörpern ausschlaggebend.

- Für die **Einzelgrundwasserkörper** wurden ebenfalls **Bilanzierungen** der Brunnenentnahmen und der verfügbaren Grundwasserressource durchgeführt. Die daraus resultierende Nutzungsintensität ist in Abbildung 79 in Nutzungsklassen analog zu den Gruppen von Grundwasserkörpern dargestellt. Bei jenen zwei Einzelgrundwasserkörpern, bei denen das Risiko der Zielverfehlung des

mengenmäßig guten Zustands bis 2027 besteht, waren neben den Grundwasserstandsauswertungen hohe Nutzungsintensität bzw. mögliche signifikante Schädigung von Landökosystemen, die unmittelbar von dem Grundwasserkörper abhängen, für die Ausweisung ausschlaggebend.

- Im Hinblick auf eine regional differenzierte Abbildung der aktuellen Dargebots- und Nutzungsverhältnisse wurden für das Projekt „Wasserschutz Österreichs“ einige der großflächigen Gruppen von Grundwasserkörpern in **Teilgrundwasserkörper**, siehe Kapitel 4.2 untergliedert. Insgesamt wurden so 175 Teil-Grundwasserkörper abgegrenzt. Wie in Abbildung 80 ersichtlich werden innerhalb einiger Gruppen von Grundwasserkörpern regional unterschiedliche Nutzungsintensitäten deutlich. Diese Informationen sollen die Grundlagen für eine räumlich differenzierte wasserwirtschaftliche Planung verbessern.

Abbildung 80: Nutzungsintensität des Grundwassers durch Brunnenentnahmen auf Ebene von (Teil)-Grundwasserkörpern, aktuelle Situation



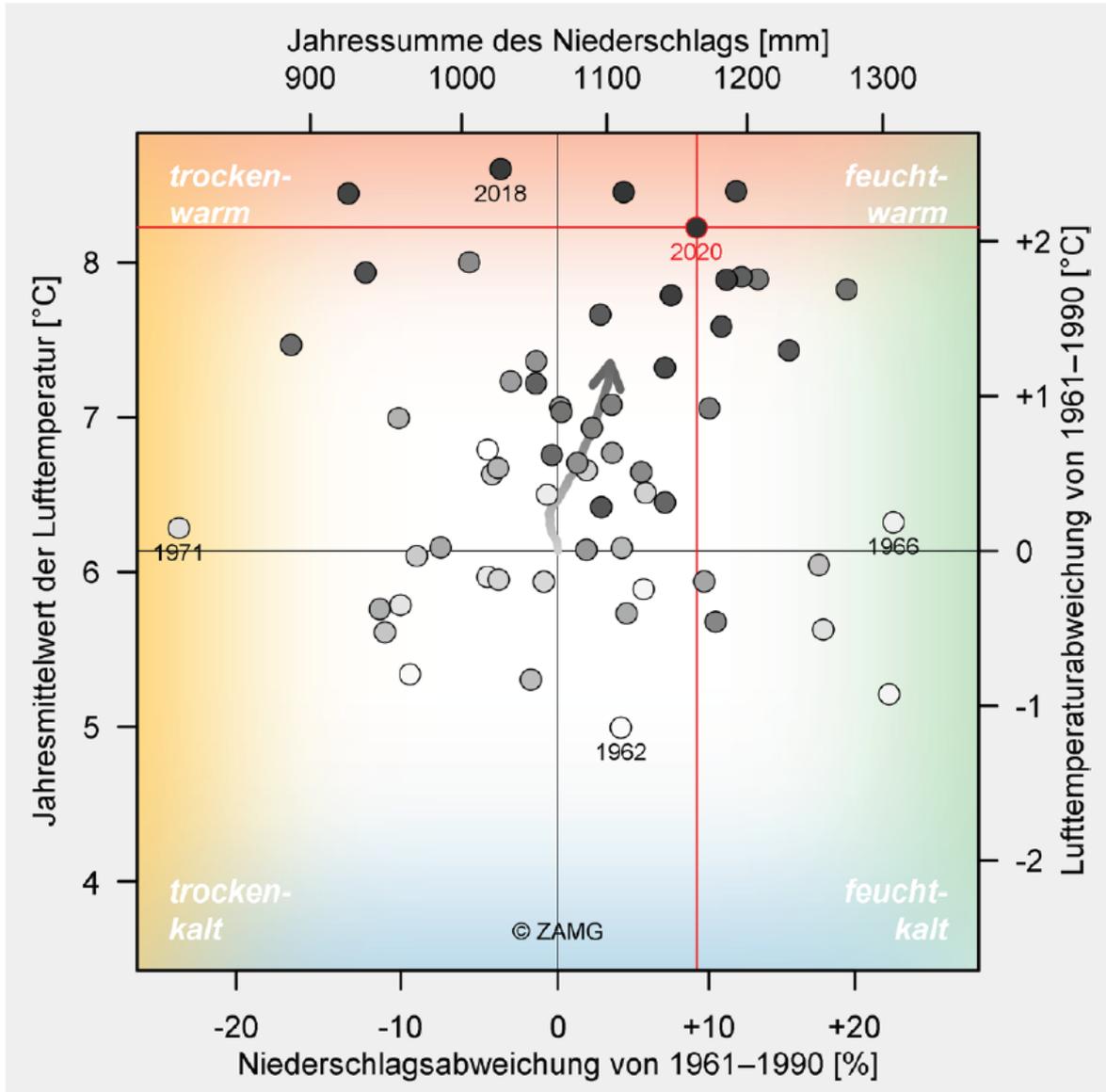
8 Extremjahre

8.1 Wetter der letzten Jahre

Die Entwicklung des Wetters der letzten Jahre ist in Abbildung 81 anhand eines kombinierten Lufttemperatur-Niederschlag-Diagrammes dargestellt. Für die einzelnen Jahre von 1961 bis 2020 sind die als Flächenmittelwerte über Österreich angegebenen Absolutwerte als helle bis dunkle Punkte entsprechend ihrer Klimacharakteristik nach Temperatur von relativ kalt (unten) bis relativ warm (oben) und Niederschlag von relativ trocken (links) bis relativ feucht (rechts) eingeordnet.

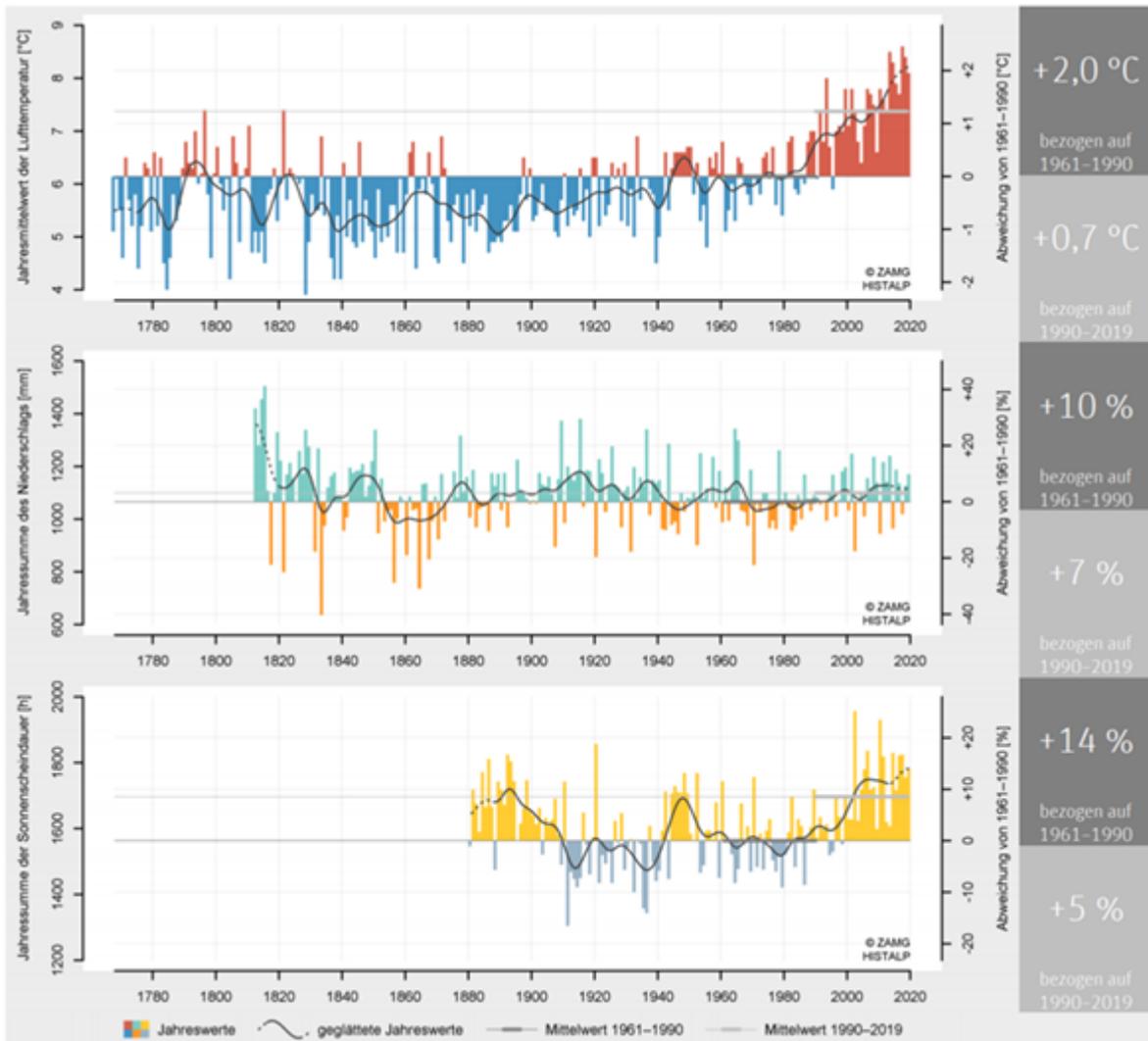
Abgesehen von 1994 reihen sich die 15 wärmsten Jahre seit Messbeginn nach 2000 ein, siehe Abbildung 82. Das Jahr 2020 ist das fünftwärmste und die Niederschlagssumme überschreitet den langjährigen Mittelwert des Zeitraumes 1961–1990 um 10 %. Allerdings verschleiert das Österreichmittel der Jahressumme regionale und jahreszeitliche Unterschiede. Kleinräumige und kurzfristige Ereignisse sind daraus nicht abzulesen. Für die jahreszeitliche Verteilung gibt die Darstellung der aufsummierten Niederschlagssummen in Abbildung 82 für das Jahr 2020 eine vor allem für die Landwirtschaft prägende Trockenheit wieder.

Abbildung 81: Kombiniertes Lufttemperatur-Niederschlag-Diagramm für die einzelnen Jahre 1961 bis 2020 (helle bis dunkle Punkte), angegeben als Flächenmittelwerte über Österreich absolut und als Abweichungen vom Mittelwert des Bezugszeitraumes 1961–1990. Das Berichtsjahr ist rot hervorgehoben. Der Pfeil verfolgt die Verlagerung der laufenden 30-jährigen Mittelwerte von 1961–1990 bis 1991–2020.



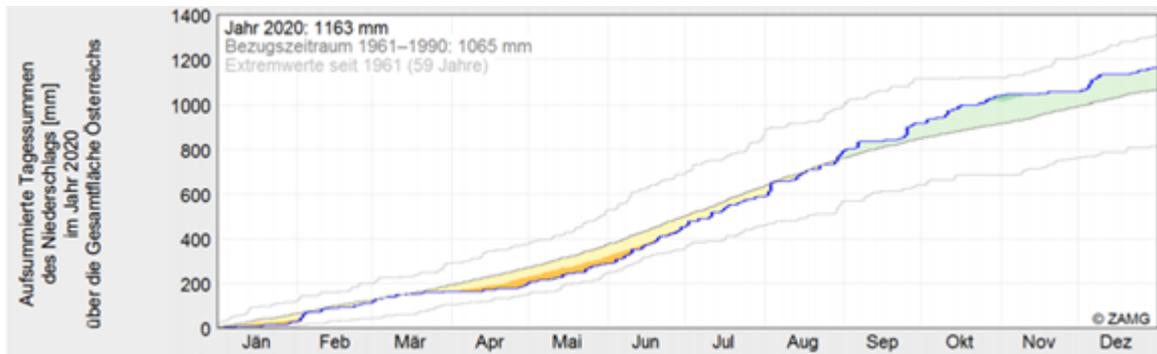
Quelle: Stangl et al., 2021.

Abbildung 82: Langfristige Einordnung der Jahresmittelwerte für 2020 für Lufttemperatur, Niederschlagssumme und Sonnenscheindauer



Quelle: Hiebl et al., 2021

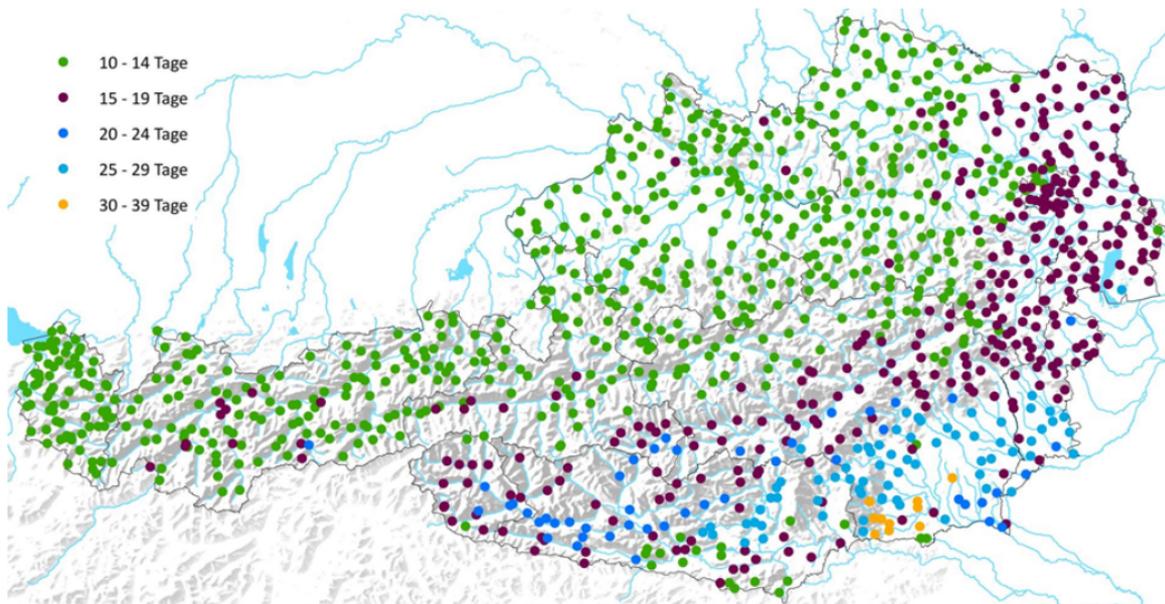
Abbildung 83: Aufsummierte Tagessummen des Niederschlags (mm) im Jahr 2020 über die Gesamtfläche Österreichs



Quelle: Hiebl et al., 2021

Auswertungen der HZB-Aufzeichnungen im Jahr 2017 weisen die längsten Trockenperioden mit 30 bis 39 Tagen im Südosten des Bundesgebietes aus, siehe Abbildung 84. Am häufigsten traten Trockenperioden zwischen 10 und 14 Tagen auf, die 609-mal registriert wurden (BMLRT, 2020c).

Abbildung 84: Trockenperioden im Jahr 2017. Die Farben kennzeichnen die Länge der Trockenperioden

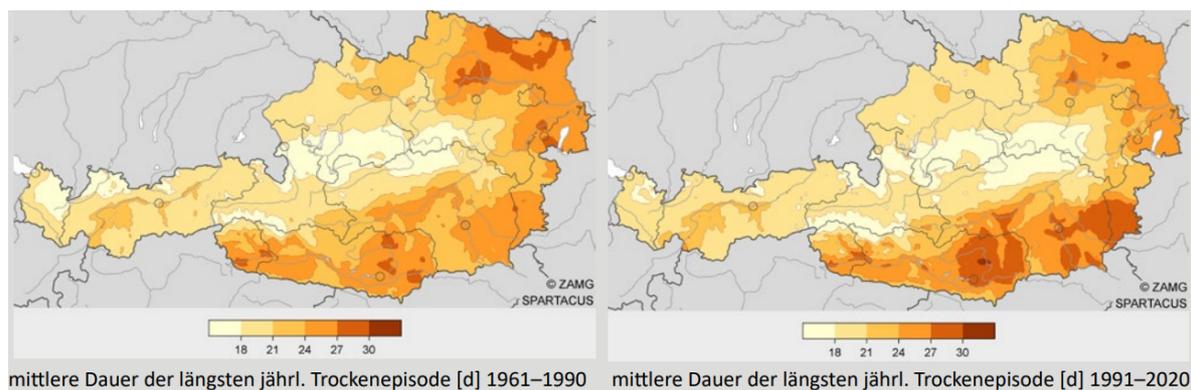


Quelle: BMLRT, 2020c

Bereits 2004 wurden für 30 Stationen Trockenperioden ausgewertet (Auer et al., 2005). Als Trockenperioden wurden Tage mit weniger als 1 mm Niederschlag gezählt. Auszählungen über das Gesamtjahr deuten innerhalb der letzten 50 Jahre eine Abnahme der kürzeren Trockenperioden (mehr als 10 und 20 Tage), hingegen eine Zunahme der längeren Ereignisse (mehr als 30, 40 und 50 Tage) an. Im Frühling ist keinerlei Trend auszumachen. Der Sommer zeigt einen leichten Anstieg bei den kürzeren Trockenperioden und Häufungen in den Jahren 2003 und 1983. Im Gegensatz dazu zeigen die Trockenperioden im Herbst eine Abnahme für praktisch alle Dauerstufen. Herbstliche Schönwetterperioden sind nicht mehr so häufig anzutreffen wie in den 1950er- und 1980er-Jahren. Die längsten Trockenzeiten (über 80 Tage im Süden Österreichs) sind den Wintermonaten zuzuordnen. Vor allem um 1990 kam es zu einer Häufung trockener Wintertage, es ergibt sich insgesamt ein positiver Trend.

Die in Abbildung 85 dargestellten Trockenepisoden in den 30-jährigen Bezugszeiträumen basierend auf den SPARTACUS Datensätzen der ZAMG zeigen in der Osthälfte Österreichs entlang und nördlich des Alpenhauptkammes eine etwas kürzere Dauer, südlich davon jedoch eine etwas längere Dauer. Unterschiede zwischen den beiden 30-jährigen Zeiträumen sind aber schwach ausgeprägt. In der Periode 1991-2020 umfassen die längeren Trockenperioden im Süden eine deutlich größere Fläche als im Vergleichszeitraum.

Abbildung 85: Trockenepisode in den Bezugszeiträumen 1961–1990 (links) und 1991–2020 (rechts) in Österreich



Quelle: CCCA (Stangl et al., 2021)

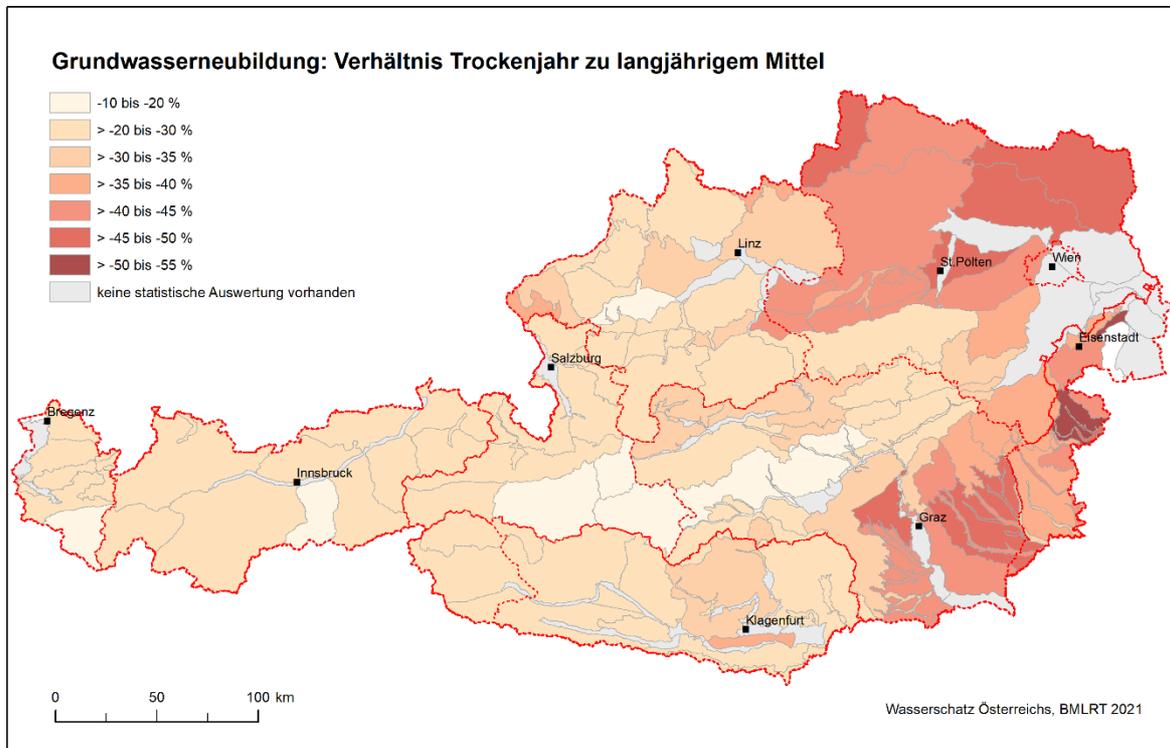
8.2 Grundwasserneubildung in Trockenperioden

Die Gegenüberstellung der verfügbaren Grundwasserressourcen und der Grundwasserentnahmen erfolgt in der Regel mit den Mittelwerten einer längeren Zeitreihe. Für den NGP 2021 und das Projekt „Wasserschatz Österreichs“ wurden hierfür die 20 Jahre von 1998 bis 2017 herangezogen. Abweichend von den langjährigen mittleren Verhältnissen stellen jedoch längere Trockenperioden eine besondere Herausforderung für die Wasserwirtschaft dar. Daher wurden auch die Auswirkungen von Trockenperioden auf die Grundwasserneubildung untersucht. Längere Trockenperioden werden auf Grund des Klimawandels voraussichtlich häufiger und mit größerer Intensität bzw. Dauer auftreten. Analog zur Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Hochwasserereignissen kann auch die Eintrittswahrscheinlichkeit von Trockenperioden berechnet werden. Im Projekt „Wasserschatz Österreichs“ wurde die langjährige mittlere Grundwasserneubildung der Grundwasserneubildung in Trockenjahren mit einer Auftretenswahrscheinlichkeit von einmal in 10 Jahren gegenübergestellt.

Die folgende Karte (Abbildung 86) zeigt das Verhältnis der Grundwasserneubildung in Trockenjahren mit einer Auftretenswahrscheinlichkeit von einmal in zehn Jahren ($T_n = 10$) zur langjährigen mittleren Neubildung für die Teilgrundwasserkörper. Die dargestellten Werte basieren auf der statistischen Auswertung der 500 Oberflächengewässerpegel für die Zeitreihe 1998–2017. Auf Grund der komplexen Verhältnisse in den großen Grundwasserkörpern der Tal- und Beckenlagen (u. a. mit wesentlichem Einfluss der Infiltration aus größeren Fließgewässern auf die Neubildung auch in Trockenperioden), sind für diese Bereiche keine Werte dargestellt (in der Karte grau hinterlegte Bereiche).

Vor allem in den nördlichen und östlichen Regionen Österreichs sinkt die Grundwasserneubildung in den statistisch ermittelten Trockenjahren ($T_n = 10$) auf nur ca. 50 % des langjährigen Mittels ab. In Einzeljahren können die Verhältnisse regional jedoch noch deutlich ungünstiger sein, wie die regionalen Extremjahre 2003 und 2018 gezeigt haben.

Abbildung 86: Verhältnis der Grundwasserneubildung in Trockenjahren mit einer Auftretenswahrscheinlichkeit von einmal in zehn Jahren zum langjährigen Mittel der Neubildung



Zur durch Klimawandel bedingten künftigen Entwicklung bezüglich Trockenperioden führen (Schöner & Haslinger, 2020) Folgendes aus: „Um die spezifische zukünftige Dürre-Situation für Österreich abzuschätzen, verwendeten Haslinger et al. (2014) ein kleines Ensemble an Regionalen Klimasimulationen mit unterschiedlichen Treibhausgasszenarien für den Alpenraum in hoher räumlicher Auflösung (10 km). In der Beobachtungsperiode zeigt sich kein allgemeiner Trend, bis auf die letzten Dekaden, wo eine leichte Abnahme festzustellen ist. Im Gegensatz dazu zeigen die Szenarien für die Zukunft gegen Ende des Jahrhunderts eine deutliche Zunahme von trockeneren Bedingungen. Diese Änderung geht auch mit einer Erhöhung der Varianz einher. Die Eintrittswahrscheinlichkeit für ein extremes Ereignis (...) zeigt für den Zeitraum 2071–2100 im Winter eine Abnahme in Alpinen Gebieten (= feuchter) und keine, oder nur relativ geringe Änderungen im Flachland, mit Ausnahme des Szenarios A2, wo im Flachland eine erhöhte Wahrscheinlichkeit simuliert wird (...). Im Gegensatz dazu ist im Sommer eine generell stark erhöhte Wahrscheinlichkeit für extreme Dürre zu verzeichnen, wobei dieses Signal südlich der Alpen noch deutlicher ist als im Norden.“

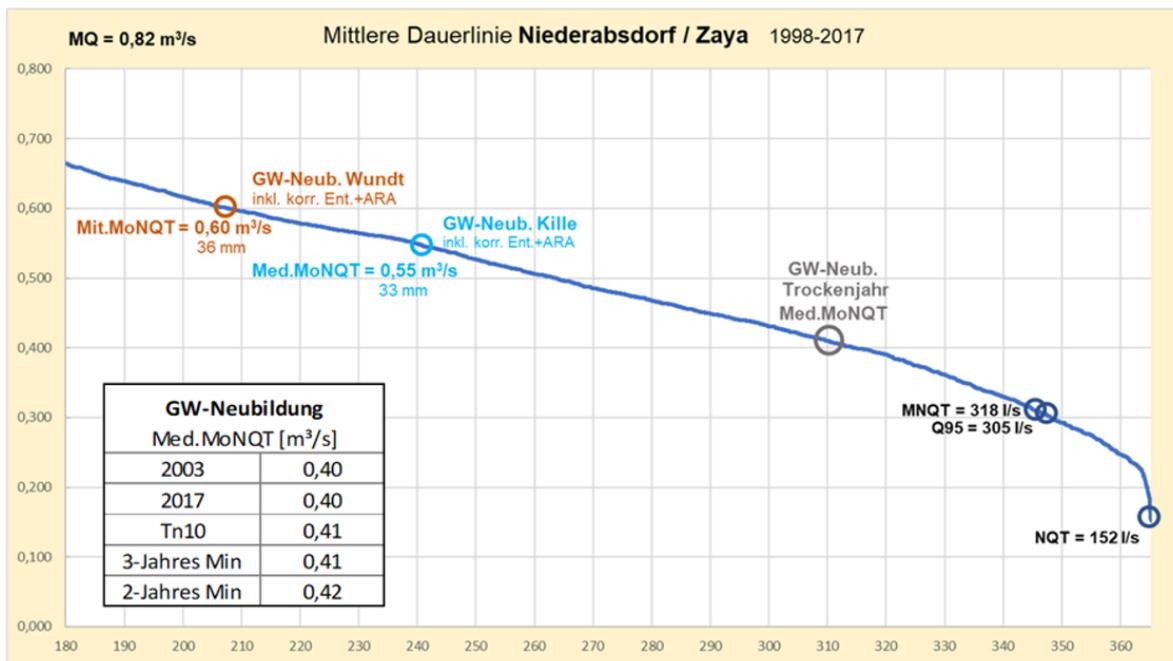
Da also mit dem Auftreten von Trockenjahren mit geringer Grundwasserneubildung künftig häufiger zu rechnen ist, sollten darauf abgestimmte wasserwirtschaftliche Vorsorgemaßnahmen getroffen werden. Im Osten Österreichs werden schon heute einzelne Grundwasserkörper stark genutzt. Eine Serie von Trockenjahren kann hier zu sehr angespannten Nutzungsverhältnissen und sehr niedrigen Grundwasserständen führen. Aber auch in anderen Regionen kann es in Folge von Trockenperioden zeitweilig zu angespannten Verhältnissen kommen, z. B. zum Rückgang von Quellschüttungen in alpinen Gebieten. Bislang folgten auf trockene Jahre meist niederschlagsreichere Perioden, in denen die Grundwasservorräte wieder aufgefüllt wurden. Durch den Klimawandel könnte dieser Ausgleich künftig längere Zeit in Anspruch nehmen oder nur unzureichend stattfinden.

Im Folgenden werden beispielhaft die Verhältnisse in Trockenjahren für das nördliche Weinviertel anhand der Abflussdauerlinie und Abflussganglinien des Pegels Niederabsdorf an der Zaya veranschaulicht. Es handelt sich hierbei um ein Einzugsgebiet, das größere Teile des nördlichen Weinviertels abdeckt (Fläche ca. 522 km², Höhenlage 140 bis 460 m ü. A.). Entsprechend dem im Österreichvergleich geringen mittleren Jahresniederschlag von ca. 560 mm, ist das Gebiet abflussschwach (Abflusskennwerte der Reihe 1998–2017: MQ = 0,82 m³/s, Q95 = 0,31 m³/s, NQT = 0,15 m³/s). In diesem Pegelinzugsgebiet waren innerhalb der ausgewerteten Bezugsreihe 1998–2017, die Jahre 2003 und 2017 jene mit den geringsten Niederwasserabflüssen bzw. mit den geringsten Neubildungsraten bezogen auf das Einzugsgebiet, wobei das Jahr 2017 über den Jahreslauf betrachtet zeitweilig noch etwas ungünstiger war als das Jahr 2003. Der kleinste Abfluss der Jahresreihe 1998–2017 wurde an drei Folgetagen Anfang August 2017 gemessen (0,15 m³/s). In beiden Jahren lag die Grundwasserneubildung im Einzugsgebiet mit ca. 0,40 m³/s bei ca. 73 % des langjährigen Mittels. Damit waren in beiden Jahren Verhältnisse gegeben, die in etwa dem Trockenjahr mit einer Auftretenswahrscheinlichkeit von einmal in zehn Jahren (T_n = 10) entsprechen.

Auf Basis der beschriebenen Methoden ergibt sich für das Pegelinzugsgebiet eine verfügbare Grundwasserressource von 0,09 m³/s. Die Relation zum MNQT von 0,32 m³/s zeigt, dass mit den angewendeten Methoden im langjährigen Mittel eine ökologisch vertretbare Wassermenge als verfügbare Grundwasserressource festgelegt wird (im ungünstigen Fall muss davon ausgegangen werden, dass die verfügbare Grundwasserressource zur Gänze genutzt und dem Einzugsgebiet entzogen wird und sich damit die Niederwasserführung um diesen Betrag vermindert). Im Hinblick auf das NQT von 0,15 m³/s zeigt sich jedoch auch, dass darüber hinaus kein Spielraum für eine Erhöhung der verfügbaren

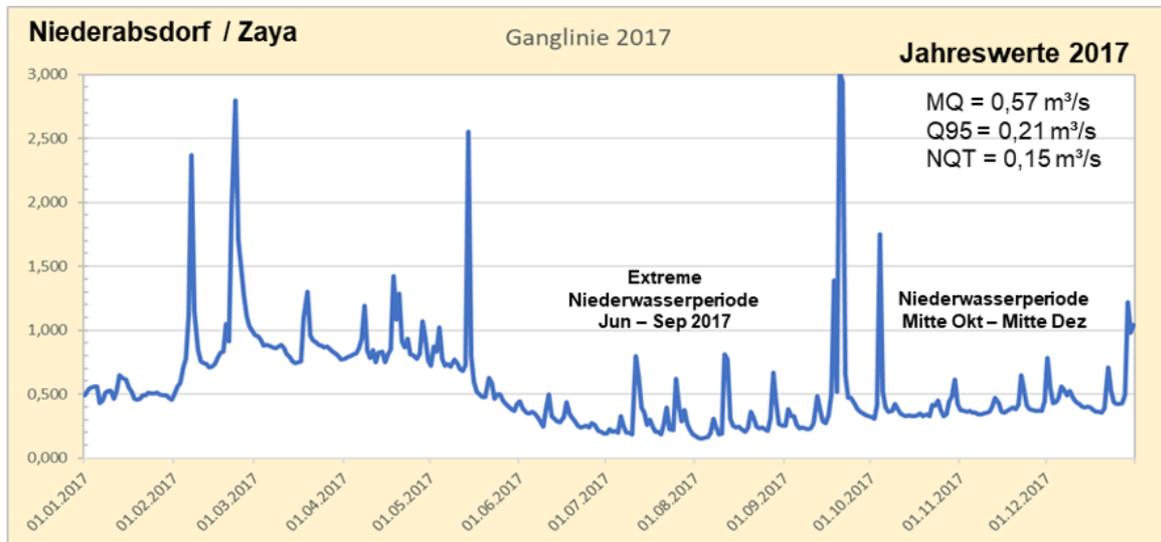
Grundwasserressource gegeben ist, da sonst in Trockenjahren massive Niederwasserprobleme auf Grund der Nutzungen im Einzugsgebiet auftreten könnten.

Abbildung 87: Abflussdauerlinie des Pegels Niederabsdorf an der Zaya mit Darstellung der aus den Niederwasserführung ermittelten Grundwasserneubildung für das Einzugsgebiet (die Dauerlinie ist nur im Abschnitt 180 bis 365 Tage dargestellt; in der Tabelle ist die Grundwasserneubildung in Trockenjahren angeführt die sich nach verschiedenen Rechenansätzen aus den Werten der Jahresreihe ergibt)



Quelle: HZB eHyd; Ingenieurbüro Holler

Abbildung 88: Abflussganglinie der Zaya am Pegel Niederabsdorf für das Trockenjahr 2017



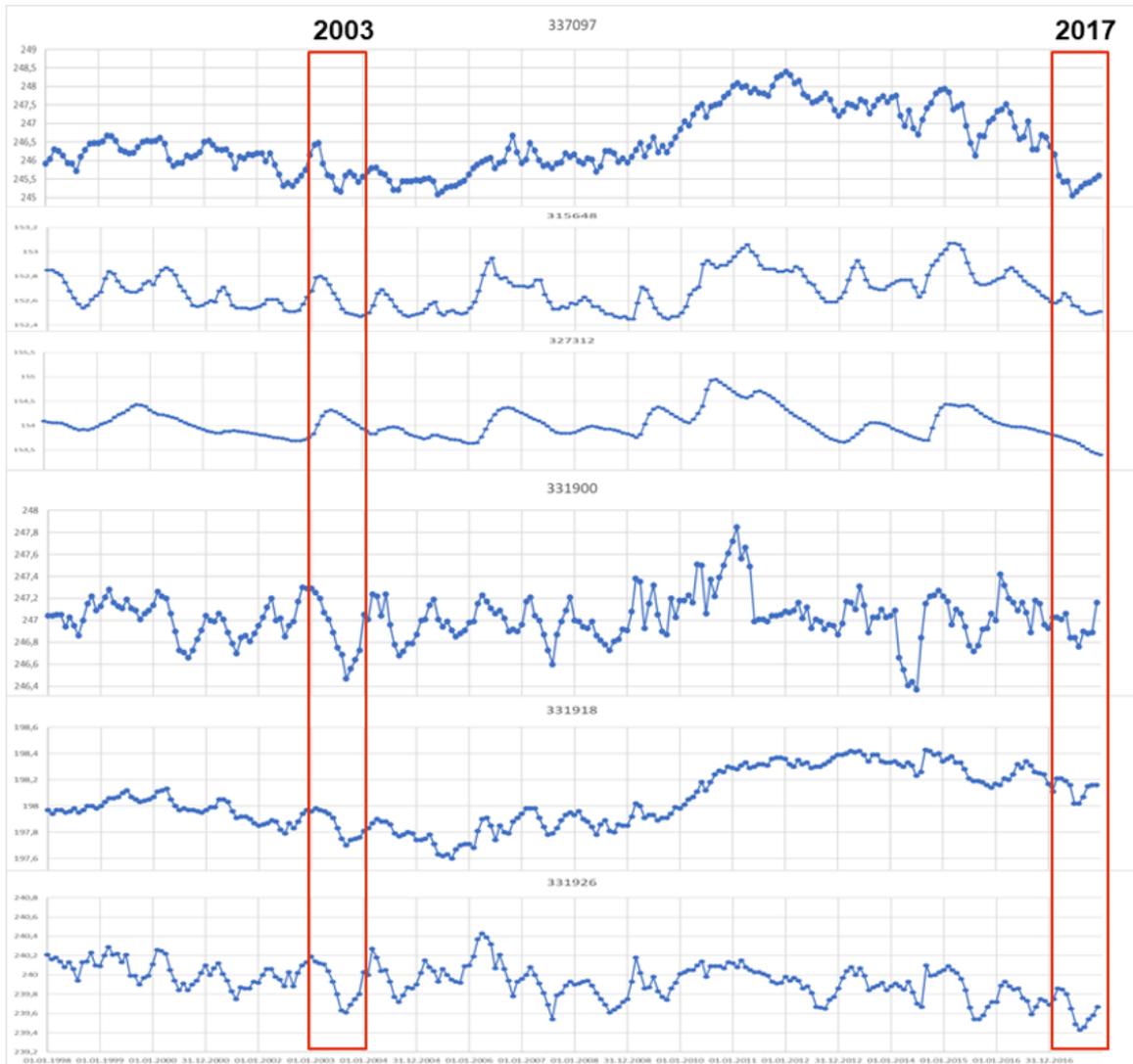
Quelle: HZB eHyd; Ingenieurbüro Holler

Die Abflussganglinie des Jahres 2017 in Abbildung 88 zeigt zwei ausgeprägte und langanhaltende Niedrigerwasserperioden (Juni bis September und Mitte Oktober bis Mitte Dezember). Grund für dieses Geschehen waren die deutlich bis erheblich über dem langjährigen Mittel liegenden hohen Temperaturen ab dem Frühling bis Jahresende und damit entsprechend hohe Verdunstungsraten in Verbindung mit unterdurchschnittlichen Niederschlägen im selben Zeitraum, lediglich unterbrochen durch eine niederschlagsreichere Phase im September bis Oktober (vergl. hierzu die online Daten des ZAMG Klimamonitorings unter <https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klima-aktuell/klimamonitoring>).

Die Grundwasserstände im Zayagebiet korrespondieren weitgehend mit der Wasserführung der Zaya, bei Grundwasserpegeln in Fließgewässernähe ist der Ganglinienzusammenhang stärker ausgeprägt und weniger zeitverzögert (siehe hierzu die langjährigen Grundwassermessdaten des HZB). Im Mittel über das Einzugsgebiet sanken die Grundwasserstände im Jahr 2017 ab Juni stark und erreichten über den gesamten Herbst anhaltende Tiefstände, erst gegen Jahresende kam es wieder zu einer maßgeblichen Grundwasserneubildung und die Grundwasserstände stiegen in Folge an.

Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang auch, dass im Zayagebiet die erste Dekade der Jahresreihe 1998 bis 2017 insgesamt trockener bzw. abflussschwächer war als die zweite Dekade (MQ 1998–2007 = 0,75 m³/s, MQ 2008–2017 = 0,88 m³/s) und dennoch das Jahr 2017 bezüglich der Grundwasserneubildung als ungünstiges Einzeljahr hervortritt.

Abbildung 89: Ganglinien der Monatsmittelwerte der Grundwasserstände ausgewählter Grundwasserpegel im Zayagebiet für die Jahresreihe 1998 bis 2017 (Datenquelle HZB eHyd); die Trockenjahre 2003 und 2017 sind hervorgehoben



Quelle: HZB eHyd; Ingenieurbüro Holler

Benachbarte Einzugsgebiete im Weinviertel, die flächenmäßig kleiner sind als das Einzugsgebiet des Pegels Niederabsdorf (z. B. Einzugsgebiet des Kleinen Göllersbaches oder des Oberlaufes der Zaya bis zum Pegel Asparn) bzw. noch niederschlagsärmer sind (z. B. das Pulkauegebiet), zeigen noch deutlich ungünstigere Verhältnisse. In diesen Gebieten sinkt die Grundwasserneubildung bezogen auf das Einzugsgebiet in Trockenjahren mit einer Auftretenswahrscheinlichkeit von einmal in zehn Jahren auf unter 50 % des langjährigen Mittels. Dies spiegelt sich auch in den Werten wider, die in der Übersichtskarte für Österreich, Abbildung 86, für das nördliche Weinviertel angegeben sind (die Region liegt in

der Klasse -45 bis -50 %). Lokal kann in Trockenjahren die Grundwasserneubildung auch gegen Null gehen, für größere zusammenhängende Gebiete ist dies derzeit nicht zu erwarten.

In Trockenjahren können vor allem folgende Grundwasser bezogene Probleme über mehr oder weniger lange Zeiträume und in unterschiedlicher räumlicher Ausdehnung auftreten:

- sinkende Grundwasserstände mit Rückgang der Ergiebigkeit von Brunnen und Quellen bis hin zum Trockenfallen von Wasserfassungen
- verfügbare Grundwasserressourcen können nicht mehr im vollen Umfang genutzt werden
- extreme Niederwassersituationen in den Oberflächengewässern (bis hin zum Trockenfallen) die durch die Grundwassernutzungen noch verschärft werden
- sinkende Grundwasserstände mit negativen Folgen für die mit dem Grundwasser in Verbindung stehenden Ökosysteme
- negative qualitative Veränderungen von Grund- und Oberflächenwasser

Anhaltende Trockenperioden mit verringerter Grundwasserverfügbarkeit stellen bereits jetzt eine Herausforderung für die Wasserwirtschaft dar. Besonders betroffen ist hiervon der Osten Österreichs. Aber auch in anderen Regionen kann es in Folge von längeren Trockenperioden zu angespannten Verhältnissen kommen. Häufigkeit und Ausmaß solcher Perioden werden sich durch den Klimawandel voraussichtlich verstärken.

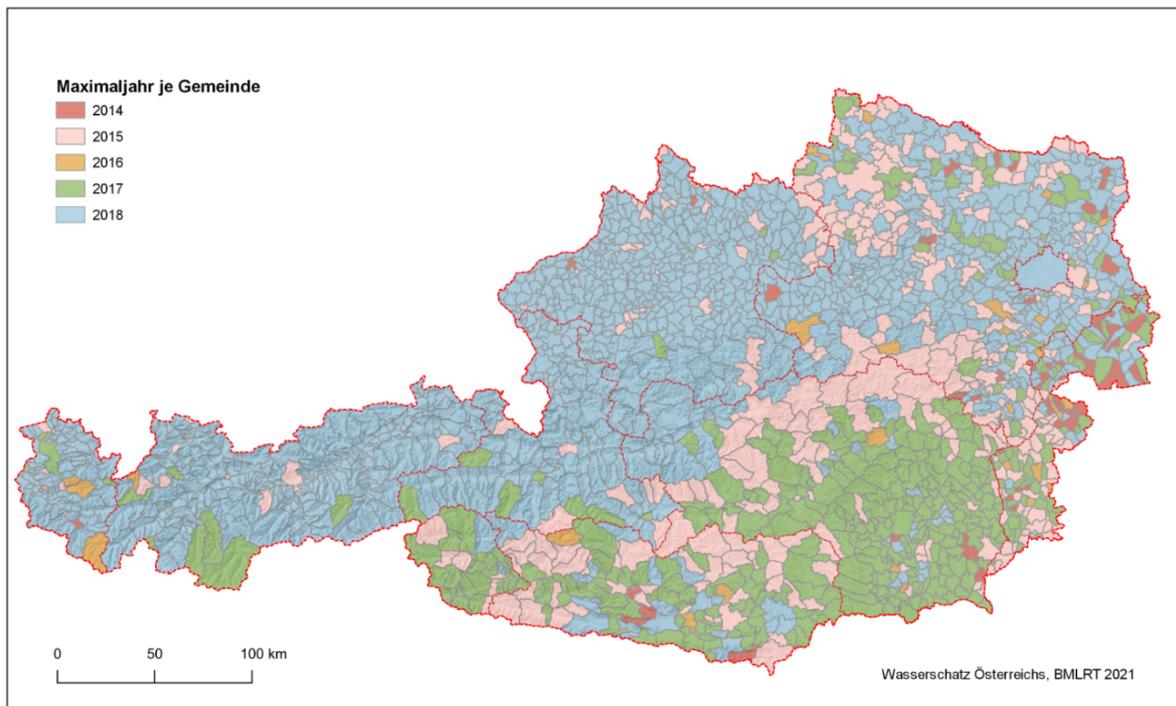
8.3 Wasserversorgung

Die Extremjahrenbetrachtung beruht soweit verfügbar auf Echtdaten. Gemeinden ohne Daten und Gemeinden mit unvollständigen Zeitreihen (Datenlücken) sind durch Modell-daten ergänzt.

Für die Extremjahrenbetrachtung wurde für jede Gemeinde der maximale Jahreswasser-verbrauch 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. Bei der Betrachtung auf Ebene der Grundwasserkörper ist die Gleichzeitigkeit der Maximalsituation aber weniger relevant als der Bezug auf die Region. Welches Jahr je Gemeinde das verbrauchsreichste war, ist in Abbildung 90 dargestellt. Während im Süden überwiegend im Jahr 2017 die höchsten Wasserverbräuche auftraten, war dies in den übrigen Gemeinden überwiegend im Jahr 2018 der Fall. In Regionen mit stärkerem Bevölkerungsrückgang gab es dagegen eher im Jahr 2015 den höchsten Wasserbedarf. 2014 und 2016 waren nur für wenige Gemeinden die verbrauchsreichsten Jahre im Betrachtungszeitraum.

Abbildung 90: Maximaljahr des Wasserbedarfs je Gemeinde im Zeitraum 2014–2018

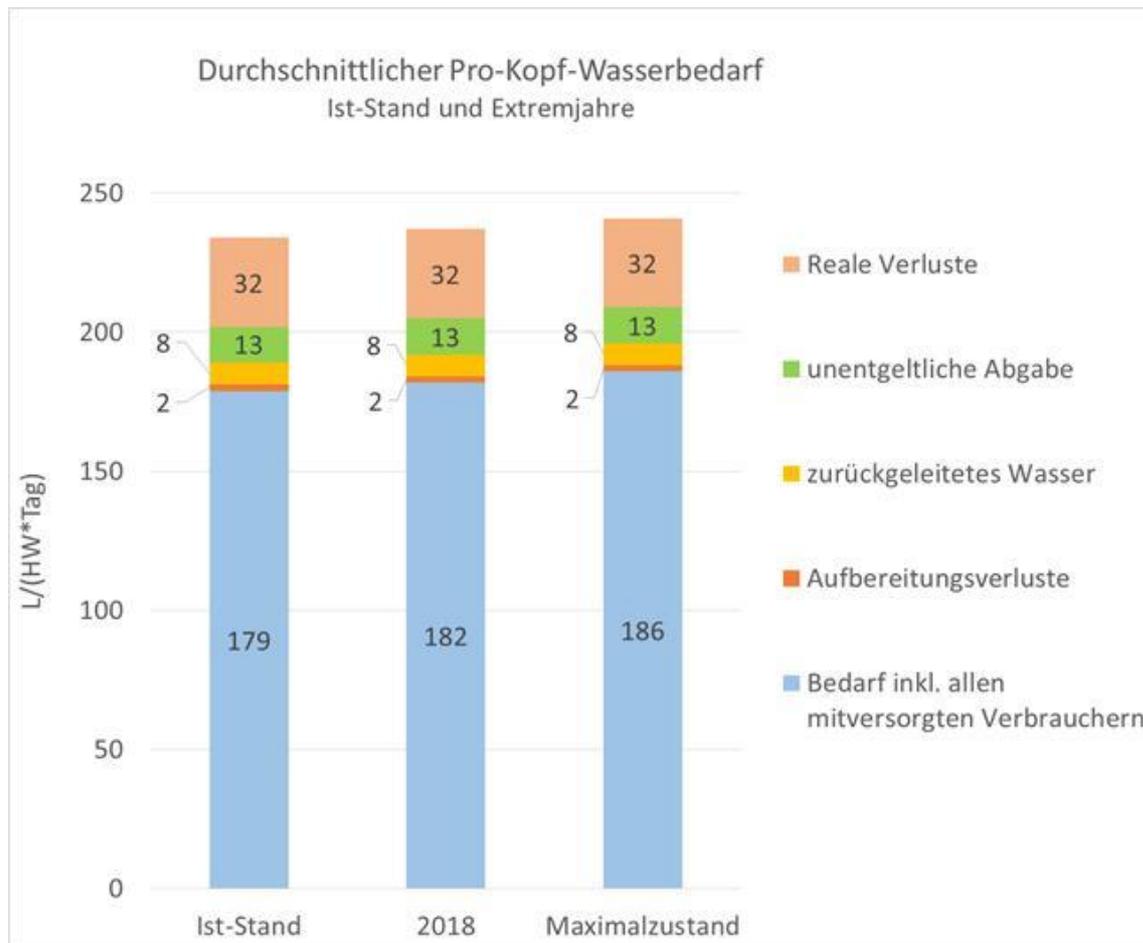


Quelle: BEV, 2020; basemap.at 2020; BOKU

Der durchschnittliche Pro-Kopf-Wasserbedarf inklusive aller sonstigen Verbraucher steigert sich im Extremjahr gegenüber dem durchschnittlichen Ist-Stand um 7 L/(HW*Tag) auf insgesamt 186 L/(HW*Tag). Abbildung 91 zeigt die Zusammensetzung des Pro-Kopf-Wasserbedarfs 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.

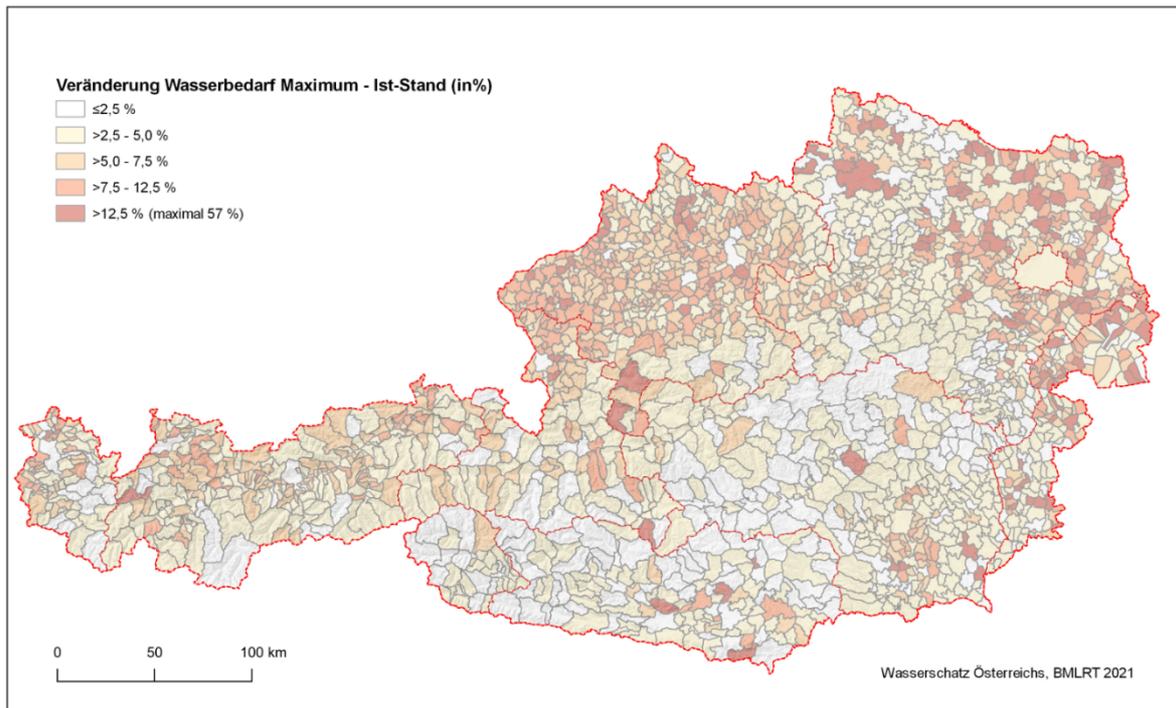
Abbildung 91: Durchschnittlicher Pro-Kopf-Wasserbedarf inkl. sonstiger Verbraucher und Verluste für Ist-Stand, Jahr 2018 und Extremjahr



Quelle: BOKU

Um wie viel der Wasserbedarf im Extremjahr im Vergleich zum durchschnittlichen Ist-Stand steigt ist zudem regional und lokal sehr unterschiedlich. Abbildung 92 zeigt, dass die größten Änderungen überwiegend im Osten und rund um Wien auftreten und einen bis über 50 % höheren Bedarf betragen können.

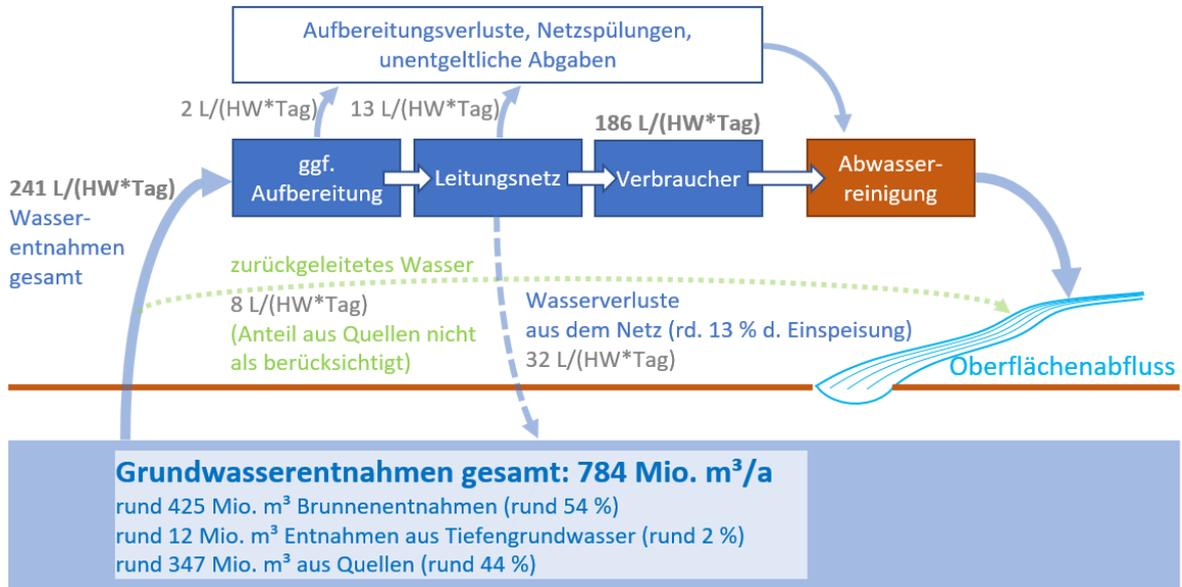
Abbildung 92: Wassernutzung im Extremjahr im Vergleich zum durchschnittlichen Ist-Stand (in %)



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

Abbildung 93 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 62) von 179 Liter pro Hauptwohnsitz 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 eine Gesamtentnahme von 784 Mio. m³ im Jahr.

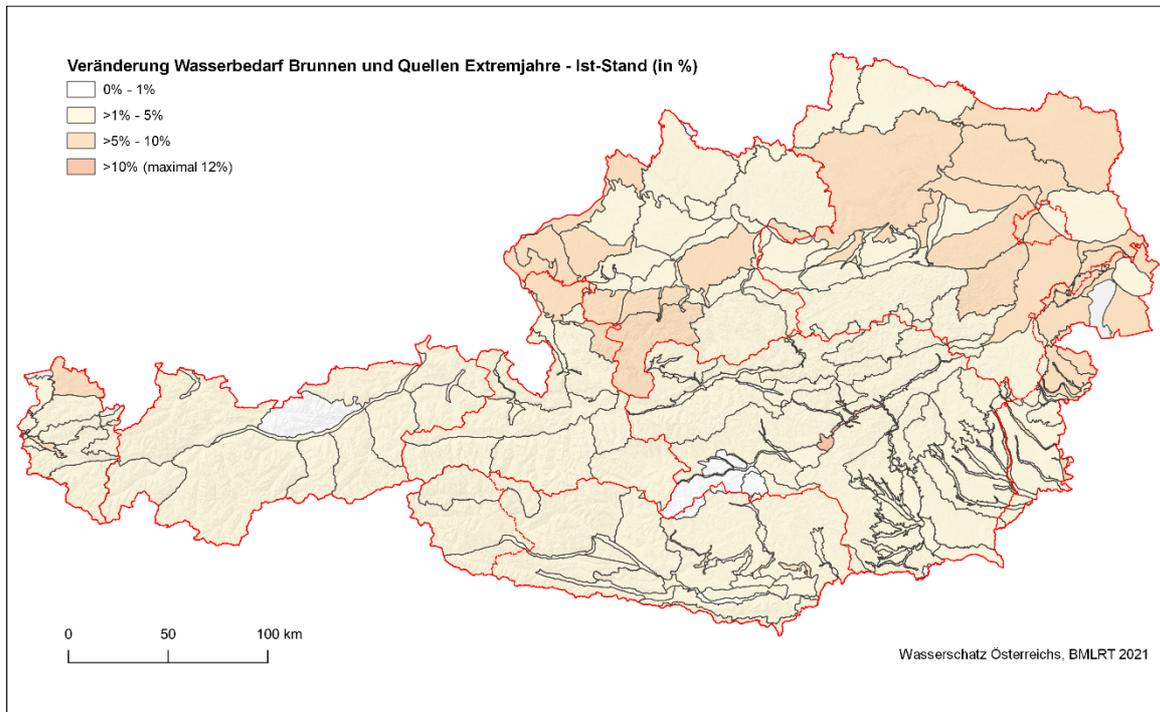
Abbildung 93: Wasserbedarf der Wasserversorgung in Extremjahren, Zahlendarstellung aus der Summe der höchsten Jahresbedarfe je Gemeinde im Zeitraum 2014–2018, Kennzahlen berechnet in Liter pro Hauptwohnsitz (HW) und Tag, Bevölkerung: 8,9 Mio.



Quelle: BOKU

Die Überführung des Wasserbedarfs in Extremjahren in die Bilanzierung der Wassergewinnung basiert auf derselben Liste der Wasserherkunft wie die Durchschnittsbetrachtung der Jahre 2014 bis 2018. Abbildung 94 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 94: Veränderung der Wassergewinnung aus Brunnen und Quellen (ohne Tiefengrundwasser) vom durchschnittlichen Ist-Stand zum fiktiven Extremjahr (in %)



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

8.4 Landwirtschaft

Für den Wasserbedarf der Landwirtschaft in Extremjahren kann sowohl für Bewässerung als auch für das Vieh nur auf wenige tatsächlich erhobene Wassermengen zurückgegriffen werden.

Für die **Bewässerung** zeigen die im geringen Ausmaß vorhandenen tatsächlichen Bewässerungsdaten einerseits die Ausweitung der bewässerten Flächen als auch einen erhöhten spezifischen Wasserbedarf auf diesen Flächen. Die Bandbreite reicht bis zum Achtfachen der Menge der Jahre mit ausreichendem Niederschlag. Eine Extrapolation ist aufgrund der wenigen und teilweise unvollständigen vorliegenden Daten auf die jeweils gesamte Bewässerungsregion nicht zulässig.

Daher wird für die Darstellung des Wasserbedarfs in Extremjahren auf das durchschnittliche Ausmaß (2013, 2016, 2018) der bewässerungswürdigen Fruchtarten jener AMA-

Betriebe zurückgegriffen, die eine Bewässerungsbewilligung aufweisen. Der Bewässerungsbedarf wurde mittels der Kennwerte im ÖWAV-Regelblatt 407 (ÖWAV, 2016a) ermittelt. Im Durchschnitt ergibt sich bundesweit ein Wasserbedarf von rund 146 Mio. m³, wobei für das Jahr 2018 durch die höhere Anzahl der Betriebe und demnach das größere Flächenausmaß an bewässerungswürdigen Kulturen ein Bewässerungsbedarf von rund 168 Mio. m³ ausgewiesen wird.

Zieht man für die Abschätzung des Wasserbedarfs in Extremjahren die wenigen verfügbaren tatsächlichen Bewässerungsdaten heran, so müsste man die im niederschlagsreicheren Jahr 2010 im Rahmen der ASE bundesweit erfassten Bewässerungsmengen von 18 Mio. m³ verachtfachen, woraus sich eine Bewässerungsmenge von rund 144 Mio. m³ für ganz Österreich ergäbe. Mit dieser Annahme würde das beispielsweise für das Marchfeld (GK100020) eine Bewässerungsmenge von rund 72 Mio. m³ in einem Extremjahr bedeuten.

Der Wasserbedarf von **Vieh** in Extremjahren wird dann zum öffentlichen Thema, wenn die überwiegend eigenversorgten landwirtschaftlichen Betriebe aufgrund fehlender Quellschüttung oder niedriger Grundwasserstände ihr Vieh nicht mehr mit Wasser versorgen können und eine externe Wasserversorgung, meist durch Wassertransporte der Feuerwehr benötigen. Ähnliches gilt für die Versorgung von Almvieh, das in Extremjahren einerseits durch mangelnde Futtermittelverfügbarkeit andererseits durch mangelnde Wasserversorgung frühzeitig die Almweiden verlassen muss. Das bedeutet, dass nicht der Wasserbedarf des Viehs selber ausschlaggebend für die Knappheit ist, sondern die verringerte verfügbare Wasserressource.

8.5 Industrie und Gewerbe

Systematische Daten zu Auswirkungen von Extremwetterlagen auf den Wasserbedarf des Sektors Industrie und Gewerbe in Österreich liegen nicht vor. Wie in Kapitel 4.4.4.2 erläutert, fehlen Zeitreihen von tatsächlichen Entnahmen im Bereich Industrie und Gewerbe.

Mit folgenden generellen Auswirkungen ist bei Wasserknappheit im Anlassfall zu rechnen:

- Zur Sicherstellung der Trinkwasserversorgung der Bevölkerung und ökologischer Restwassermengen in Fließgewässern könnten Entnahmemengen für anderer Nutzer aus Grund- und Oberflächengewässern behördlich eingeschränkt werden.
- Geringe Pegelstände der Fließgewässer verbunden mit erhöhten Wassertemperaturen führen zu einer verminderten Kühlleistung von Fließgewässern. Der Kühlwasserbedarf für Großabnehmer im Bereich Energieversorgung, Metallherzeugung und -bearbeitung sowie der Herstellung von chemischen Erzeugnissen würde sich – um die gleiche Kühlleistung zu erzielen – deutlich erhöhen und könnte nicht oder nicht ausreichend gedeckt sein. Zudem könnte aufgrund niedrigerer Pegelstände die Laufleistung von Wasserkraftwerken vermindert sein, wie beispielsweise in den Jahren 2017¹⁹ und 2018²⁰. Zur Deckung des Bedarfs könnte in einzelnen Branchen bis zu gewissen Kühlwassermengen vermehrt auf Grundwasserentnahmen zurückgegriffen werden.
- Geringe Pegelstände bewirken eine geringere Verdünnung der in Fließgewässer eingeleiteten Abwässer aus betrieblichen Kläranlagen und könnten deshalb eine behördliche Verschärfung von Grenzwerten hinsichtlich Temperatur- und Stoffemissionen bewirken. Dies wiederum könnte zu einem erhöhten Wasserbedarf führen, um die notwendige Verdünnung zu erreichen oder technische Anpassungsleistungen erfordern.
- Geringe Grundwasserstände und damit einhergehende geringere Mengen an verfügbarem Grundwasser könnten z. B. die Produktionsleistung von Nahrungs- und Lebensmittelerzeugern einschränken oder zu einer Deckung des Wasserbedarfs aus nur langsam regenerierenden Tiefengrundwasservorkommen führen.

Bei extremen Hochwassersituationen ist gegebenenfalls mit Produktionsausfällen von flussnah gelegenen Betrieben und in der Folge einem verminderten Wasserbedarf zu rechnen. Hochwässer können zudem Auswirkungen auf die Qualität von oberflächengewässernahen Brunnenentnahmen (Uferfiltrat) haben und zu einer Verlagerung der Bedarfsdeckung hin zu echtem Grundwasser führen.

¹⁹ <https://oe1.orf.at/artikel/291225/Trockenheit-Weniger-Wasserkraft>

²⁰ https://www.klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/sites/16/Klimastatusbericht_%C3%96_2018_20190419.pdf

Rückmeldungen aus dem Bereich Industrie und Gewerbe deuten nicht darauf hin, dass mögliche Temperaturänderungen in Oberflächenwässern und einhergehende Einschränkung der Kühlleistung ein Thema aktueller Diskussion in diesem Sektor sind.. Die Frage nach der zukünftigen Energieabdeckung nach einem Umstieg auf nachhaltige Energieressourcen dominiert derzeit.

Um die Auswirkungen der Entwicklung der Wassertemperaturen auf die Nutzung von Grund- und Oberflächengewässern als Kühlwasser besser einschätzen zu können, sollten weiterführende Untersuchungen durchgeführt werden.

8.6 Ausgewählte Dienstleistungen

Beschneigung

Als Extremjahr gilt für die Beschneigung ein Jahr, in dem nach der bereits erfolgten Grundbeschneigung ein langanhaltender Warmwettereinbruch stattfindet und die Grundbeschneigung nach dem Abschmelzen nochmal erfolgen muss. In so einem Jahr wird mit einem Wasserbedarf von 5.000 m³/ha gerechnet. Der Gesamtwasserbedarf für die Beschneigung würde sich in diesem Fall in Österreich auf rund 65 Mio. m³ erhöhen. Wahrscheinlich wären jedoch nur einzelne Regionen von ungünstigen Witterungsbedingungen und somit nicht alle Skigebiete gleichzeitig von dem erhöhten Bedarf betroffen. In den betroffenen Regionen stellt die Erhöhung von 3.000 auf 5.000 m³/ha kleinräumig jedoch eine erhebliche Zunahme des Wasserbedarfs in einem Extremjahr dar.

Golf

Da die Datengrundlage für die Bewässerung von Golfflächen auf einem mittleren Wert basiert und keine Zeitreihen zu Entnahmen vorhanden sind, kann auch nicht quantifiziert werden wie viel Wasser in Extremjahren entnommen wird. In besonders trockenen Jahren fällt die Bewässerung von Golfflächen zeitlich auch mit erhöhtem Wasserbedarf in anderen Sektoren zusammen, weshalb lokale oder regionale Wasserengpässe verschärft werden könnten.

9 Szenarien 2050

Die Entwicklung der verfügbaren Wasserressourcen und des Wasserbedarfs hängen von vielfältigen Einflussfaktoren ab. Die Änderung von Niederschlag und Verdunstung ist in den Klimaszenarien enthalten. Darüber hinaus wurden weitere wichtige Einflussfaktoren den Annahmen für die Szenarien zugrunde gelegt. Diese umfassen die Landnutzung, sozio-ökonomische Faktoren wie Bevölkerungsentwicklung, Nüchternungszahlen und wirtschaftliche Kenngrößen bis hin zu technologischen Entwicklungen zur Verbesserung der Wassereffizienz. Die Klimaeinflussfaktoren auf die Grundwasserressourcen sind in Kapitel 9.2 dargestellt, jene auf den Wasserbedarf sind in den Kapiteln 9.3 bis 9.6 beschrieben.

Bisher konnte bereits eine Temperaturzunahme von rund 1 °C, eine Zunahme von Hitze (>30 °C) und Sommertagen (>25 °C) sowie eine etwas längere Vegetationsperiode verzeichnet werden, die auf den Klimawandel zurückzuführen sind. Für die Zukunft sind weitere Klimaveränderungen zu erwarten. Von der Klimaforschung wurden hierfür Szenarien mit unterschiedlichen Konzentrationen von Treibhausgasen in der Atmosphäre erstellt um die Veränderungen abzuschätzen. Bis 2050 sind die prognostizierten Temperaturerhöhungen in den Szenarien sehr ähnlich. Bis 2050 liegt die mittlere Temperaturzunahme voraussichtlich bei +1,3 °C bis +1,4 °C. Die Zunahme der Hitze- und Sommertage beträgt +4 bzw. +10 Tage pro Jahr und die Vegetationsperiode wird um +20 Tage länger. Grund dafür ist, dass die bereits stattfindende Klimaänderung nicht so kurzfristig beeinflussbar ist. Erst auf längere Sicht bis 2100 und danach werden große Unterschiede sichtbar. Bis 2100 liegt die mittlere Temperaturzunahme voraussichtlich bei +2,3 °C im Szenario mit Klimaschutzmaßnahmen (Mittelwert aller RCP4.5 Szenarien) bzw. bei +4,0 °C im „business-as-usual“ Szenario ohne Klimaschutzmaßnahmen (Mittelwert aller RCP8.5 Szenarien). Bis 2100 bedeutet das für die Hitzetage ein Plus von 7 bzw. 17 Tagen und für die Sommertage ein Plus von 18 bzw. 35 Tagen, die Vegetationsperiode wird um rund 32 bzw. 61 Tage länger werden.

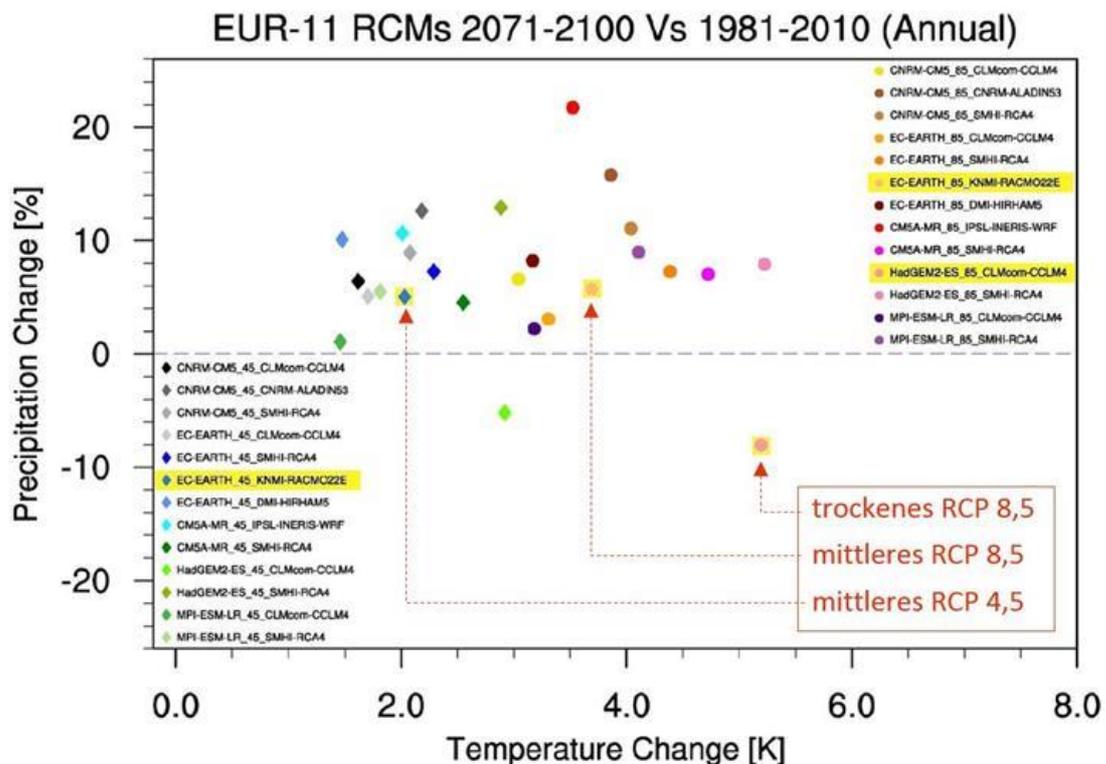
Im Rahmen eines Projektes unter der Leitung der ZAMG wurden Dürreperioden im Alpenraum der letzten 210 Jahre untersucht. Ein Ergebnis daraus zeigt, dass natürliche Schwankungen von Trockenphasen durch den Klimawandel deutlich verstärkt werden, wie auch in den letzten Jahren in Österreich zu sehen war. Die Häufigkeit von Hochdruckwetterlagen hängt mit den langfristigen Schwankungen von sehr großräumigen Zirkulationen in der Atmosphäre und in den Ozeanen zusammen. So können trockene

Phasen über mehrere Jahre entstehen, was Probleme zum Beispiel in der Landwirtschaft und beim Grundwasser zu Folge hat (Haslinger et al., 2019).

9.1 Klimaszenarien

Für das Projekt „Wasserschatz Österreichs“ wurden aus den ÖKS15-Klimaszenarien, stellvertretend für die Bandbreite der Klimaszenarien, die in Tabelle 4 angeführten einzelnen Simulationen für den Wasserhaushalt als relevante Szenarien ausgewählt (vgl. Kapitel 4.1.1). Abbildung 95 zeigt die Gesamtheit der bislang für Österreich verfügbaren ÖKS15-Klimaszenarien und die daraus ausgewählten Szenarien für das gegenständliche Projekt. RCP4.5 Szenarien sind dabei als Rauten, RCP8.5 Szenarien als Kreise dargestellt. Auf den Achsen sind die Änderung der Jahresmitteltemperatur und Jahresniederschlagssumme der jeweiligen Szenarien ablesbar. Die ausgewählten Szenarien sind gelb hinterlegt.

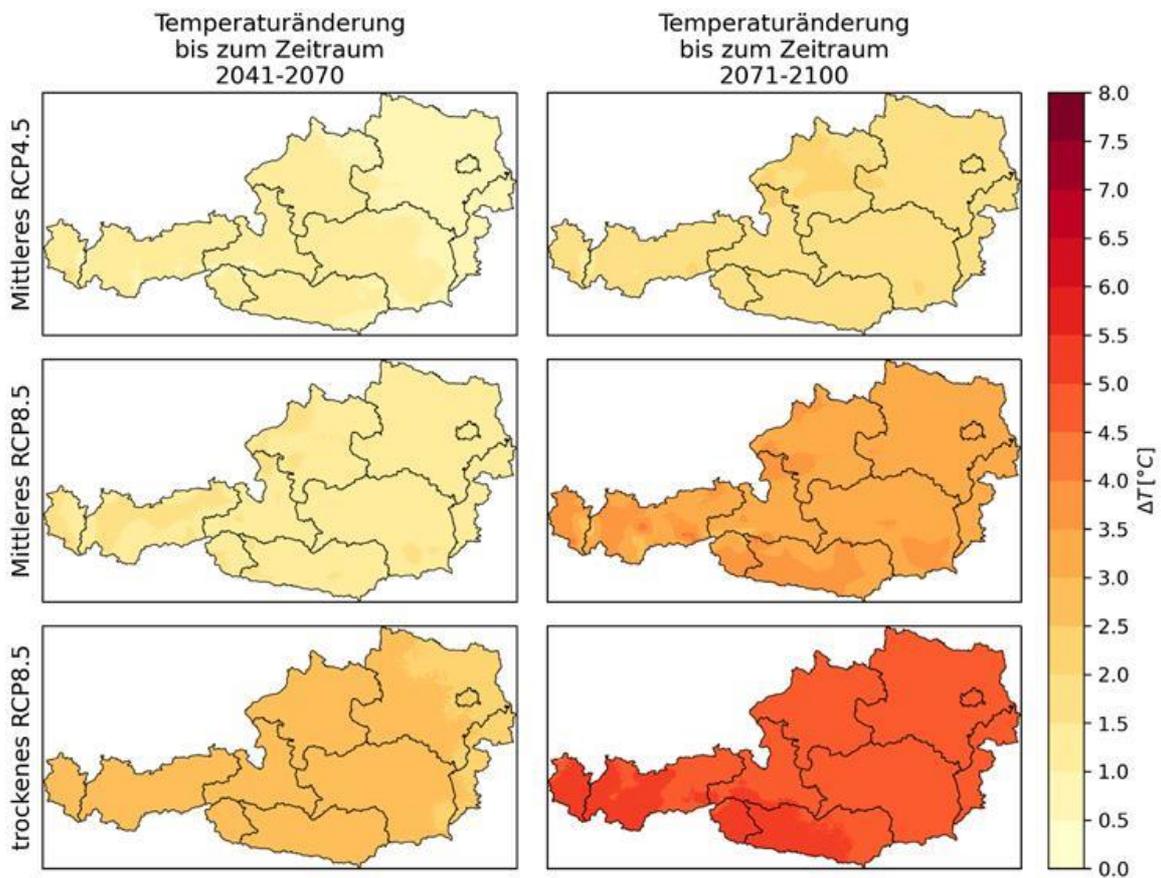
Abbildung 95: Änderung der Jahresmitteltemperatur und Jahresniederschlagssumme von 2071–2100 relativ zu 1981–2010 über Österreich von allen EUROCORDEX EUR11 Szenarien



Quelle: Leidinger et. al 2020, bearbeitet

In Abbildung 96 und Abbildung 99 sind die Klimaänderungssignale der verwendeten ÖKS15-Szenarien der Referenzperiode 1990–2018 zu den Zeiträumen 2041–2070 (repräsentativ für die Szenarien 2050) und 2071–2100 anhand des Parameters Temperatur dargestellt.

Abbildung 96: Klimaänderungssignal der Temperatur gegenüber der Referenzperiode 1990–2018 für die ausgewählten Szenarien



Quelle: Leidinger et. al 2020, BOKU

Neben den generellen Entwicklungen der Klimaszenarien ist aber auch die mögliche regionale und saisonale Entwicklung von Trockenperioden ein wesentlicher Einflussfaktor auf die künftige Entwicklung der Wasserressourcen und des Wasserbedarfs. Die Trockenperioden wurden zwar nicht als einzelner Faktor in die Modelle eingebunden, stellen aber eine wichtige Grundlage für getätigte Annahmen dar.

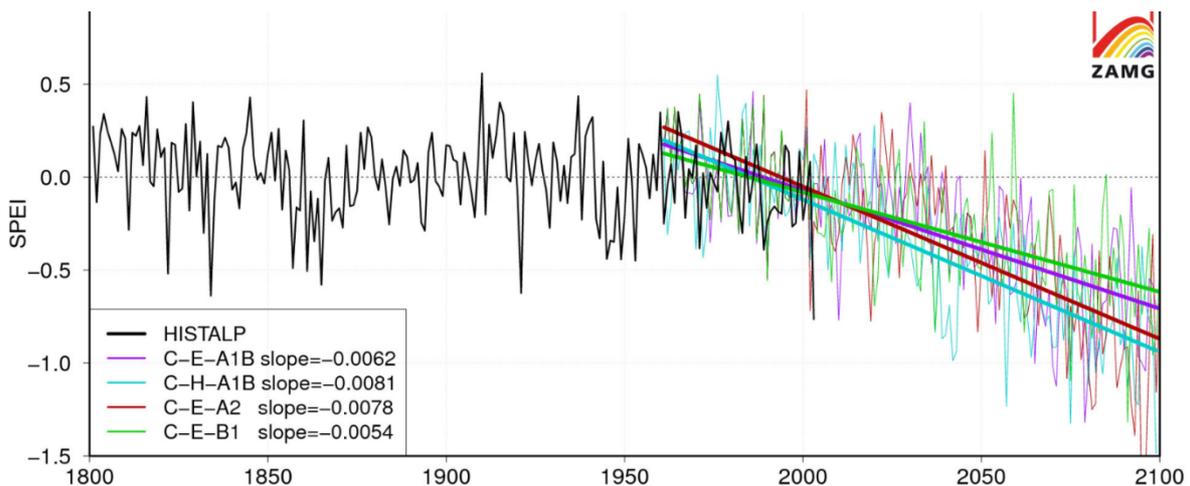
2015 wurde erstmals die regionale und jahreszeitliche Entwicklung von Trockenheit im erweiterten Alpenraum erarbeitet (Haslinger et al., 2015). Als Dürreindex wurde der Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI) herangezogen. Dieser berücksichtigt sowohl Niederschlag als auch die, über die Lufttemperatur abschätzbare, potentiell mögliche Verdunstung (Evapotranspiration) und wird über die regionalen Klimawerte normiert. So sind die Werte über Jahreszeiten und Regionen hinweg vergleichbar. Ein SPEI **unter minus 2 bedeutet sehr trocken, über plus 2 sehr nass**. Im Sommer 2015 beispielsweise lag der SPEI im extrem trockenen Norden und Osten Österreichs zwischen minus 2 und minus 3. Diese Werte könnten laut Studie bis zum Jahr 2100 der Normalfall werden. Je nach Emissionsszenario entwickelt sich der Dürreindex unterschiedlich ausgeprägt in Richtung extremer Trockenheitswerte, siehe Abbildung 97.

Anmerkung:

Die in den nachfolgenden Abbildungen verwendeten Bezeichnungen (A1B, A2 und B1) sind die früher verwendenden Bezeichnungen für die unterschiedlichen Klimawandelszenarien bevor die RCP Szenarien eingeführt wurden. Die Bezeichnungen sind zwar nicht direkt miteinander vergleichbar, folgende Näherungen können aber bezüglich des zusätzlich entstehenden Strahlungsantriebes verwendet werden:

Die Bezeichnung B1 entspricht am ehesten den RCP4.5 Szenarien, A1B liegt zwischen den RCP 6.0 und RCP8.5 Szenarien und A2 entspricht am ehesten den RCP8.5 Szenarien.

Abbildung 97: Entwicklung des SPEI (Standardized Precipitation Evapotranspiration Index) für unterschiedliche Emissionsszenarien

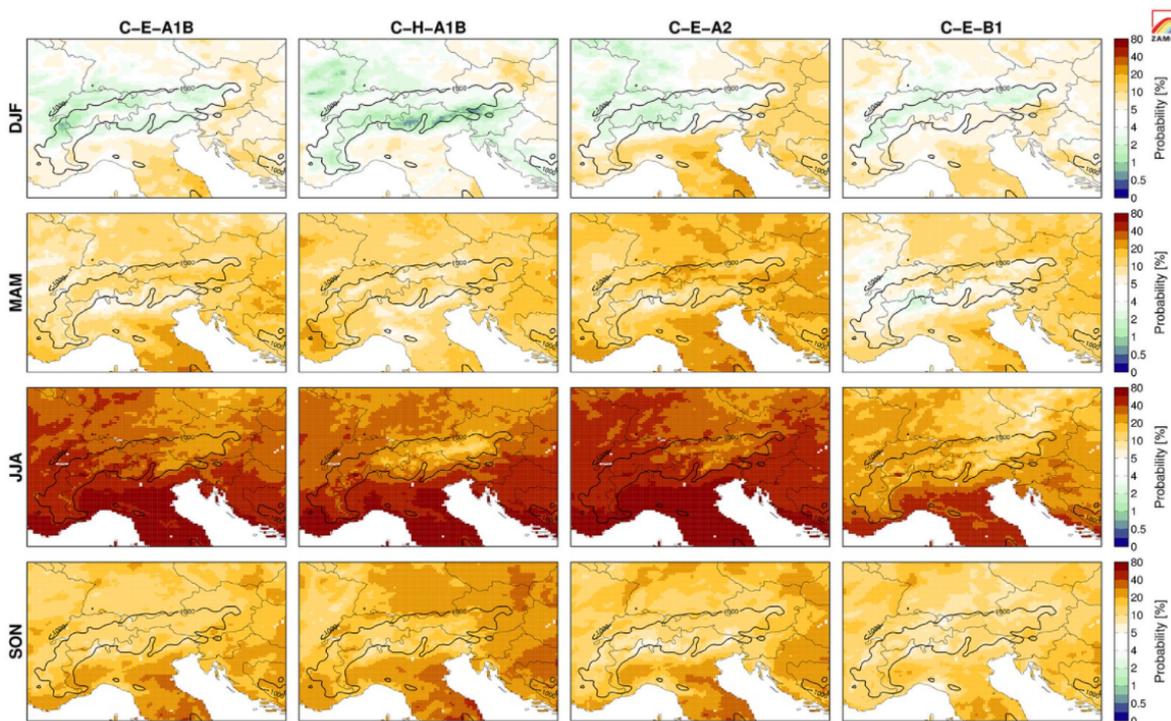


Quelle: Haslinger et al., 2015

Besonders markant ist die gesteigerte Wahrscheinlichkeit für häufigere Dürreperioden in den Sommermonaten. Im Sommer (dritte Reihe in Abbildung 98) werden Dürreperioden

in allen Regionen und Emissionsszenarien deutlich häufiger. Der Grund dafür ist in den Alpen und nördlich davon vor allem, dass es im Sommer immer weniger regnet. Südlich der Alpen bis zum Mittelmeer spielt dagegen die steigende Temperatur die wichtigste Rolle. Hier regnet es im Sommer ohnehin wenig, aber in einem wärmeren Klima verdunstet das im Boden gespeicherte Wasser deutlich stärker.

Abbildung 98: Wahrscheinlichkeit für Dürreperioden im Jahresverlauf je nach Emissionsszenarien



Quelle: Haslinger et al., 2015

9.1.1 Rahmenbedingungen für Verwendung ÖKS15 Klimadaten

Für die ausgewählten Klimaszenarien wurden vom Institut für Meteorologie der Universität für Bodenkultur aus den ÖKS15-Szenarien Daten zu den Parametern Temperaturmittel, Temperaturmaximum, Temperaturminimum, Niederschlag und Globalstrahlung ausgespielt. Die für die Berechnung der potentiellen Evapotranspiration (ET_p) benötigten Parameter Windgeschwindigkeit und relative Feuchte sind nicht im originalen ÖKS15-Datensatz enthalten und wurden für einige Szenarien im Rahmen des Projektes GLADE (ACRP 8th Call 2015) ergänzend berechnet. Die ET_p wurde für die gewählten Klimaszenarien nach der Methode von Penman-Monteith berechnet. Alle

Parameter wurden flächendeckend für Österreich auf dem SPARTACUS-Gitter (1x1 km 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 zu den Datensätzen aus SPARTACUS für den Niederschlag und WINFORE für die potentielle Evapotranspiration der ZAMG. Aus diesem Grund wurde gemeinsam mit dem Institut für Meteorologie der Universität für Bodenkultur entschieden, die Klimaänderungssignale aus den ÖKS15-Szenarien zu den Ist-Standsdaten des Klimas (basierend auf Mess- und Modellwerten der ZAMG) zu addieren und somit Abweichungen der Klimamodelle von den Niederschlags- und Evapotranspirationsmodellen auf diese Weise zu berücksichtigen. Abbildung 99 zeigt exemplarisch die Abweichung eines ÖKS15-Szenarios zu den Mess- und Modellwerten der ZAMG 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), sondern die auf die Perioden 2014–2018 zu 2041–2070 linear verringerten Klimaänderungssignale angesetzt, um die unterschiedlichen Zeiträume der Referenzperioden des Ist-Standes zu berücksichtigen. Abbildung 99 zeigt exemplarisch, wie ein periodenkorrigiertes Klimaänderungssignal zu den realen Messdaten addiert wird und sich daraus ein Szenarienwert für die Periode um 2050 ergibt. Für die Berechnungen des Dargebotes wurden dieselben Anpassungen für die Perioden 1998–2017 und 1990–2018 vorgenommen.

Abbildung 99: Szenarientwicklung durch Kombination der ÖKS15-Szenarien mit aktueller Klimaentwicklung (exemplarische Abbildung, nicht maßstäblich)



Quelle: BOKU

9.1.2 Räumliche Auflösung – Aggregation von Grundwasserkörpern zu Szenarienregionen

Die effektive Auflösung der ÖKS15-Niederschlagsdaten beträgt 40 km x 40 km bzw. 1.600 km² (siehe ÖKS 15 Guidelines). Aussagen zu kleineren Gebieten können zu Fehlinterpretationen führen. Deshalb wurden die Ergebnisse der Klimaszenarien nicht für Teilgrundwasserkörper berechnet und dargestellt, sondern für größere Einheiten, die Szenarienregionen. Hierfür wurden die 67 Einzelporengrundwasserkörper und 108 Teil-Gruppen von Grundwasserkörpern mit einer durchschnittlichen Fläche von 478 km² zu 89 Szenarienregionen mit einer durchschnittlichen Fläche von 940 km² aggregiert (für Details s. Kapitel 4.2). Die durchschnittliche Größe liegt somit noch unter der effektiven Auflösung der ÖKS15-Niederschlagsdaten. Eine weitergehende Zusammenfassung hätte jedoch zu beträchtlichem Informationsverlust vor allem bei einigen Porengrundwasserkörpern wie dem Eferdinger Becken, Linzer Becken, dem unteren Salzachtal, dem Rheintal, der Welser Heide, Grazer Feld oder Inntal geführt, die die geringsten Flächenausdehnungen von 96 bis 223 km² erreichen.

Letztlich stellt die Gruppierung einen Kompromiss zwischen folgenden Kriterien dar:

- ausreichende Berücksichtigung der klimatischen und hydrogeologischen Unterschiede zwischen den Teilgrundwasserkörpern im Ist-Zustand,

- ausreichende Berücksichtigung unterschiedlicher Nutzungsstrukturen (z. B. landwirtschaftliche Bewässerung, Industrie usw.) und von Sondersituationen (z. B. Lage an großen Flüssen wie z. B. der Donau oder Mur, urbane Prägung des Grundwasserkörpers usw.),
- Berücksichtigung der Größe der Klimawandelsignale bzw. des Unterschiedes der Signale zwischen benachbarten Teil-GWK,
- Größenanforderung gemäß ÖKS15 Guidelines.

9.2 Szenarien verfügbare Grundwasserressource

Mit der durchgeführten Auswertung von Niederwasserabflussdaten in Kombination mit der Wasserbilanz, liegt für den Ist-Zustand eine weitgehend verlässliche, regional differenzierte Abschätzung der Grundwasserneubildung vor. Von den klimatischen Parametern, die die Grundwasserneubildung bestimmen und für die auch Rasterdaten aus den oben beschriebenen ausgewählten ÖKS15-Klimaszenarien vorliegen, sind Niederschlag und potentielle Evapotranspiration zur Abschätzung klimatisch bedingter Veränderungen der Grundwasserneubildung am ehesten geeignet. Daher wurden auf Basis der Daten für den Ist-Zustand mit Hilfe eines heuristischen Optimierungsverfahrens Formeln entwickelt, mit denen die Grundwasserneubildung aus Niederschlag und potentieller Evapotranspiration abgeschätzt werden kann. Die Anwendung der auf Basis des Ist-Zustands hergeleiteten Formeln auf die Daten für Niederschlag und potentielle Evapotranspiration aus den ausgewählten ÖKS15-Klimaszenarien, ermöglicht eine Abschätzung von Szenarien für die Grundwasserneubildung und die verfügbaren Grundwasserressourcen für 2050.

Da für die aktuelle Evapotranspiration aus den Klimamodellen keine Daten verfügbar sind, muss als Behelf auf die potentielle Evapotranspiration zurückgegriffen werden. Im Herbst und Winter ist die Verdunstung temperatur- und strahlungsbedingt (geringeres Dampfdruckgefälle und geringere Transpiration durch Pflanzen) in der Regel deutlich geringer als in den Sommermonaten. Deshalb kann das Potential für die Verdunstung auch bei geringeren Niederschlägen auf unversiegelten Flächen weitgehend ausgeschöpft werden und die aktuelle Evapotranspiration erreicht bei günstiger Niederschlagsverteilung annähernd die Größenordnung der potentiellen Evapotranspiration. Daher wurde für die Szenarien 2050 als grobe Annäherung davon ausgegangen, dass die klimatische Wasserbilanz in der kühleren Jahreshälfte annähernd dem Gesamtabfluss entspricht.

Zur Abschätzung der Auswirkungen veränderter Niederschlags- und Verdunstungsverhältnisse auf die Grundwasserneubildung wurden die Grundwasserkörper zunächst nach Höhenlage und hydrogeologischen Eigenschaften gruppiert. Anschließend wurden für die einzelnen Gruppen Formeln entwickelt, mit denen auf Basis möglicher Veränderungen von Niederschlag und potentieller Evapotranspiration im Zuge des Klimawandels auf Veränderungen der Grundwasserneubildung geschlossen werden kann. Ausgangspunkt für die Entwicklung der Formeln war der aktuelle Kenntnisstand über die grundlegenden Prozesse der Grundwasserneubildung. Ein zentraler Faktor, der sowohl Klima, Vegetation und Oberflächenbeschaffenheit beeinflusst, ist die Höhenlage. Je nach Exposition und Geologie ergeben sich in der Folge entsprechende Untergrundverhältnisse. Deshalb wurden die Gruppen von Grundwasserkörper im ersten Schritt in zwei Gruppen unter und über 810 m ü. A. geteilt.

Die Daten der Klimamodelle wurden vom Institut für Meteorologie der Universität für Bodenkultur als Monatssummen bereitgestellt, sodass auch quartalsweise oder halbjährliche Veränderungen berücksichtigt werden konnten. Im Zuge der iterativen Optimierung zeigte sich, dass eine bessere Formelanpassung möglich ist, wenn die Septembersumme geteilt wird und dem Winterhalbjahr nur 5½ Monate zugerechnet werden (halber September + Oktober bis Februar). Für die warme Jahreshälfte wurden hingegen 6½ Monate (März bis August + halber September) angesetzt.

9.2.1 Grundwasserneubildung in Abhängigkeit von Niederschlag und potentieller Evapotranspiration bei Gruppen von Grundwasserkörpern in tieferen Lagen bzw. bei Gruppen mit geringem Anteil der Grundwasserneubildung am Niederschlag

In tieferen Lagen konzentriert sich die Grundwasserneubildung aus der Versickerung von Niederschlägen in der Regel auf den Herbst und Winter, da die klimatische Wasserbilanz (Niederschlag abzüglich potentieller Evapotranspiration) in der warmen Jahreshälfte häufig über längere Zeit negativ ist und Niederschläge entweder in Oberflächengewässern abfließen oder verdunsten. Hinzu kommt, dass die Niederschlagssummen niedriger sind als in höheren Lagen. Trockenperioden können sich über längere Zeiträume erstrecken und das gesamte Jahr über auftreten. Für die Abschätzung der Grundwasserneubildung aus Niederschlag und potentieller Evapotranspiration kann daher gefolgert werden, dass die klimatische Wasserbilanz der Herbst- und Wintermonate annähernd dem Gesamt-abfluss (oberirdisch und unterirdisch) entspricht und in Abhängigkeit von Durchlässigkeit und Oberflächenbeschaffenheit für die Grundwasserneubildung maßgeblich ist. Wasser,

das in Gebieten mit höherer Durchlässigkeit auch in den Sommermonaten durch Versickerung oder Infiltration aus Oberflächengewässern zur Grundwasserneubildung beiträgt, kann nur als Anteil des Niederschlags angesetzt werden, da die potentielle Evapotranspiration stark von der aktuellen Verdunstung abweicht.

In 10 Gruppen von Grundwasserkörpern bzw. Teilgrundwasserkörpern mit relativ geringem Anteil der Grundwasserneubildung am Niederschlag zwischen 8 und 18 %, im Mittel 15 % (Teile der Flyschzone in Niederösterreich und Oberösterreich, Helvetikum und Molasse in Vorarlberg und Günser Gebirge im Burgenland) entsprechen 60 % der klimatischen Wasserbilanz der Herbst- und Wintermonate der Grundwasserneubildung. Die mittlere Höhe dieser Gebiete liegt mit Ausnahme des Vorarlberger Helvetikums zwischen 450 und 810 m ü. A. Im Zuge der iterativen Optimierung zeigte sich, dass die klimatische Wasserbilanz des Zeitraums von September bis Februar annähernd der Grundwasserneubildung entspricht, wenn von der Septembersumme nur 50 % berücksichtigt werden. In sieben der zehn Fälle ergibt sich eine Abweichung im Ist-Zustand von unter +/-8 % und in zwei Fällen +/-11 %. Nur im östlichsten Teil der Flyschzone, die Teile des Wienerwalds einschließt, ist die mittels Pegelauswertung berechnete Grundwasserneubildung von 80 mm um 19 % niedriger als die klimatische Wasserbilanz des Zeitraums halber September bis Februar mit 99 mm (alle Werte bezogen auf den Ist-Zustand).

In 45 Gruppen von Grundwasserkörpern bzw. Teilgrundwasserkörpern mit etwas höheren Anteilen der Grundwasserneubildung am Niederschlag von durchschnittlich 17 %, wurde die beste Übereinstimmung mit der Grundwasserneubildung erreicht, wenn von der klimatischen Wasserbilanz des Zeitraums halber September bis Februar 75 % angesetzt werden und zusätzlich 1,5 % des Jahresniederschlags. Dieser Anteil des Jahresniederschlags trägt im Durchschnitt mit 12 % (min. 5 %, max. 34 %) zur Grundwasserneubildung bei. In diesen Gebieten kann davon ausgegangen werden, dass es bei günstiger Niederschlagsverteilung das gesamte Jahr über zur Versickerung von Niederschlägen kommen kann oder dass die Infiltration aus Fließgewässern in entsprechendem Maße zur Grundwasserneubildung beiträgt. In 35 dieser 48 Gebiete beträgt die durchschnittliche Seehöhe unter 810 m. Es zeigte sich jedoch, dass mit diesem Ansatz auch in Teilen der nördlichen Kalkalpen und der südlichen Flyschzone in Vorarlberg mit Seehöhen von 1.050 bis 1.500 m die beste Übereinstimmung mit der Grundwasserneubildung im Ist-Zustand erzielt werden kann. Dieser Ansatz zeigte auch die beste Eignung für die Anwendung in den Porengrundwasserkörpern Stremtal, Saggautal und dem westlichen Teil des Vöckla-Ager-Traun-Alm-Grundwasserkörpers. Die Abweichung von der Grundwasserneubildung

im Ist-Zustand, die durch Pegelauswertung ermittelt wurde, liegt in 23 dieser 45 Gebiete unter +/-10 % und nur in zwei Fällen über 20 % (südliches Weinviertel +23 %, Stremtal +25 %).

9.2.2 Grundwasserneubildung in Abhängigkeit von Niederschlag und potentieller Evapotranspiration bei Gruppen von Grundwasserkörpern in höheren Lagen

Mit zunehmender Seehöhe sinkt die Temperatur und die Niederschlagsspeicherung in Form von Schnee und Eis gewinnt an Bedeutung. In den Gipfelregionen der Zentralalpen wird das Abflussgeschehen zudem durch Gletscher und Frost beeinflusst. In der Folge nimmt die Saisonalität des Abflussgeschehens und der Grundwasserneubildung zu. Hinzu kommt, dass bei entsprechender Exposition in der Regel sowohl die Menge als auch die Häufigkeit von Niederschlägen ansteigen und die klimatische Wasserbilanz (Niederschlag abzüglich potentieller Evapotranspiration) den größten Teil des Jahres hindurch positiv bleibt. Daher kann während der Sommermonate fast durchgehend Wasser versickern oder aus Fließgewässern infiltrieren. Sommerliche Trockenperioden sind in der Regel von kürzerer Dauer als im Flachland und werden häufiger von Niederschlagsereignissen unterbrochen. Mit steigenden Temperaturen und stabileren Großwetterlagen ist zu erwarten, dass sich die Dauer und Intensität von Trockenperioden verlängert, mit entsprechenden Folgen für das Abflussgeschehen und die Grundwasserneubildung. Für die Abschätzung der Grundwasserneubildung aus Niederschlag und potentieller Evapotranspiration folgt daraus, dass die Niederschläge des gesamten Jahres für die Grundwasserneubildung relevant sein können. Die Niederschläge des Winters werden lediglich zu einem großen Teil erst zeitversetzt in den Frühjahrs- und Sommermonaten abflusswirksam. Die aktuelle Evapotranspiration entspricht in der wärmeren Jahreshälfte nur in niederschlagsreichen Gebieten mit relativ gleichmäßiger Niederschlagsverteilung und ausreichendem oberflächennahen Wasserspeichervermögen annähernd der potentiellen Verdunstung.

In 47 Gebieten mit einem Anteil der Grundwasserneubildung am Niederschlag von durchschnittlich 24 % werden deshalb 95 % der klimatischen Wasserbilanz des Zeitraums halber September bis Februar plus 5 % des Jahresniederschlags als Grundwasserneubildung angesetzt. Zur besseren Berücksichtigung der warmen Jahreszeit wurden auch 5 % der klimatischen Wasserbilanz des Zeitraums März bis halber September als Grundwasserneubildung angesetzt. Wobei die Grundwasserneubildung dadurch nur in höheren Lagen mit höheren Niederschlagssummen erhöht wird. In 12 Gebieten in tieferen

Lagen wird die Grundwasserneubildung auf Grund der negativen klimatischen Wasserbilanz durch diese Komponente um maximal 20 mm reduziert. 29 dieser 47 Gebiete liegen über 810 m Seehöhe (durchschnittlich auf ca. 1300 m). Dieser Berechnungsansatz eignete sich auch am besten für 11 Gruppen von Grundwasserkörpern mit einer durchschnittlichen Seehöhe von ca. 470 m und 7 Porengrundwasserkörper mit einer durchschnittlichen Seehöhe von ca. 340 m. Bei 26 dieser 47 Gebiete beträgt die Abweichung von der Grundwasserneubildung im Ist-Zustand mit diesem Ansatz +/-10 %. Nur in einem Fall wird die Grundwasserneubildung um mehr als 20 % unterschätzt: im Stooberbachtal statt 70 mm nur 58 mm.

9.2.3 Grundwasserneubildung in Abhängigkeit von Niederschlag und potentieller Evapotranspiration bei Einzelporengrundwasserkörpern und Gruppen von Grundwasserkörpern mit hoher Grundwasserneubildung

Die Voraussetzungen für die Grundwasserneubildung in Einzelporengrundwasserkörpern sind sehr heterogen.

Einzelne Porengrundwasserkörper mit geringer Grundwasserneubildung aus dem Niederschlag werden wie Gruppen von Grundwasserkörper behandelt. In der Regel ist die Durchlässigkeit des Untergrundes für die Versickerung von Niederschlägen und die Infiltration aus Fließgewässern höher als in Gruppen von Grundwasserkörpern. Gleichzeitig sind jedoch auch die Niederschläge geringer und die aktuelle Evapotranspiration höher als im umgebenden Einzugsgebiet. Häufig weisen sie auch einen größeren Anteil an versiegelten Flächen auf. Hinzu kommt die abschnittsweise Abdichtung des Hauptgerinnes. Die Höhe der Grundwasserneubildung wurde teilweise aus Regionalstudien übernommen und teilweise durch Auswertung von Pegeln ermittelt bzw. ergänzt. Die klimatischen Einflüsse auf randliche Zuflüsse und Infiltration werden in den Herkunftsgebieten separat ermittelt.

In 49 Gebieten dieser Klasse, in der 33 Einzelporengrundwasserkörper und 16 Gruppen von Grundwasserkörpern enthalten sind, beträgt der Anteil der Grundwasserneubildung aus dem Niederschlag ca. 25 %. Die Gruppen von Grundwasserkörper dieser Klasse liegen in den Zentralalpen und haben keine bedeutenden Gletscheranteile. Auf Grund der höheren Grundwasserneubildung wird für die Wintermonate 100 % einer modifizierten klimatischen Wasserbilanz als Grundwasserneubildung angesetzt. Hierbei werden für den Zeitraum halber September bis Februar vom Niederschlag 66 % der potentiellen Evapotranspiration abgezogen. Zusätzlich wird angenommen, dass 5 % des Jahresniederschlags

zur Grundwasserneubildung beitragen. Vom Zeitraum März bis halber September werden 12 % der klimatischen Wasserbilanz angesetzt. Diese Komponente ist in tieferen Lagen mit geringeren Niederschlägen in der Regel negativ und dient somit als Korrekturfaktor für den Anteil der Grundwasserneubildung an den Jahresniederschlägen während der wärmeren Jahreshälfte. Lediglich in den Porengrundwasserkörpern Gailtal, Rosental, Walgau, Traun und dem zentralen Teil des Grundwasserkörpers Vöckla-Ager-Traun-Alm sowie den Gruppen von Grundwasserkörpern dieser Klasse trägt diese Komponente auch in den Sommermonaten zu einer Erhöhung der Grundwasserneubildung bei. Bei 31 dieser 49 Gebiete beträgt die Abweichung von der Grundwasserneubildung im Ist-Zustand mit diesem Ansatz +/-10 %. Bei 5 Porengrundwasserkörpern (Rabnitztal, Pinkatal, Raabtal, Eferdinger Becken, Marchfeld) wird die Grundwasserneubildung mit diesem Berechnungsansatz zwischen 20 und 29 % überschätzt und im Seewinkel um 20 % unterschätzt.

In 24 Gebieten mit besonders hohen Anteilen der Grundwasserneubildung aus dem Niederschlag von 35 % wird für den Zeitraum halber September bis Februar ebenfalls 100 % der modifizierten klimatischen Wasserbilanz angesetzt (Niederschlag abzüglich 66 % der potentiellen Evapotranspiration). Zusätzlich wird jedoch angenommen, dass 10 % des Jahresniederschlags zur Grundwasserneubildung beitragen. Die klimatische Wasserbilanz der Frühjahrs- und Sommermonate wird nicht berücksichtigt. Bei 15 der 24 Gebiete, die mit diesem Ansatz berechnet werden, beträgt die Abweichung von der Grundwasserneubildung im Ist-Zustand +/-10 %. Bei drei Porengrundwasserkörpern (Inntal, Großache und östlicher Teil von Vöckla-Ager-Traun-Alm) wird die Grundwasserneubildung mit diesem Berechnungsansatz zwischen 20 und 28 % unterschätzt. Die größte Abweichung ergibt sich mit einer Unterschätzung von 40 % im Lechtal.

Tabelle 21: Übersicht über die verwendeten Ansätze zur Abschätzung der Grundwasserneubildung auf Basis von Niederschlag und potentieller Evapotranspiration

	Zuordnung Grundwasserkörper	Anzahl GWK	Anteil GW-Neu an N	Beschreibung des Ansatzes
1	Gruppen-GWK mit geringer GW-Neubildung (z. B. Flysch)	10	15 %	60 % der klimatischen Wasserbilanz halber Sept. bis Feb.
2	Gruppen-GWK unter 800 m Seehöhe und Teile der nördl.	45	17 %	75 % der klimatischen Wasserbilanz halber Sept. bis Feb. + 1,5 % des Jahresniederschlags

Zuordnung Grundwasserkörper		Anzahl GWK	Anteil GW-Neu an N	Beschreibung des Ansatzes
Kalkalpen und des Vorarlberger Flysch				
3	Gruppen-GWK Großteils über 800 m Seehöhe einschließlich hochalpine Zentralalpen mit Gletschern	47	24 %	95 % der klimatischen Wasserbilanz halber Sept. bis Feb. + 5 % des Jahresniederschlags + 5 % der klimatischen Wasserbilanz März – halber Sept.
4	Porengrundwasserkörper und Gruppen-GWK in Zentralalpen ohne bedeutende Gletscheranteile	49	25 %	100 % modifizierte klimatische Wasserbilanz (N minus 66 % ETp) halber Sept. bis Feb. + 5 % des Jahresniederschlags + 12 % der klim. Wasserbilanz März – halber Sept.
5	Porengrundwasserkörper mit hoher GW-Neubildung	24	35 %	100 % modifizierte klimatische Wasserbilanz (N minus 66 % ETp) halber Sept. bis Feb. + 10 % des Jahresniederschlags

Die Abweichungen der mit diesen Formeln ermittelten Grundwasserneubildung im Ist-Zustand von jener, die mittels Pegelauswertung berechnet oder aus Regionalstudien abgeleitet wurde, liegen in 38 % der Fälle zwischen +/-5 %. Bei 22 % der Teil-Grundwasserkörper betragen sie zwischen +/-6 und 10 % und bei 34 % zwischen +/-11 bis 20 %. Bei 6 % der Grundwasserkörper sind die Abweichungen mit +/-21 bis 29 % etwas größer. Lediglich beim Einzel-GWK Lechtal ist die Abweichung mit -40 % noch höher. Diese Formeln dienen jedoch nur zur Abschätzung der klimabedingten Veränderung der Grundwasserneubildung auf Basis der Änderung von Niederschlag und potentieller Evapotranspiration. Deshalb wirken sich die Abweichungen nicht in voller Höhe auf die Grundwasserneubildung 2050 aus. Die höchste Abweichung im Lechtal (-40 % bzw. 570 mm statt 800 mm laut Regionalstudien) trifft beispielweise auf eine geringfügige klimatisch bedingte Veränderung der Grundwasserneubildung (-8 bis +1 %). Deshalb beträgt die Abweichung in Bezug auf die Gesamthöhe der Grundwasserneubildung lediglich 0 bis -3 %.

Größere Abweichungen sind nur zu erwarten, wenn auch die klimabedingte Veränderung groß ist. Im Grundwasserkörper Parndorfer Platte beträgt die Grundwasserneubildung laut Regionalstudien 55 mm. Mit der Berechnung aus Niederschlag und potentieller Evapotranspiration ergibt sich eine Grundwasserneubildung von 46 mm. Diese Abweichung trifft auf einen Anstieg der Grundwasserneubildung von 7 bis 64 %. Die

Grundwasserneubildung wird somit um 1 bis 12 % unterschätzt. Neben der Parndorfer Platte erreicht die Abweichung lediglich bei den Grundwasserkörpern Seewinkel (-12 %) und Stooberbachtal (-10 %) ebenfalls den zweistelligen Bereich. Über alle Teil-Grundwasserkörper in allen drei Klimaszenarien (also bei 446 Rechenfällen) kommen noch weitere 8 Fälle hinzu, in denen die Abweichung in Bezug auf die Gesamthöhe der Grundwasserneubildung über +/-6 % liegt. In 68 Fällen (13 %) beträgt der Fehler +/-2 bis 5 % und in 85 % der Fälle ist die Abweichung kleiner als 1 % oder größer als -1%.

9.2.4 Ermittlung der Grundwasserneubildung für die Szenarien 2050

Von den ÖKS15-Datensätzen der drei ausgewählten Szenarien wurden die Klimaänderungssignale (Veränderungen von Niederschlag und potentieller Evapotranspiration im mm) vom Institut für Meteorologie der Universität für Bodenkultur bereitgestellt. Im ersten Schritt wurden diese Änderungssignale für jedes Szenario zu den Jahressummen von Niederschlag und potentieller Evapotranspiration des Ist-Zustands bzw. der jüngeren Vergangenheit addiert bzw. subtrahiert, um die Jahressummen des gewählten Zeitraums um das Jahr 2050 (Zeitraum 2041–2070) zu erhalten. Dabei wurden auch die Abweichungen der Jahressummen der Zeitreihe 1998–2017 von der Zeitreihe 1990–2018 berücksichtigt und proportional zu den Änderungen in den Zeitreihen aus den Projekten SPARTACUS und Winfore der ZAMG korrekturgerechnet.

Im nächsten Schritt wurde mit den in Tabelle 21 beschriebenen Rechenansätzen die prozentuale Veränderung der Grundwasserneubildung durch den Klimawandel für jedes Szenario ermittelt und auf die Grundwasserneubildung des Ist-Zustands übertragen. Für unterirdisch abströmendes Grundwasser wurden dieselben prozentualen Veränderungen angesetzt. Veränderungen der randlichen Zuflüsse wurden jeweils mit den Klimaänderungssignalen der Ursprungsgebiete berechnet. Für die Infiltration aus großen Flüssen wie z. B. Donau, Rhein, Inn, Mur etc. wurden keine klimabedingten Veränderungen angesetzt, weil davon ausgegangen wird, dass diese Flüsse auch im Zeitraum um das Jahr 2050 noch ausreichend hohe Wassermengen für die Infiltration bereitstellen werden.

9.2.5 Ermittlung der verfügbaren Grundwasserressourcen für die Szenarien 2050

Im ersten Schritt wurden für jedes Szenario auf die verfügbaren Grundwasserressourcen aus der flächigen Grundwasserneubildung dieselben prozentualen Veränderungen

angewendet, die für die Grundwasserneubildung ermittelt wurden. Für Ressourcen aus randlichen Zuflüssen wurden wie bei der Grundwasserneubildung die Änderungen in den Ursprungsgebieten angesetzt. Ressourcen aus der Infiltration an großen Flüssen wurden unverändert in den Gesamtbetrag eingerechnet.

Für die Ermittlung der verfügbaren Grundwasserressourcen aus Niederwasserabflüssen sind jedoch neben der Variabilität der durchschnittlichen Grundwasserneubildung vor allem die Tn10-Werte maßgeblich. Auf diese Mengen sinkt die Grundwasserneubildung durchschnittlich einmal in 10 Jahren ab. Aus den bereitgestellten Klimaänderungssignalen der Szenarien können jedoch keine Aussagen zur Häufigkeit von Trockenjahren abgeleitet werden. Es kann deshalb nur angenommen werden, dass Trockenjahre mit abnehmenden Niederschlagssummen und zunehmender potentieller Verdunstung häufiger werden. Abnehmende oder ungünstig verteilte Niederschläge können in Verbindung mit höherer Verdunstung vor allem im Frühjahr und Sommer die Niederwassersituation an Fließgewässern in tieferen Lagen unmittelbar verschärfen. Bei der Ermittlung der klimabedingten Änderung sind Veränderungen in den Sommermonaten jedoch nur teilweise eingeflossen, da Niederschläge von März bis September nicht oder nur in besonderen Fällen zur Grundwasserneubildung beitragen. Daher wurden die verfügbaren Grundwasserressourcen im zweiten Schritt proportional zur Veränderung der Niederschlagssumme von März bis September erhöht oder reduziert. Zusätzlich wurde die potentielle Evapotranspiration mit dem Kehrwert der prozentualen Veränderung berücksichtigt. Das heißt, dass die verfügbaren Grundwasserressourcen bei einem Anstieg der potentiellen Evapotranspiration um 5 % auf 95 % reduziert wurden.

Mit zunehmender Seehöhe konzentriert sich das Auftreten von Niederwasserperioden auf das Winterhalbjahr. Es wurde jedoch auch hier die Entwicklung der Niederschläge und Verdunstung während der Sommermonate zusätzlich zur klimabedingten Veränderung der Grundwasserneubildung berücksichtigt. Mit zunehmender Seehöhe steigen im Winterhalbjahr die Anteile der Niederschläge, die erst mit der Schneeschmelze im Frühjahr abflusswirksam werden. Die Niederwasserführung in den Wintermonaten wird daher zu bedeutenden Teilen aus der Grundwasserneubildung der wärmeren Jahreshälfte gespeist. Bei der Berechnung der Grundwasserneubildung aus Niederschlag und potentieller Evapotranspiration für Grundwasserkörper über 810 m Seehöhe, gehen die klimatischen Verhältnisse des Sommerhalbjahres jedoch nur mit 5 % bzw. 12 % in die Berechnung ein. Daher wurden die verfügbaren Grundwasserressourcen in gleicher Weise wie in tieferen Lagen angepasst. Letztlich wäre jedoch im Einzelfall zu prüfen, welche Auswirkungen ein Rückgang der Niederschläge im Frühjahr und Sommer in Kombination mit zunehmender

Verdunstung auf die Grundwasserneubildung und die Höhe der verfügbaren Grundwasserressourcen hätte.

9.2.6 Ergebnisse Grundwasserneubildung Szenarien 2050

Die Ermittlung von Veränderungen der Grundwasserneubildung und der verfügbaren Grundwasserressourcen für 2050 erfolgte auf Grundlage der drei ausgewählten Klimaszenarien der ÖKS15 (siehe Kapitel 4.1 – dort wird auch erläutert, was unter „mittleres RCP4.5“, „mittleres RCP8.5“ und „trockenes RCP8.5“ Szenario zu verstehen ist).

Im bundesweiten Durchschnitt ergibt sich für das mittlere RCP4.5 Szenario die größte relative Abnahme der Grundwasserneubildung mit -9 %, von 325 mm auf 295 mm. Im trockenen RCP8.5 Szenario ist die Abnahme mit -6 % auf 305 mm etwas geringer. In mittleren RCP8.5 Szenario ist hingegen ein durchschnittlicher Anstieg der Grundwasserneubildung um 2 % auf 330 mm festzustellen. Die Entwicklung ist jedoch zwischen den Szenarien und auch innerhalb der Szenarien von Region zu Region sehr unterschiedlich. Es gibt in allen drei Szenarien Regionen in denen die Grundwasserneubildung zu- und abnimmt. Im mittleren RCP4.5 Szenario variieren die Veränderungen zwischen -38 % und +13 %. In mittleren RCP8.5 Szenario ist die größte Abnahme mit -5 % geringer, die Zunahme mit maximal 53 % hingegen am größten. Im trockenen RCP8.5 Szenario nimmt die Trockenheit vor allem im Frühjahr und Sommer zu. Die Bedingungen für die Grundwasserneubildung im Herbst und Winter bleiben jedoch relativ günstig, sodass sich die Grundwasserneubildung in ungünstigsten Fall nur um 30 % verringert und im günstigsten Fall um 20 % steigt. Für 80 % der Szenarienregionen ergeben die drei Szenarien sowohl Zunahmen als auch Abnahmen der Grundwasserneubildung. Lediglich in den Szenarienregionen 6, 12, 16, 98 und 99 kommt es in allen drei Szenarien zu einem Anstieg der Grundwasserneubildung und in 13 Szenarienregionen (3, 28, 34, 36, 54, 60, 75, 78, 79, 83, 92, 93, 95) deuten alle drei Szenarien auf eine Abnahme der Grundwasserneubildung hin.

9.2.7 Ergebnisse verfügbare Grundwasserressourcen Szenarien 2050

Im bundesweiten Durchschnitt bleibt die verfügbare Grundwasserressource für das mittlere RCP8.5 Szenario mit 61 mm im Vergleich zum Ist-Zustand unverändert, wenn die Entwicklung von Niederschlag und potentieller Evapotranspiration im Frühjahr und Sommer berücksichtigt wird. Im mittleren RCP4.5 Szenario sinkt die verfügbare Grundwasserressource um 10 % auf 55 mm. Im trockenen RCP8.5 Szenario ergibt sich die größte relative Abnahme der verfügbaren Grundwasserressource mit -23 % auf 47 mm. Diese

Abnahme ist vor allem durch zunehmende Trockenheit im Frühjahr und Sommer bedingt. Sollte sich der Anteil der verfügbaren Grundwasserressource an der Grundwasserneubildung durch die ungünstigeren Bedingungen im Sommerhalbjahr nicht verringern (was aber eher unwahrscheinlich ist), wäre die Abnahme der Ressource mit -7 % auf 57 mm deutlich geringer.

Wie bei der Grundwasserneubildung ist auch die Entwicklung der verfügbaren Grundwasserressource zwischen den Szenarien und auch innerhalb der Szenarien von Region zu Region sehr unterschiedlich und es gibt ebenfalls in allen drei Szenarien Regionen, in denen die Grundwasserneubildung zu- und abnimmt, wobei die Werte der maximalen Zu- und Abnahmen in etwa jenen der Änderung der Grundwasserneubildung entsprechen.

9.3 Szenarien Wasserversorgung

9.3.1 Entwicklung der Einflussfaktoren auf den Wasserbedarf

Die für das Wasserbedarfsmodell verwendeten Einflussfaktoren auf den Wasserbedarf – Bevölkerung (Hauptwohnsitze), Nebenwohnsitze, Pendlerinnen und Pendlerbewegungen, Nüchtigungen und potentielle Evapotranspiration (ETp) – wurden wie in Kapitel 4.4.1.3 beschrieben in ihrer bisherigen Entwicklung analysiert und auf Gemeindeebene extrapoliert.

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 Pendlerinnen und 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 Pendlerinnen und Pendlerbewegungen je Hauptwohnsitz gerechnet wird. Bei den Nüchtigungen 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.

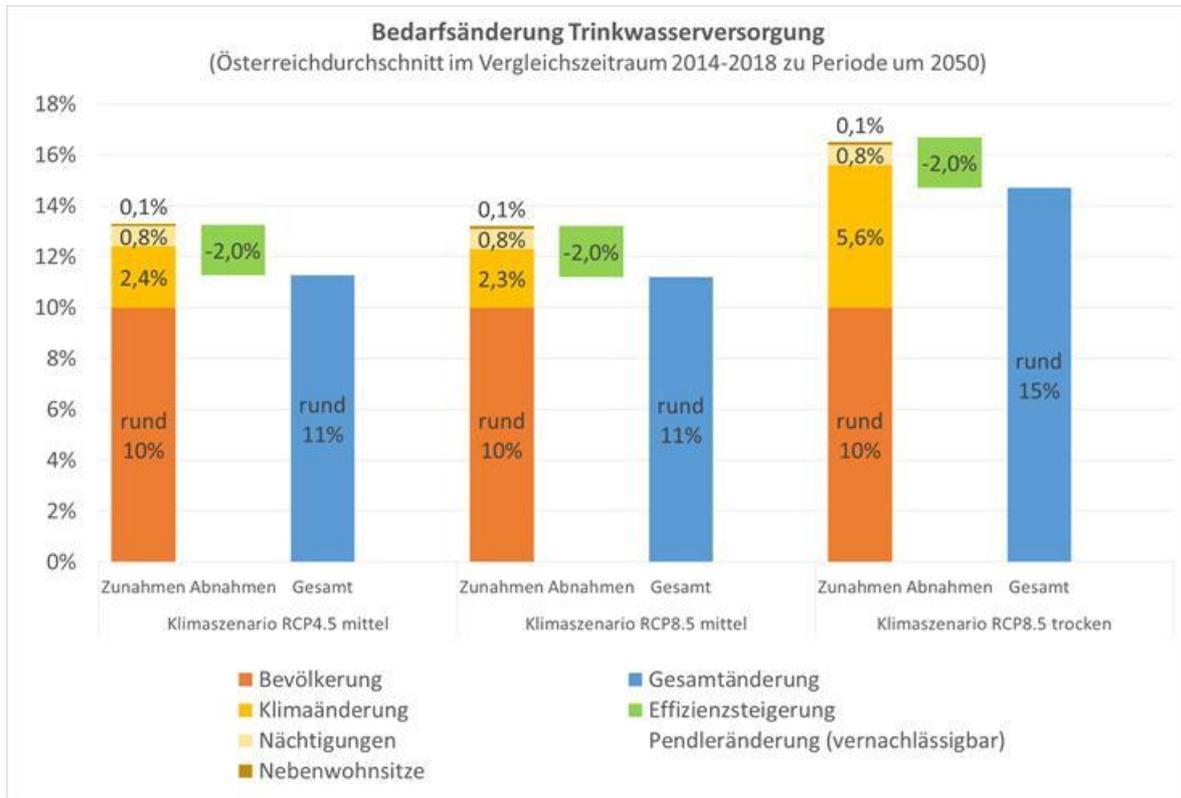
9.3.2 Wasserbedarfsszenarien 2050

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 zum 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., 2012b). 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 100 zeigt, dass die jeweiligen Einflussfaktoren unterschiedlich stark auf die Änderung des Wasserverbrauchs wirken. Insgesamt ändert sich der Wasserbedarf des Wasserversorgungssektors um rund 11 % (RCP4.5 mittel, RCP8.5 mittel) bzw. 15 % (RCP8.5 trocken). Den größten Einfluss hat mit rund 10 % die Bevölkerungsentwicklung. Veränderungen der Nächtigungen, der Nebenwohnsitze und der Pendlerinnen und 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 RCP8.5 trocken mit + 5,4 % bemerkbar.

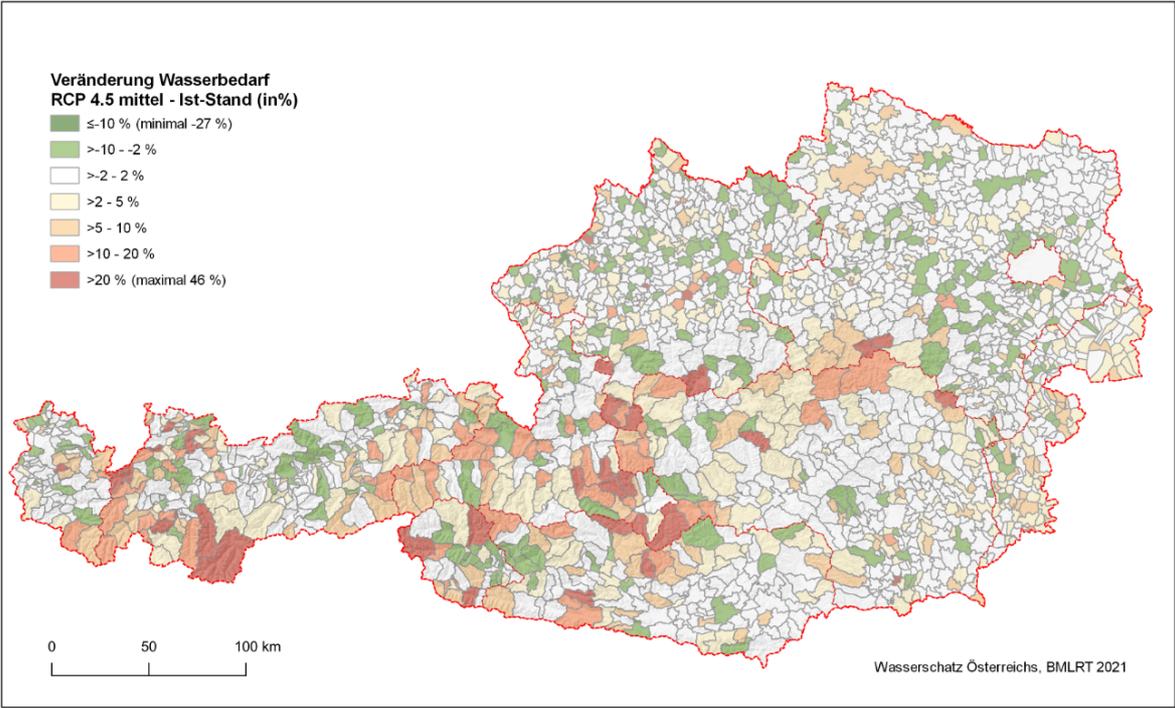
Abbildung 100: Bedarfsänderung im Wasserversorgungssektor



Quelle: BOKU

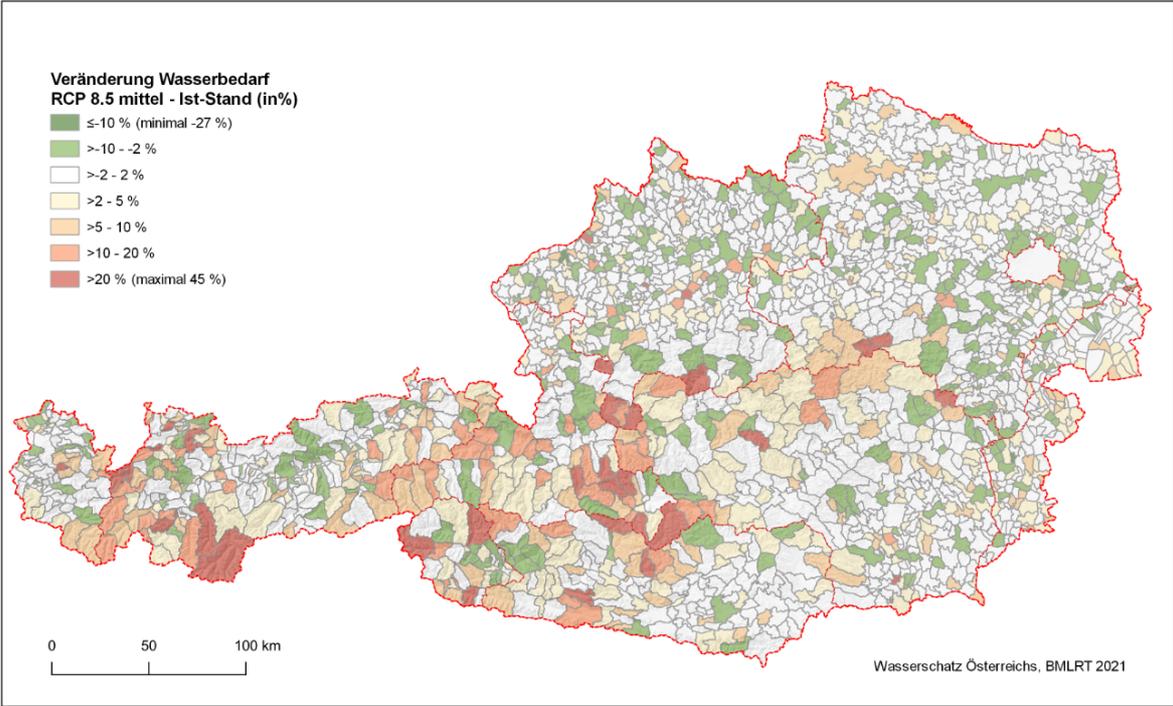
Die regionalen Unterschiede der Bedarfsänderungen im Wasserversorgungssektor für die verschiedenen Klimawandelszenarien sind in Abbildung 101 (mittleres RCP4.5 Szenario), Abbildung 102 (mittleres RCP8.5 Szenario) und Abbildung 103 (trockenes RCP8.5 Szenario) dargestellt. Es zeigt sich, dass im Flachland 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 RCP4.5 mittel und RCP8.5 mittel bis 2050 kaum voneinander unterscheiden, zeigen sich im klimatisch ungünstigsten Szenario (trockenes RCP8.5) mehr oder weniger durchwegs deutlich größere Steigerungen des Wasserbedarfs, in Extremfällen von bis zu knapp 50 %.

Abbildung 101: Veränderung des Wasserbedarfs vom Ist-Stand zu Szenario 2050 RCP4.5 mittel (in %)



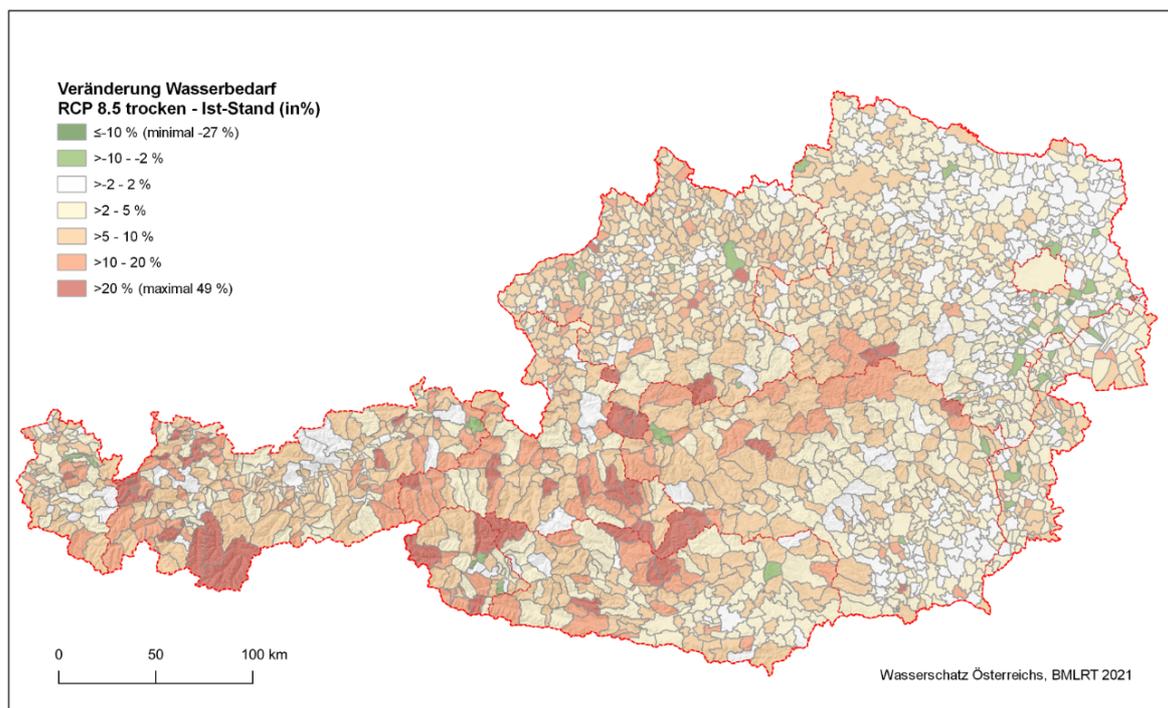
Quelle: BEV, 2020; basemap.at, 2020; BOKU

Abbildung 102: Veränderung des Wasserbedarfs vom Ist-Stand zu Szenario 2050 RCP8.5 mittel (in %)



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

Abbildung 103: Veränderung des Wasserbedarfs vom Ist-Stand zu Szenario 2050 RCP8.5 trocken (in %)



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

Abbildung 104 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 einer Gesamtentnahme von 830 bis 850 Mio. m³ im Jahr.

Abbildung 104: Szenarien des Wasserbedarfs der Wasserversorgung im Zeitraum um 2050, Kennzahlen berechnet in Liter pro Hauptwohnsitz (HW) und Tag, Bevölkerung: 9,6 Mio.



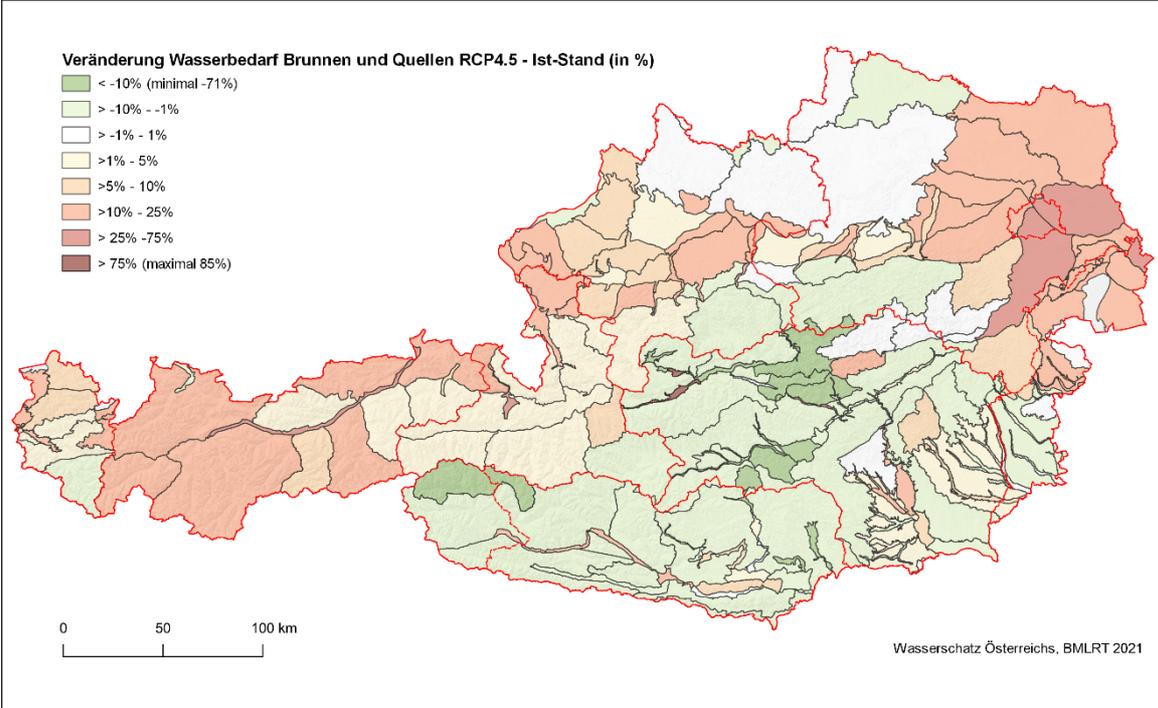
Quelle: BOKU

9.3.3 Wassergewinnung 2050

Aus den Wasserbedarfsszenarien 2050 (Kapitel 9.3.2) und der aktuellen Wassergewinnung (Kapitel 4.4.1.4) wird eine Wassergewinnung für das Jahr 2050 prognostiziert. Wie in den Methoden (Kapitel 4) 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 und zusätzliche Entnahmen werden als Brunnenentnahmen angenommen. Erfolgt die Wasserherkunft der Gemeinde ausschließlich aus der Ressourcenart Quelle, so wird davon ausgegangen, dass auch höhere Wassermengen aus den Quellen entnommen werden können, da es noch Reserven geben sollte.

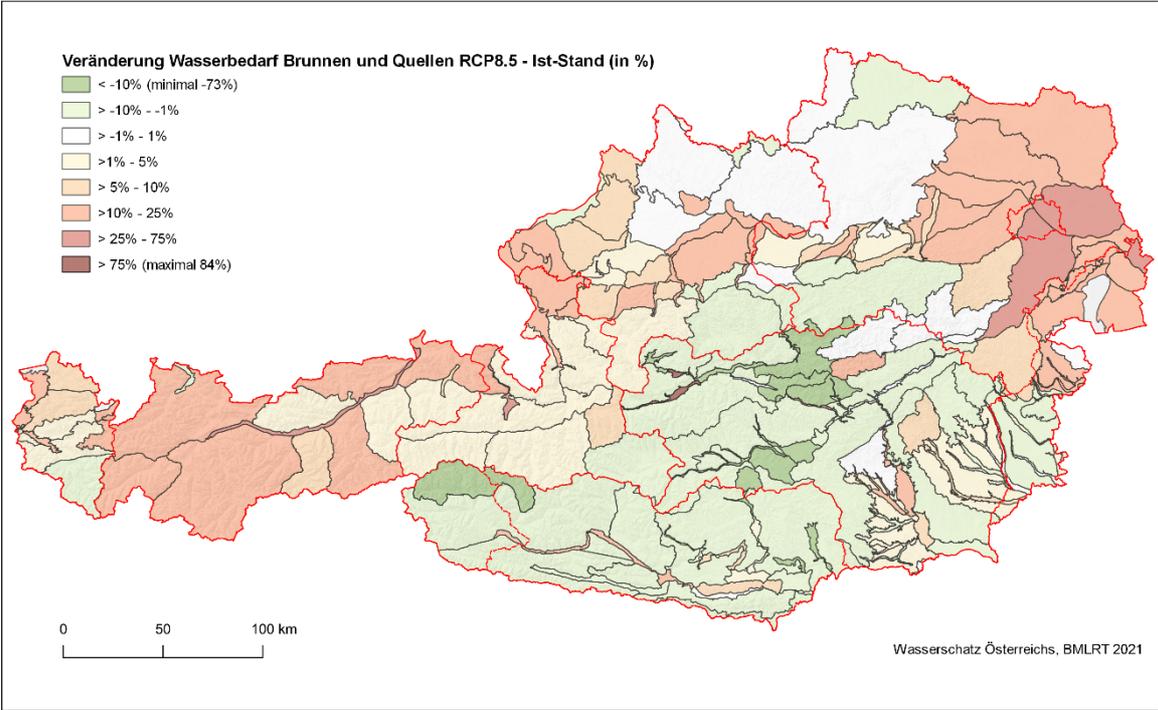
Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Veränderung der Wassergewinnung der Brunnen und Quellen aus den Teilgrundwasserkörpern von Ist-Stand zum 2050 Szenario RCP4.5 mittel (Abbildung 105), zum Szenario RCP8.5 mittel (Abbildung 106) und zum Szenario RCP8.5 trocken (Abbildung 107) in Prozent. Auch hier zeigen sich kaum Unterschiede zwischen den Szenarien RCP4.5 mittel und RCP8.5 mittel. Das Szenario RCP8.5 trocken zeigt hingegen größere Veränderungen und deutlichere Unterschiede zu den anderen Szenarien.

Abbildung 105: Veränderung der Wassergewinnung vom Ist-Stand zu Szenario 2050 RCP4.5 mittel (in %)



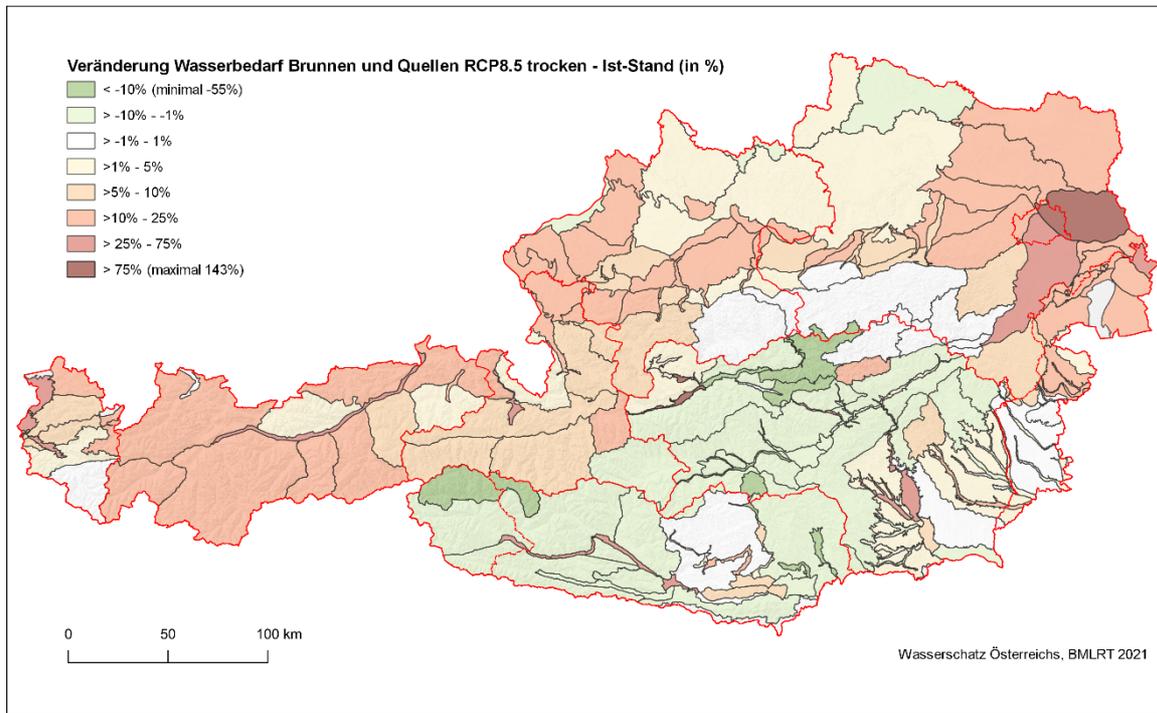
Quelle: BEV, 2020; basemap.at, 2020; BOKU

Abbildung 106: Veränderung der Wassergewinnung vom Ist-Stand zu Szenario 2050 RCP8.5 mittel (in %)



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

Abbildung 107: Veränderung der Wassergewinnung vom Ist-Stand zu Szenario 2050 RCP8.5 trocken (in %)



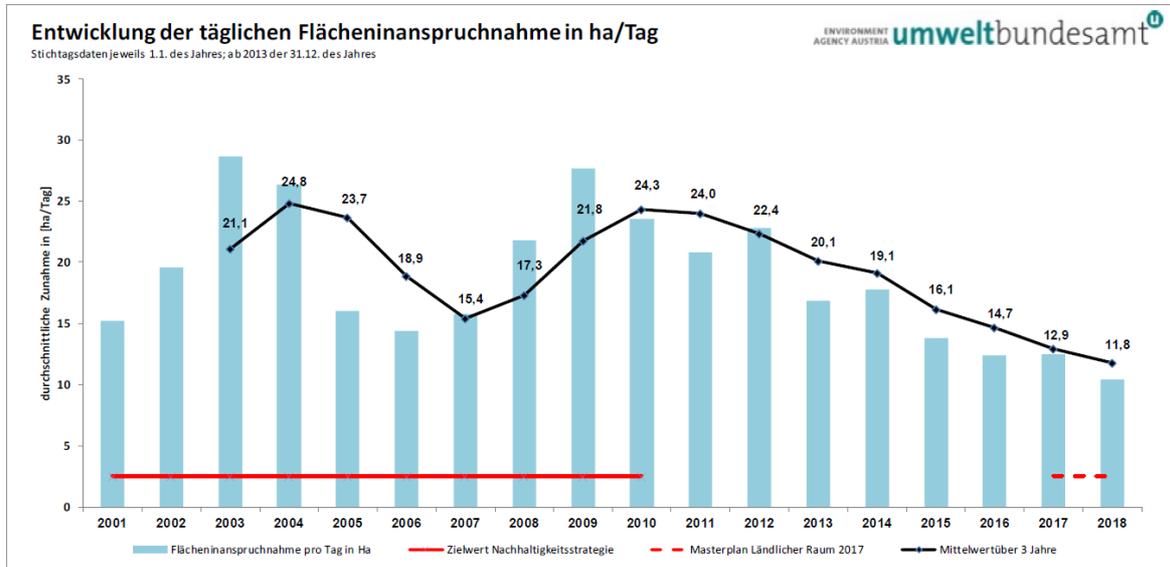
Quelle: BEV, 2020; basemap.at, 2020; BOKU

9.4 Szenarien Land- und Forstwirtschaft

Die Entwicklung der land- und forstwirtschaftlichen Produktion ist wie kein anderer wirtschaftlicher Bereich direkt abhängig von den lokalen Ressourcen Wasser, Boden und Pflanzen und den Auswirkungen des Klimawandels. Schutz und effiziente Nutzung dieser lokalen Ressourcen, Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsmaßnahmen sind daher die wesentlichen Elemente für die weitere Gewährleistung der Versorgungs- und Ernährungssicherung durch die Landwirtschaft.

Der Boden als wesentliche Grundlage für die landwirtschaftliche Produktion ist vielen Anforderungen und Nutzungsinteressen ausgesetzt. Seit 2010 konnte der jährliche Bodenverbrauch von 24 ha/Tag auf 12 ha/Tag halbiert werden (Prokop, 2019), Abbildung 84). Aber der Verlust an produktiven Böden in Österreich liegt noch um das Fünffache über dem in der Nachhaltigkeitsstrategie des Bundes bereits 2002 festgesetzten Zielwert von maximal 2,5 ha pro Tag bis 2010 (Prokop, 2019; WWF, 2021).

Abbildung 108: Bodenverbrauch bzw. Flächeninanspruchnahme in Österreich 2001–2018



Quelle: Prokop, 2019

Als Bodenverbrauch oder Flächeninanspruchnahme wird der unmittelbare und dauerhafte Verlust biologisch produktiven Bodens durch Verbauung und Versiegelung für Siedlungs- und Verkehrszwecke, aber auch für intensive Erholungsnutzungen, Deponien, Abbauflächen, Kraftwerksanlagen und ähnliche Intensivnutzungen bezeichnet. Flächeninanspruchnahme im weiteren Sinne findet innerhalb der für die land- und forstwirtschaftliche Primärproduktion nutzbaren Fläche statt (Prokop, 2019). Im Regierungsprogramm 2020–2024 (Bundeskanzleramt Österreich, 2020) ist die österreichweite Bodenschutzstrategie, in der gemeinsam mit den Bundesländern Grundsätze zur Reduktion des Flächenverbrauchs und zur Verbesserung der Bodenqualität festgelegt wurden, verankert. So soll der Bodenverbrauch so gering wie möglich gehalten werden und der jährliche Zuwachs bis 2030 auf 9 km² pro Jahr (2,5 ha/Tag) sinken und mittelfristig zusätzliche Bodenversiegelung durch Entsiegelung kompensiert werden. Auf EU-Ebene gilt die Vereinbarung bis zum Jahr 2050 „... einen Nettolandverbrauch von Null zu erreichen ...“ (EU-Fahrplan für ein ressourcenschonendes Europa (COM(2011))). Mit der Flächeninanspruchnahme gehen nicht nur wertvolle landwirtschaftliche Flächen für die Versorgungsleistung verloren, sondern auch wertvolle Ökosystemleistungen wie der Verlust der biologischen Funktionen, Verlust der Produktivität, Gefährdung der biologischen Vielfalt, Verlust der Staubbindung. Der oberirdische Abfluss nimmt zu während Evapotranspiration und Grundwasserneubildung abnehmen. Erhöhtes Hochwasserrisiko und

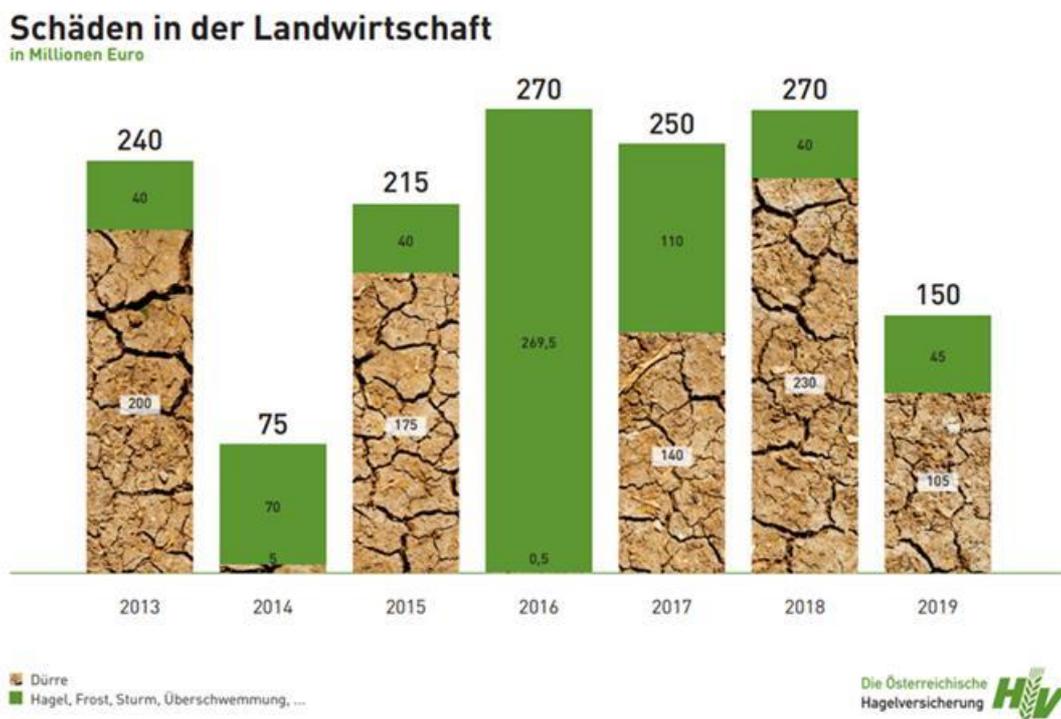
zunehmende Hitzeeffekte können weitere Folgen davon sein (Umweltbundesamt, 2021²¹). Die österreichische Bodenschutzstrategie fordert zudem die Ausweisung von landwirtschaftlichen Produktionsflächen und ökologischen Vorrangflächen, die Bodenfunktionsbewertung inkl. CO₂-Speicherkapazität, die Verankerung von Regelungen zur Bodenschonung und zum Schutz der Agrarstruktur, die Förderung und Erweiterung von Brachflächenrecycling und ein Leerstandsmanagement (Leerstandserhebung, -datenbank und -aktivierung).

Der Flächenschutz von landwirtschaftlich genutzten Böden ist für die Sicherung der Nahrungsmittelproduktion essentiell. Zur Sicherung wertvoller landwirtschaftlicher Böden und zur Bewertung des Verbrauchs von landwirtschaftlichen Böden hat das Projekt „Bodenbedarf für die Ernährungssicherung in Österreich – BEAT“ (Haslmayr et. al., 2018) wesentliche Grundlagen erarbeitet. Auf Basis der Bodenkartierung und der Finanzbodenschätzung wurden die fruchtbarsten Böden Österreichs identifiziert und auf Ebene der landwirtschaftlichen Kleinproduktionsgebiete wertvolle landwirtschaftliche Produktionsflächen vorgeschlagen. Mittels Ertragsmodellierung wurde das gegenwärtige und das zukünftige Ertragspotential der Böden erfasst und die klimawandelbedingte räumliche Verschiebung von landwirtschaftlichen Gunstlagen erarbeitet. Die Gegenüberstellung der Produktionspotentiale und Verbrauchsmengen gibt einen Überblick über die mögliche Ernährungssicherung und liefert Informationen über die Inanspruchnahme fruchtbaren Bodens. Für die Produktion auf Ackerland sieht die Situation unter der Annahme von extremen Klimaszenarien ungünstiger aus als für jene auf Grünland. Für Letztere sind bei verändertem Klima vor allem in höheren Lagen zum Teil sogar Ertragszunahmen zu erwarten. Inwieweit ermittelte Ertragsrückgänge durch Bewässerung vermindert werden können, wurde nicht erarbeitet. Die Gegenüberstellung der Produktionspotentiale und Verbrauchsmengen gibt einen Überblick über die mögliche Ernährungssicherung und liefert Anhaltspunkte über die Inanspruchnahme fruchtbaren Bodens. In der Bioökonomiestrategie (BMNT, 2019a) wird für die Landwirtschaft neben der Verstärkung der Klimaschutzmaßnahmen, u. a. die Vermeidung weiterer Flächenverluste, die weitgehende Vermeidung der Flächenversiegelung und die Sicherung von Flächen für die Bioökonomie gefordert.

²¹ <https://www.umweltbundesamt.at/umweltthemen/boden/flaecheninanspruchnahme>

Auswirkungen des sich ändernden Klimas auf die Landwirtschaft lassen sich auch jetzt schon aus den Schadensbilanzen der Hagelversicherung ablesen. Durch die Versicherungsleistungen sollen die Risiken durch wetterbedingte Schäden minimiert werden. In der unten angeführten Abbildung 109 lassen die Schadenssummen für die unterschiedlichen Wetterereignisse direkt auf die jährlichen Wetterbedingungen schließen, wie z. B. das Trockenjahr 2018 mit dürrebedingten Schäden in der Höhe von 230 Mio. Euro. Dem gegenüber steht der in der pflanzlichen Erzeugung erzielte Produktionswert für 2018 mit rund 3,2 Mrd. Euro (BMNT, 2019d). Bis 2050 wird Österreichs Volkswirtschaft Schäden, die durch den Klimawandel verursacht werden, in Höhe von bis zu 8,8 Mrd. Euro jährlich zu verkraften haben. Das besagt die im Auftrag des Umweltministeriums und des Klima- und Energiefonds erstellte weltweit erste Studie in dieser Breite zu den wirtschaftlichen Folgen des Klimawandels „COIN - Cost of Inaction: Assessing the Costs of Climate Change for Austria“. Kommen extreme Wetterereignisse hinzu – wie z. B. ein Jahrhunderthochwasser – können diese bis Ende des Jahrhunderts sogar um weitere 41 Mrd. Euro allein im Gebäudesektor ansteigen (COIN, 2015).

Abbildung 109: Schäden in der Landwirtschaft nach Schadereignissen und Jahren



Quelle: Österreichische Hagelversicherung

Die Analyse von Dürreperioden der letzten 210 Jahre belegt den starken Zusammenhang zwischen Regenmangel und Häufigkeit von Hochdruckwetterlagen. Letztere stehen in engem Zusammenhang mit den langfristigen Schwankungen von sehr großräumigen Zirkulationen in der Atmosphäre und in den Ozeanen. Dadurch können trockene Phasen über mehrere Jahre entstehen. Ein trockener Frühling kann die Trockenheit bei bestimmten Wetterlagen im Sommer verstärken, weil die Bodenfeuchte für die Regenbildung fehlt. Der Klimawandel unterstützt das Entstehen von Trockenphasen in der warmen Jahreszeit, da die Böden durch die stärkere Verdunstung und die längere Vegetationsperiode zusätzlich Wasser verlieren (Haslinger et al., 2019)

Trockenheit und Dürre werden in Zukunft mit höherer Auftretswahrscheinlichkeit das Wettergeschehen prägen. In einer Studie der ZAMG (Haslinger et al., 2015) wird anhand des Standardized Precipitation Evaporation Indexes (SPEI) die Dürrewahrscheinlichkeit für den im großräumigeren Ausmaß abgegrenzten alpinen Raum ermittelt. Für die zukünftigen Perioden sind in Österreich einerseits höhere Niederschlagssummen im Sommer, andererseits höhere Temperaturen und damit einhergehende erhöhte Verdunstung zu erwarten. Die Berechnungen für die Periode 2071–2100 ergeben eine Dürrewahrscheinlichkeit von 50 %, das entspricht einem Auftreten von Dürren alle 3 bis 5 Jahre. Für die Periode 1971–2000 betrug die Wahrscheinlichkeit dafür lediglich 4,4 %. Historische Auswertungen belegen eine Zunahme von Dürren im Sommer für den nordöstlichen Bereich Österreichs seit 1976.

Die COIN-Dürreszenarien bis 2040 zeigen für die Landwirtschaft ein regional sehr unterschiedliches Bild. Während die Voralpen und Alpengebiete größtenteils von Temperaturzunahme und Niederschlagsabnahme profitieren, da hier Temperatur der limitierende Faktor ist und Niederschlag ausreichend vorhanden ist, ist in Gebieten im Osten und Süden wie z. B. dem Wein- und Mostviertel und dem nördlichen und südlichen Burgenland mit bis zu 30 % Ertragsverlusten in trockenen Jahren zu rechnen. Zunehmende Bewässerung könnte die Ertragsverluste im Südosten weitestgehend ausgleichen, im Osten Österreichs könnten fehlende Grundwasserressourcen die Bewässerung erschweren (Mitter et al., 2019). Ergänzend werden durch den früheren Beginn der Vegetationsperiode und die höhere Verdunstung der Bodenwasservorrat früher im Sommer aufgebraucht.

Neben den naturräumlich bedingten Änderungen wirken sozioökonomische Faktoren auf die landwirtschaftlichen Strukturen. Auch wenn die Entwicklung der Anzahl der versorgten Personen durch einen Landwirt für das Jahr 2018 mit 130 versorgten Personen eine

annähernde Verdoppelung im Vergleich zu 2000 zeigt, so ist die österreichische Landwirtschaft im internationalen Vergleich eher kleinstrukturiert (BMLRT, 2020). Rund 37,7 ha Kulturfläche werden durchschnittlich je Betrieb bewirtschaftet.

Für die weitere Entwicklung der Landwirtschaft und ihres Wasserbedarfs werden im vorliegenden Kapitel unter Einbindung klimawandelbedingter aber auch sozioökonomischer Änderungen Szenarien für die landwirtschaftliche Bewässerung und den Wasserbedarf für das Vieh mit Zeithorizont 2050 ermittelt und dargestellt.

9.4.1 Landwirtschaftliche Bewässerung 2050

Eine Bewässerung ist dann sinnvoll, wenn der Wassergehalt im Boden unter 50 Prozent der nutzbaren Feldkapazität absinkt. Die Pflanzen geraten unter Trockenstress und zeigen sowohl Ertrags- als auch Qualitätseinbußen. Anzahl und Dauer der Trockenperioden wird den Bewässerungsbedarf in Abhängigkeit von der Bodenart und dessen Wasserspeichervermögen wesentlich steuern.

9.4.1.1 Annahmen und Einflussfaktoren – landwirtschaftliche Bewässerung 2050

Die grundlegende Hypothese für die Abschätzung des landwirtschaftlichen Bewässerungsbedarfes mit Zeithorizont 2050 ist jene, dass die künftige Entwicklung der Bewässerungsregionen jenen Charakteristika folgt, die die Bewässerungsregionen in der aktuellen Ausbildung aufweisen.

Daher werden die wesentlichen Merkmale der aktuellen Bewässerungsregionen unter den folgenden Annahmen auf das Bundesgebiet mit einem geänderten Klima, das dem langjährigen Durchschnitt für die Periode 2041 bis 2070 für die drei gewählten Klimaszenarien RCP4.5 mittel, RCP8.5 mittel und RCP8.5 trocken entspricht umgelegt.

- Ausgehend von der aktuellen Entwicklung der landwirtschaftlichen Struktur wird mit einer weiteren Abnahme der landwirtschaftlichen Flächen gerechnet.
- Die landwirtschaftliche Bewirtschaftung basiert weiterhin auf der bisher bekannten Fruchtartenzusammensetzung.
- Es wird davon ausgegangen, dass die bewässerungsbedürftigen Kulturarten/Fruchtarten gleich bleiben. Als bewässerungsbedürftige Fruchtarten werden jene herangezogen, die im ÖWAV-Regelblatt 407 (ÖWAV, 2016a) in folgenden Klassen angeführt sind (in alphabetischer Reihenfolge): Blumen, Feldgemüse,

Foliengemüse, Getreide/Raps, Intensivobst, Kartoffel, Körnererbsen, Mais, Sojabohne, Sonnenblumen, Weingarten, Zuckerrübe. Getreide wurde mit Ausnahme von Durum und Hirse dabei nicht mitberücksichtigt, wohlwissend, dass Getreide unter bestimmten Voraussetzungen ebenfalls bewässert wird. Dessen Einbeziehung würde zu einer deutlichen Überschätzung der Bewässerungsgebiete führen.

- Bereits bestehende Bewässerungsinfrastruktur wird weiterhin genutzt bzw. nach Maßgabe der vorhandenen Wasserressourcen noch ausgebaut. Dies gilt u. a. für Obstbauflächen, für die eine 25 %ige Flächenabnahme bis 2050 prognostiziert wird (Sinabell et al., 2018).

Wetter, Kulturart, Entwicklungsstadium und Bodeneigenschaften sind neben den ökonomischen Überlegungen die wesentlichen naturräumlichen Einflussfaktoren für die landwirtschaftliche Bewässerung. Daher wurden für die Abschätzung des Bewässerungsbedarfes für den Zeithorizont 2050 folgende Einflussfaktoren aggregiert auf Ebene der (Teil-)Grundwasserkörper herangezogen:

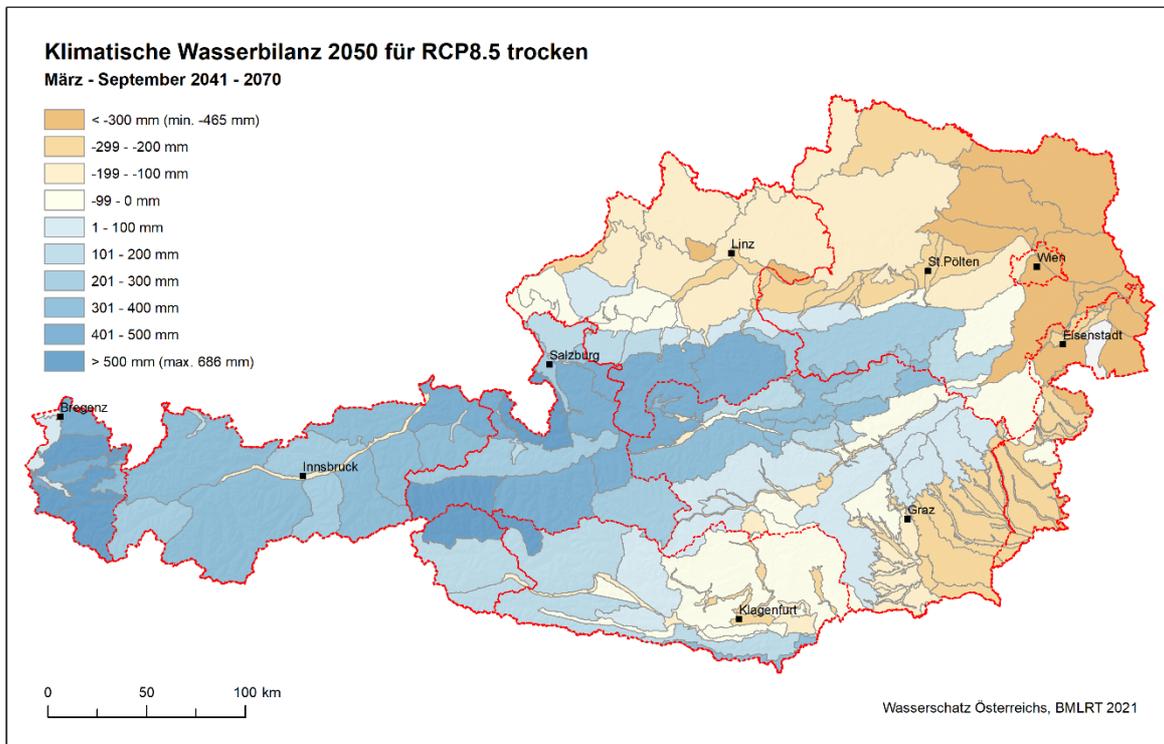
- Ausmaß der bewässerungsbedürftigen Fruchtarten in ha 2050.
- Stellvertretend für das Klima 2050 das langjährige Mittel der klimatischen Wasserbilanz (Niederschlag abzüglich potentieller Evapotranspiration) für den Zeitraum 2041–2070 für die Periode März bis September für die Emissionsszenarien RCP4.5 mittel, RCP8.5 mittel und RCP8.5 trocken. Weitere Details dazu sind in Kapitel 9.1 angeführt.
- Dauer der Vegetationsperiode für die Emissionsszenarien RCP4.5 mittel, RCP8.5 mittel und RCP8.5 trocken für den Zeitraum 2041–2070 als Hinweis auf den Vegetationsbeginn und in weiterer Folge als Grundlage für die Abschätzung des Wasserbedarfs für die Frostberechnung.
- Als wesentlicher Indikator für Boden, Wasserverfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit wurden die landwirtschaftlichen Flächen, im speziellen die Flächen der bewässerungsbedürftigen Fruchtarten jener landwirtschaftlichen Betriebe des landwirtschaftlichen Förderungssystemes herangezogen, die bereits eine Bewässerungsbewilligung aufweisen was impliziert, dass diese auch eine Bewässerungsinfrastruktur besitzen.

9.4.1.2 Datengrundlage – landwirtschaftliche Bewässerung 2050

Klimatische Wasserbilanz (KWB)

Als wesentlicher Einflussfaktor wird das langjährige Mittel der klimatischen Wasserbilanz (Niederschlag - pot. Evapotranspiration) für die Periode 2041–2070 für den Zeitraum März bis September auf Ebene der (Teil-)Grundwasserkörper herangezogen. Im Unterschied zum klimatischen Bereich, für den die Vegetationsperiode als jener Bereich definiert ist, der ein Tagesmittel der Lufttemperatur von größer oder gleich 5 °C aufweist, wobei die Periode durch zwei aufeinander folgende Tage mit Lufttemperaturmittel unter 5 °C unterbrochen sein darf (ÖKS15) wird im vorliegenden Projekt der Zeitraum März bis September als Vegetationsperiode bezeichnet. Die Abschätzungen basieren auf dem 30-jährigen Durchschnitt, die zugrundeliegende Bandbreite kann entsprechend groß sein und wird nicht berücksichtigt. Alle (Teil-)Grundwasserkörper zeigen eine Abnahme der klimatischen Wasserbilanz im Vergleich der aktuellen Periode zur Szenarienperiode RCP8.5 trocken, wobei diese Abnahmen von -29 mm bis zu -325 mm reichen. Die Absolutwerte sind in Abbildung 110 dargestellt und heben die trockenen Regionen im Osten bzw. Südosten und Norden Österreichs hervor. Die Klimamodelle für den großräumigeren Alpenraum zeigen, dass extrem trockene Phasen in den Sommermonaten Juni, Juli und August deutlich zunehmen werden (Haslinger et al., 2015).

Abbildung 110: Klimatische Wasserbilanz März bis September 2041–2070, RCP8.5 trocken in mm



Quelle: ÖKS15, Berechnungen durch das Ingenieurbüro Holler; Umweltbundesamt

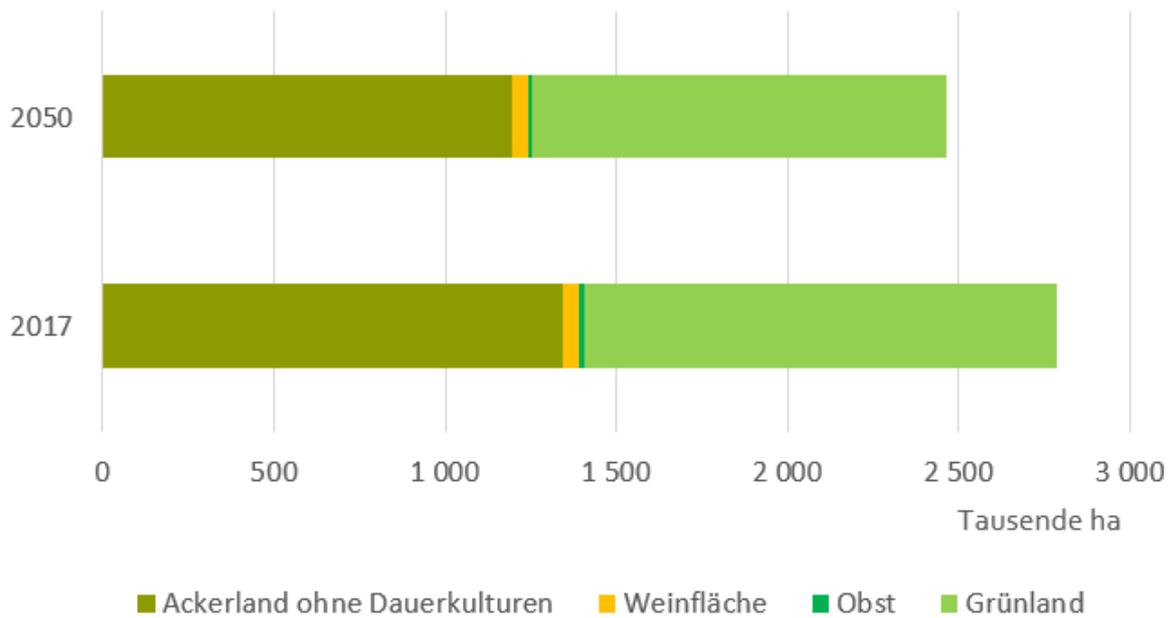
Landwirtschaftliche Flächen 2050

Das Ausmaß der landwirtschaftlichen Flächen 2050 wurde basierend auf den Daten zur Entwicklung der österreichischen Landwirtschaft bis 2050 (Sinabell et al., 2018) angenommen. Diese Ergebnisse wurden mittels PAMA (Positive Agricultural Sector Modell Austria) modelliert, das die politische, natürliche und strukturelle Komplexität der österreichischen Landwirtschaft abbildet und die bestehenden Maßnahmen zur Reduktion der Treibhausgasemissionen integriert. Erarbeitet wurden die Szenariodaten als Grundlage für die Emissionsszenarienberechnung für die österreichische Treibhausgasbilanz auf Bundesebene, sie liegen nicht regionalisiert vor.

Im ersten Schritt wurden die aktuellen landwirtschaftlichen Invekos-Schlagflächen (Datensatz L037) aus dem Jahr 2017 auf die Werte des 2050 Szenarios für die österreichische Landwirtschaft extrapoliert, siehe Abbildung 111. Im Detail bedeutet das Abnahmen von 7–25 % für die unterschiedlichen landwirtschaftlichen Kulturarten. Die deutlichsten Abnahmen mit ca. 25 % zeigen sich aufgrund wirtschaftlicher Überlegungen

für Obstflächen. Ackerflächen (ohne Dauerkulturen) zeigen eine Abnahme von 11 %, Grünland eine Abnahme von 12 % und Wein eine Abnahme von 2 %. Durch die Verwendung der Invekos-Schlagflächen als Ausgangsdaten werden ca. 93 % der gesamten landwirtschaftlichen Flächen erfasst.

Abbildung 111: Entwicklung der landwirtschaftlichen Flächen von 2017 bis 2050. Darstellung in ha.



Quelle: Invekos L037 2017; Sinabell et al., 2018; Umweltbundesamt

Für den Zeithorizont 2050 werden die landwirtschaftlichen Flächen mit dem in Tabelle 22 angeführten Ausmaß angenommen.

Tabelle 22: Landwirtschaftliche Flächen 2017 und 2050

Landwirtschaftliche Flächen	2017 ha	2050 ha	Änderungsfaktor
Ackerflächen ohne Dauerkulturen	1.342.699	1.196.220	0,89
Weinfläche	46.756	45.689	0,98
Obst	17.664	13.104	0,74

Landwirtschaftliche Flächen	2017 ha	2050 ha	Änderungsfaktor
Grünland	1.377.942	1.205.765	0,88
Gesamt	2.785.061	2.460.778	0,88

Quelle: Invekos L037, Sinabell et al., 2018

Landwirtschaftliche Betriebe mit Bewässerungsbewilligung 2013 bis 2018

Im Rahmen des Mehrfachantrages, der dem Antragsteller zur Beantragung seiner Flächenförderung bei der zuständigen Erfassungsbezirksbauernkammer dient und über die Agrarmarkt Austria (AMA) abgewickelt wird, machen landwirtschaftliche Betriebe jährlich Angaben bezüglich vorhandener Bewässerungsbewilligung. Im Unterschied zur Ermittlung des aktuellen Bewässerungsbedarfes wurde für die Szenarienabschätzungen daher nicht auf die ASE-Daten zurückgegriffen, sondern auf die Flächen der bewässerungswürdigen Fruchtarten dieser AMA-Betriebe. Ein wesentlicher Vorteil sind die jährliche Verfügbarkeit, die zusätzliche Information zur Bewässerungsbewilligung und die bessere Aussagekraft bezüglich Bewässerungspotential im Vergleich zu den auf Bundeslandebene gleichmäßig extrapolierten ASE Stichprobenerhebungsdaten auf Basis des Jahres 2010.

Tabelle 23: Anzahl Betriebe mit Bewässerungsbewilligung und deren Flächen an bewässerungswürdigen Fruchtarten

Quelle	2013	2016	2017	2018	2019
AMA-Betriebe mit Bewässerungsbewilligung	3.366	3.216	3.312	3.343	3.424
AMA-Betriebe – Flächen bewässerungswürdiger Fruchtarten ha	82.906	85.020	n.a.	91.624	n.a.

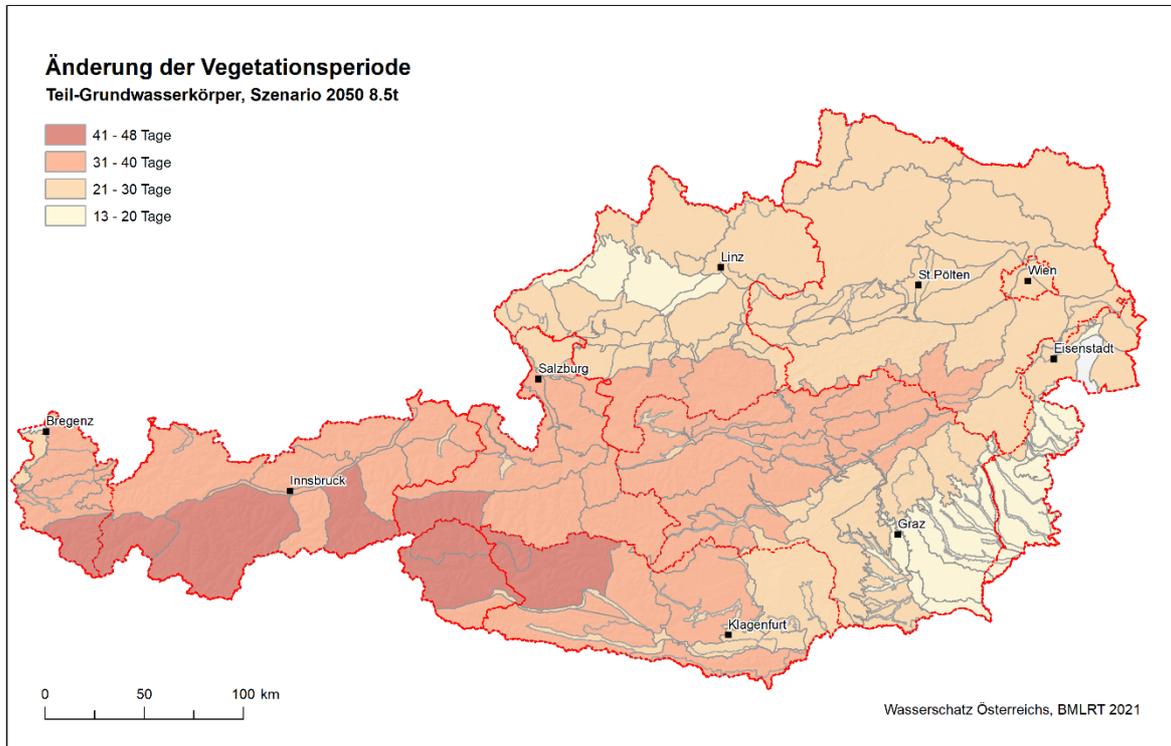
Allerdings unterliegen nicht alle landwirtschaftlichen Betriebe dem Förderwesen, somit decken die AMA-Betriebe nicht alle bewässerten Flächen ab. Beispielhaft konnte das für das Grazer Feld anhand übermittelter Bewässerungsinformationen nachvollzogen werden. Es sind auch keine AMA-Betriebe mit Bewässerungsbewilligung in Karst- und Klufftgrundwasserkörpern gemeldet, was z. B. angesichts der bekannten Grünlandbewässerung im Bezirk Landeck-Imst und den vorhandenen Wasserbucheinträgen nicht konsistent scheint. Eventuell sind die Erhebungskriterien ausschlaggebend für diese Divergenzen.

Für die weiteren Arbeiten werden die den landwirtschaftlichen Betrieben mit Bewässerungsbewilligung zugehörigen landwirtschaftlichen Flächen, im Detail die Flächen der bewässerungswürdigen Kulturarten, ausgewertet.

Vegetationsperiode 2050

Als Vegetationsperiode ist die jährliche Anzahl der Tage zu verstehen, an denen die mittlere Lufttemperatur 5 °C erreicht oder übersteigt (Chimani et al., 2016). Die Vegetationsperiode beginnt, sobald zumindest 5 Tage hintereinander dieses Kriterium erfüllen. Ergebnisse der Österreichischen Klimaszenarien (ÖKS15) weisen für alle Emissionszenarien eine Verlängerung der Vegetationsperiode auf. Eine deutliche Verlängerung der Vegetationsperiode ergibt sich in der nahen Zukunft nur im extremeren RCP8.5 Szenario mit einem Durchschnittswert von +20 Tagen in Gesamtösterreich. In der fernen Zukunft und für beide Szenarien zeigen sich deutliche Verlängerungen von 32,7 Tagen in RCP4.5 und 61,1 Tagen in RCP8.5. Im RCP8.5 Szenario entspricht dies einer Vorverlegung des Vegetationsbeginns um durchschnittlich 36,3 Tage. Besonders deutlich tritt die Verlängerung der Vegetationsperiode entlang des Alpenhauptkamms sowie im nördlichen Alpenvorland hervor (Chimani et al., 2016). Durchschnittlich kann mit einer um 7–10 Tage längeren Vegetationsperiode je Dekade gerechnet werden. Für das gewählte RCP8.5 trocken Szenario ergeben sich Verlängerungen der Vegetationsperiode von bis zu 48 Tagen, vor allem am südlichen Alpenhauptkamm, siehe Abbildung 112. Im niederschlagsarmen Osten Österreichs ist eine Verlängerung der Vegetationsperiode bis zu 30 Tagen möglich.

Abbildung 112: Änderung der Vegetationsperiode für das Szenario RCP8.5 trocken im Zeitraum 2041–2070



Quelle: Institut für Meteorologie der Universität für Bodenkultur; Ingenieurbüro Holler; Umweltbundesamt

Erhebung der Erwerbsobstanlagen 2017

Aus dem alle fünf Jahre erhobenen Datensatz wurden neben Flächenausmaß und Sortenzusammensetzung von bestimmten Obstkulturen die Angaben zu bewässerbaren Obstflächen und Gründe für Nichtbewässerung herangezogen.

Spezifischer Bewässerungsbedarf

Als wesentliche Grundlage für den spezifischen Bewässerungsbedarf werden die Informationen aus dem ÖWAV-Regelblatt 407 (ÖWAV, 2016a), die Ergebnisse der Agrarstrukturerhebung 2010 (Statistik Austria, 2013), der modellierte Bewässerungsbedarf aus L061 (wpa, 2011) und eine geringe Anzahl von vorliegenden Datensätzen zu tatsächlichen Entnahmedaten zur landwirtschaftlichen Bewässerung herangezogen.

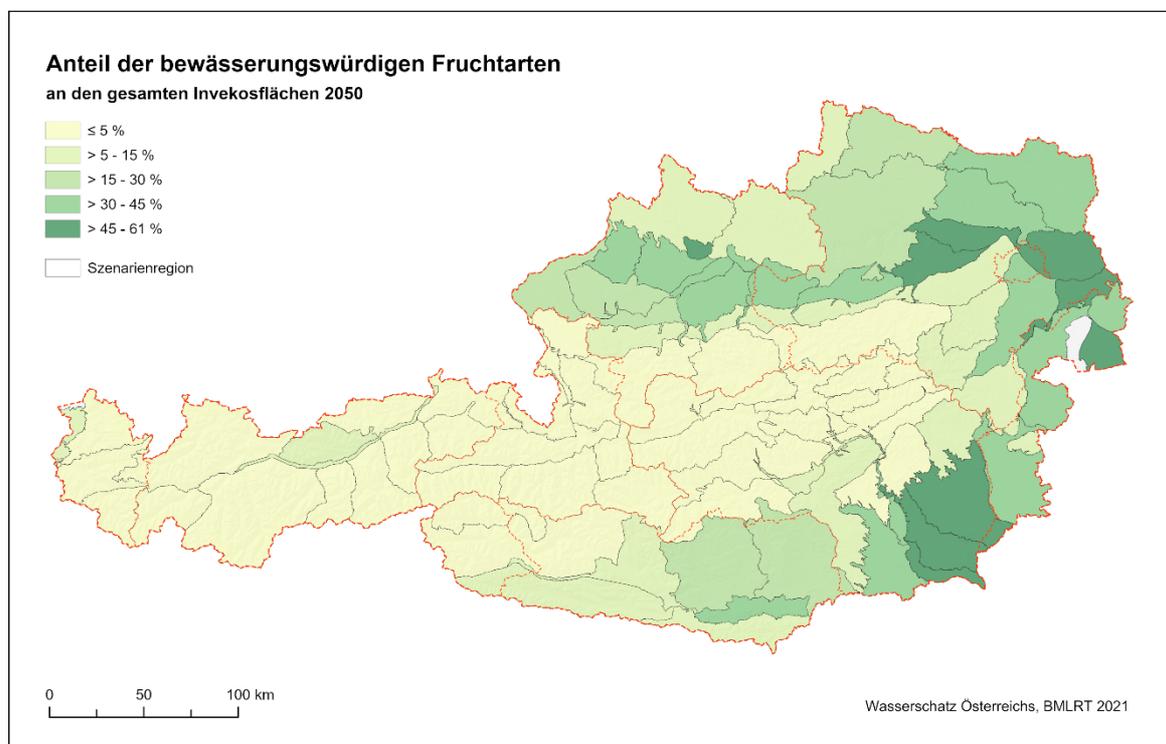
9.4.1.3 Methode - landwirtschaftliche Bewässerung 2050

Auswahl bewässerungswürdiger Fruchtarten aus den landwirtschaftlichen Flächen 2050

Zur Abschätzung des möglichen Bewässerungsbedarfes für die Szenarien 2050 wurden von den prognostizierten landwirtschaftlichen Flächen die Ausmaße der bewässerungswürdigen Fruchtarten auf Ebene der (Teil-)Grundwasserkörper herangezogen. Unter bewässerungswürdige Fruchtarten werden jene Fruchtarten verstanden, die aufgrund ihrer Wertschöpfung eine mögliche Bewässerung wirtschaftlich vertretbar machen. Die Auswahl dieser Fruchtarten basiert auf den im ÖWAV-Regelblatt 407 (ÖWAV, 2016a) genannten bewässerungswürdigen Fruchtarten (in alphabetischer Reihenfolge): Blumen, Feldgemüse, Foliengemüse, Getreide/Raps, Intensivobst, Kartoffel, Körnererbsen, Mais, Sojabohne, Sonnenblumen, Weingarten, Zuckerrübe. Getreide wurde mit Ausnahme von Durum und Hirse dabei nicht mitberücksichtigt, wohlwissend, dass Getreide unter bestimmten Voraussetzungen ebenfalls bewässert wird. Dessen Einbeziehung würde zu einer deutlichen Überschätzung der Bewässerungsgebiete führen.

Der Anteil der bewässerungswürdigen Fruchtarten an den landwirtschaftlichen Flächen liegt in 13 (Teil-)Grundwasserkörpern über 50 % und reicht bis zu 60 % (Leibnitzer Feld). Im Wesentlichen decken diese die bekannten Bewässerungsregionen ab, siehe Abbildung 113.

Abbildung 113: Anteil der bewässerungswürdigen Fruchtarten an den Invekosflächen 2050 je Szenarienregion

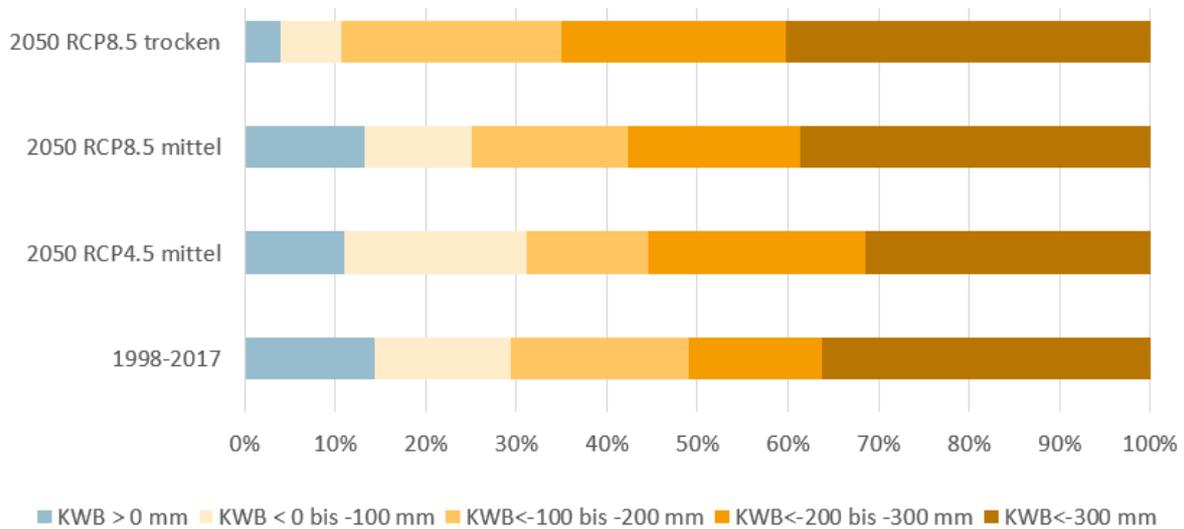


Quelle: Invekos L037, AMA-Bewässerungsbetriebe 2013-2018

Verschneidung klimatische Wasserbilanz

Die Flächen mit den bewässerungswürdigen Fruchtarten wurden in einem weiteren Schritt mit dem 30-jährigen Mittelwert der klimatischen Wasserbilanz (Niederschlag abzüglich potentieller Evapotranspiration) der Periode 2041–2070 für die Periode März bis September für die einzelnen Klimaszenarien verschnitten, siehe Abbildung 114. Während die Flächenanteile in der untersten Klasse 5 relativ stabil bleiben, zeigen sich die deutlichsten Änderungen mit ca. 15 % Zunahme für die Bereiche von -100 bis -300 mm klimatischer Wasserbilanz von März bis September zwischen dem aktuellen Klima und dem RCP8.5 trocken Szenario.

Abbildung 114: Bewässerungswürdige Flächen 2050 nach Klassen der klimatischen Wasserbilanz März bis September für die jeweiligen Szenarien 2050 und für die aktuelle Situation

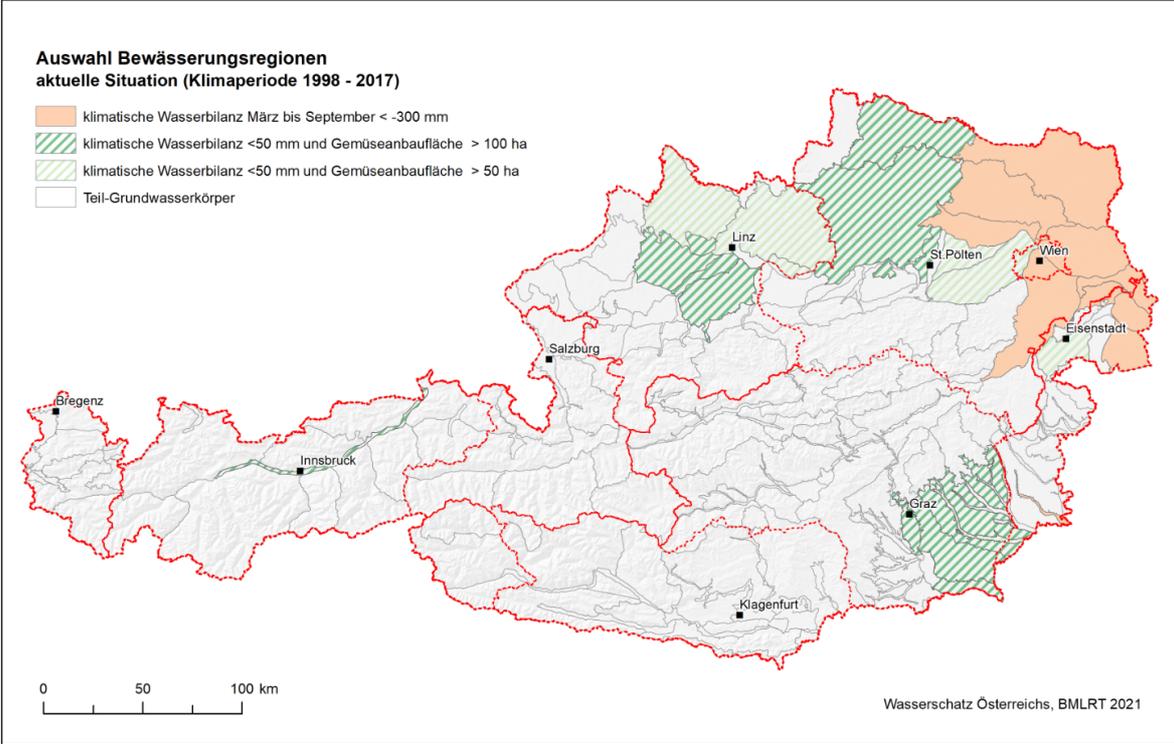


Quelle: Umweltbundesamt

Selektion von Flächen bewässerungswürdiger Fruchtarten nach klimatischer Wasserbilanz (KWB)

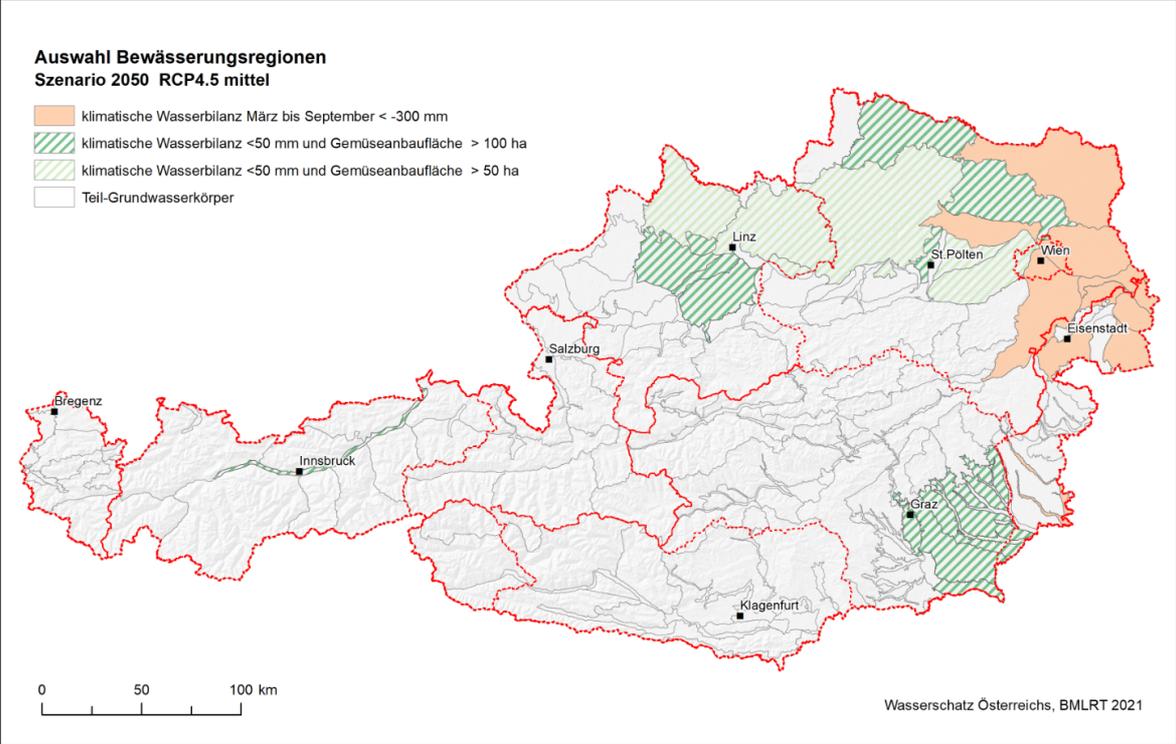
Basierend auf der bisherigen Ausbildung der aktuellen Bewässerungsregionen und deren klimatischem Hintergrund wurden Flächen in Regionen mit einer klimatischen Wasserbilanz kleiner -300 mm (90 % der aktuellen bewässerbaren Flächen weisen eine KWB von <-300 mm auf) als vorerst potentielle Bewässerungsflächen angesehen. Ergänzend dazu werden Gemüseflächen, die aufgrund ihrer Qualitätsanforderungen und hohen Wertschöpfung bei viel geringeren Wasserdefiziten bewässert werden ab einer klimatischen Wasserbilanz kleiner 50 mm und ab einem Flächenausmaß von größer 50 ha auf Ebene der (Teil-)Grundwasserkörper in die potentiellen Bewässerungsflächen aufgenommen. Die Ergebnisse dieser Auswahl sind in Abbildung 115 bis Abbildung 118 dargestellt. Im Verlauf der aktuellen Situation zum RCP4.5 Szenario wird die Abnahme der landwirtschaftlichen Flächen deutlich, z. B. in der Region westliches Waldviertel. Im weiteren Verlauf wird die Verringerung der KWB z. B. im Eferdinger Becken und im Machland ersichtlich.

Abbildung 115: Bewässerungsregionen aktuell auf Ebene der (Teil-)Grundwasserkörper



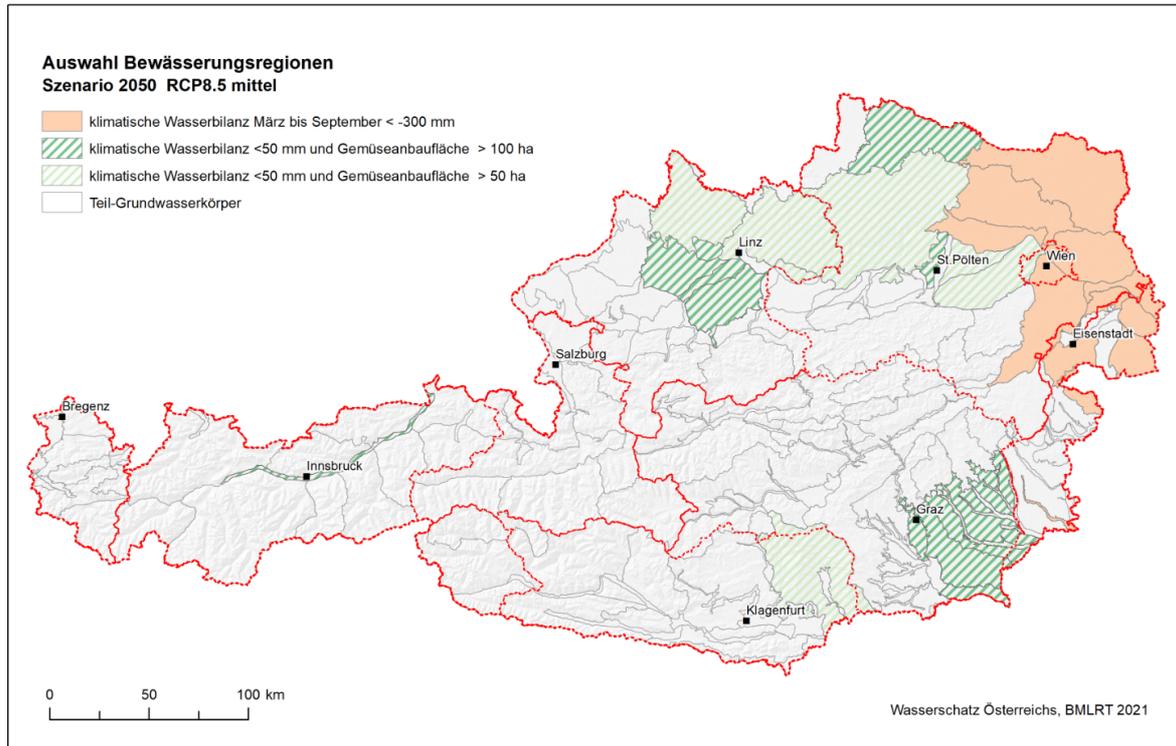
Quelle: Umweltbundesamt

Abbildung 116: Potentielle Bewässerungsregionen 2050, Szenario RCP4.5 mittel



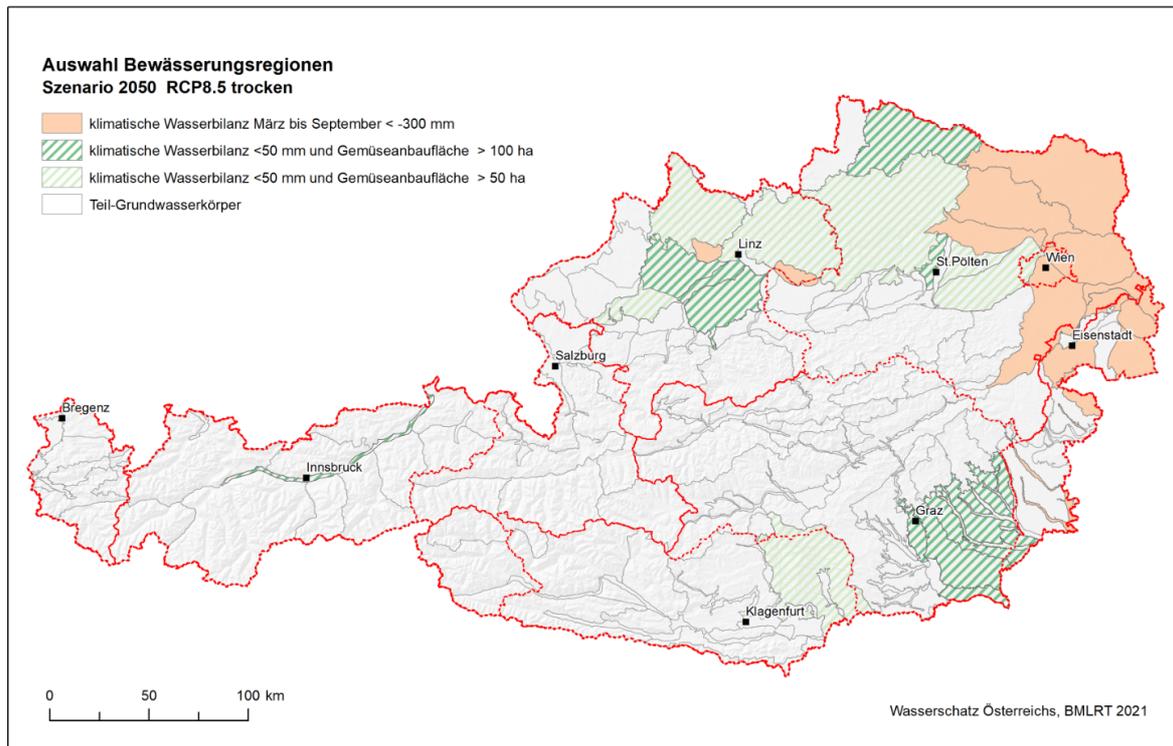
Quelle: Umweltbundesamt

Abbildung 117: Potentielle Bewässerungsregionen 2050, Szenario RCP8.5 mittel



Quelle: Umweltbundesamt

Abbildung 118: Potentielle Bewässerungsregionen 2050, Szenario RCP8.5 trocken



Quelle: Umweltbundesamt

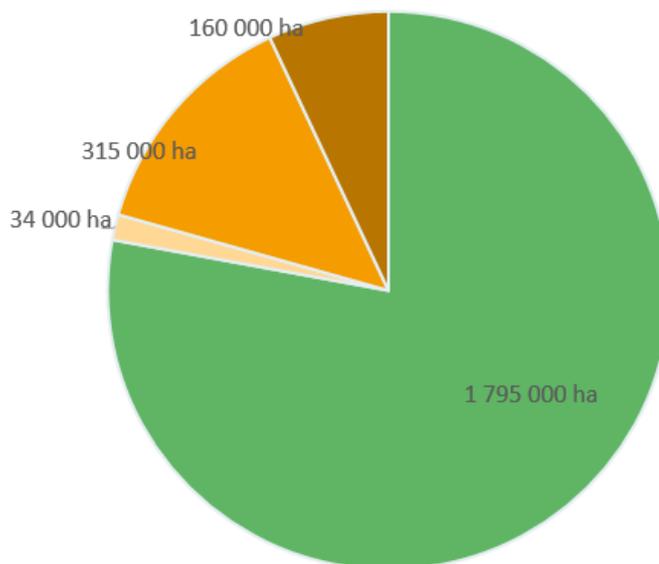
Die Ergebnisse für die zukünftigen wesentlichen potentiellen Bewässerungsregionen zeigen ein ähnliches Bild wie in der Studie von Mitter & Schmid (2019), die am Beispiel der österreichischen Pflanzenproduktion die wirtschaftliche Bedeutung von Klimainformation für water stress management ermittelten. Dabei wurden mögliche Bewässerungsflächen in Abhängigkeit der Klimaszenarien und der Risikobereitschaft der Landwirte dargestellt. Die Ergebnisse sind für die unterschiedlichen Klimaszenarien sehr ähnlich und weisen für den panonischen Raum den höchsten Bewässerungsbedarf bzw. die größten Anteile der Bewässerungsflächen an den landwirtschaftlichen Flächen auf.

Bewässerungsinfrastruktur

Um die naturräumlichen Voraussetzungen und in weiterer Folge die technische Umsetzbarkeit der Bewässerung mitzuberücksichtigen, wurden bestehende Bewässerungsbewilligungen für die weitere Einschränkung der potentiellen Bewässerungsflächen herangezogen. Dazu wurde der durchschnittliche Flächenanteil für die Jahre 2013, 2016 und 2018 an bewässerungswürdigen Kulturarten jener landwirtschaftlichen Betriebe herangezogen, die im Rahmen des AMA-Mehrfachantrages eine vorhandene Bewässerungsbewilligung berichten. Dieser Flächenanteil je (Teil-)GWK wurde auf die

extrapolierten Flächen für 2050 umgelegt. In Abbildung 119 ist die Verteilung der ermittelten Flächen beispielhaft für das Szenario RCP4.5 mittel dargestellt. Daraus wird ersichtlich, dass von insgesamt 2.304.000 ha landwirtschaftlicher Fläche 509.000ha von bewässerungswürdigen Fruchtarten eingenommen werden. 475.000 ha davon liegen in Regionen mit einer KWB kleiner als 50 mm. Davon wiederum sind 160.000 ha in Regionen mit einer KWB von weniger als -300 mm situiert. Von diesen dargestellten bewässerungswürdigen Flächen weisen anteilmäßig 71.000 ha bereits heute eine Bewässerungsbewilligung auf bzw. sind Gemüseanbauflächen mit einem Ausmaß von mehr als 50 ha.

Abbildung 119: Landwirtschaftliche bzw. bewässerungswürdige Flächen 2050 beispielhaft für Szenario RCP4.5 mittel



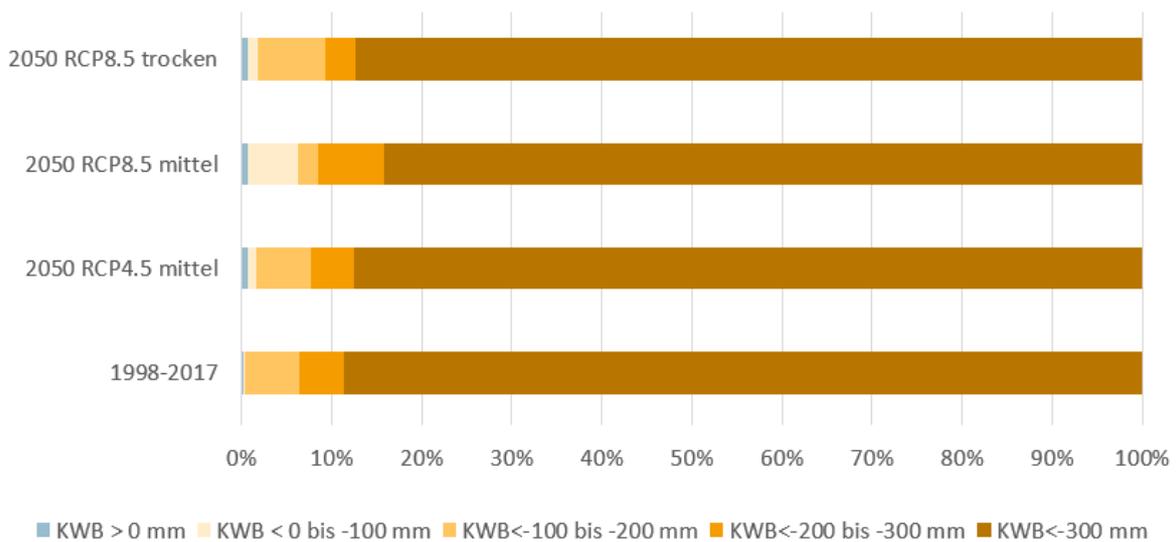
- Landwirtschaftliche Flächen nicht bewässerungswürdig
- Bewässerungswürdige Fruchtarten KWB > 50 mm
- Bewässerungswürdige Fruchtarten KWB < 50 mm
- Bewässerungswürdige Fruchtarten KWB < -300 mm

Quelle: Umweltbundesamt

Durch die für 2050 prognostizierte Abnahme der landwirtschaftlichen Flächen vermindern sich die bewässerungswürdigen Flächen von Betrieben mit Bewässerungsbewilligung von aktuell ca. 86.000 ha auf ca 79.000 ha. Sämtliche dieser Flächen liegen in (Teil-)GWK, die als Poren bzw. vorwiegend Porengrundwassergebiete ausgewiesen sind und zu annähernd 90 % in Regionen mit einer klimatischen Wasserbilanz von weniger als -300 mm in der Vegetationsperiode März–September für die jeweilige Szenarienperiode, siehe Abbildung

120. Der Anteil der Flächen, der eine positive klimatische Wasserbilanz aufweist umfasst nur wenige hundert Hektar. Die somit ermittelten potentiellen Bewässerungsflächen 2050 decken Regionen ab, die ca. 91 % der aktuellen bewässerbaren Flächen und der Bewässerungsmengen repräsentieren.

Abbildung 120: Flächen bewässerungswürdiger Fruchtarten 2050 (Anteil AMA-Betriebe mit Bewässerungsbewilligung), nach Klassen der klimatischen Wasserbilanz (März–Sept.) für die Szenarien 2050 und aktuell



Quelle: Umweltbundesamt

Einen wesentlichen Anteil der Differenzmenge bzw. -flächen stellen bewässerte Grünlandflächen in Karst- und Kluftgrundwasserkörpern dar. Beispielfhaft sei hier der Bezirk Landeck/Imst erwähnt im Grundwasserkörper GK100010 Zentralzone. Weitere Details zur Grünlandbewässerung folgen weiter unten.

Im Marchfeld und im Seewinkel beträgt der durch AMA-Förderbetriebe mit Bewässerungsbewilligung abgedeckte Flächenanteil bewässerungswürdiger Kulturarten bereits rund 90 %, im Heideboden 60 %, 40 % im Südl. Wiener Becken, Parndorfer Platte, Tullnerfeld und Eferdinger Becken und rund 10 % im Weinviertel.

Ermittlung Bewässerungsmengen für Trockenberegnung

Die klimatische Wasserbilanz als Gegenüberstellung von Niederschlag und Verdunstung ist kein Parameter, aus dem sich ein Wasserbedarf für landwirtschaftliche Kulturen ableiten

lässt. Die relativen Veränderungen zwischen Referenz- und Zielperiode können aber als Grundlage für weitere Anwendungen und Analysen genutzt werden (Schaumberger et. al., 2020).

Der spezifische Bewässerungsbedarf der Kulturarten und dessen Zusammenhang mit der klimatischen Wasserbilanz (Niederschlagsmenge abzüglich potentieller Evapotranspiration) in der Vegetationsperiode wurde anhand einer geringen Anzahl vorliegender tatsächlicher Bewässerungsdaten hinsichtlich einer Korrelation geprüft. Das Ergebnis zeigt bei einem Gebiet mit einer relativ konstanten klimatischen Wasserbilanz eine gute Korrelation. Gebiete mit unterschiedlichen jährlichen klimatischen Wasserbilanzen zeigen keine direkten Zusammenhänge. Daher wird der mögliche Bewässerungsbedarf mithilfe der bisherigen Bandbreite des spezifischen Bewässerungsbedarfes auf (Teil-)GWK-Ebene ermittelt. Bisherige Untersuchungen weisen vor allem für den Osten des Bundesgebietes durch Zunahme der Temperatur und dadurch bedingte erhöhte Evapotranspiration zusammenhängende Trockenperioden und zunehmenden Wasserbedarf aus. Der zusätzliche Wasserbedarf zur Sicherung der Erträge in Jahren mit hoher Stressintensität liegt z.B. im Hauptproduktionsgebiet 8 im Nordöstlichen Flach- und Hügelland bei den untersuchten Kulturarten zwischen 60 mm und 110 mm (Universität f. Bodenkultur et al., 2017) bzw. bei 210 mm in Trockenjahren laut Angaben der Niederösterreich 2050 Studie (Neunteufel et. al., 2019). Die Bandbreite dieser Angaben bedeutet beispielsweise für das Marchfeld bei einer angenommen bewässerten Fläche von ca. 25.000 ha einen Bewässerungsbedarf zwischen 15 Mio. m³ und 53 Mio. m³.

Vorliegende einzelne Jahresreihen an Bewässerungsdaten zeigen innerhalb einer Bewässerungsregion eine Bandbreite des spezifischen Bewässerungsbedarfes bis zum ca. Achtfachen im Vergleich zum geringsten Bedarf. Für den Bewässerungsbedarf wurden Einschränkungen bezüglich Wasserverfügbarkeit einzelner Wasserressourcen nicht berücksichtigt.

Wasserbedarf für Frostschutzberegnung bei Obst- und Weinbau

Frostschutzberegnung wird angewendet um die Obstblüte vor Spätfrösten zu schützen. Dies ist dann notwendig, wenn durch frühen Vegetationsbeginn das Blütenstadium mit den Spätfrösten im April/Mai zusammenfällt. Die Beregnung wird in Betrieb gesetzt, bevor Minustemperaturen erreicht werden und muss bis dahin eine relative Luftfeuchtigkeit von 100 % erreicht haben (ÖWAV, 2016a; Joanneum, 2018).

Ergebnisse der Österreichischen Klimaszenarien (ÖKS15) weisen für alle Emissionszenarien eine Verlängerung der Vegetationsperiode auf. Eine deutliche Verlängerung der Vegetationsperiode ergibt sich in der nahen Zukunft nur im extremeren RCP8.5 Szenario mit einem Durchschnittswert von +20 Tagen in Gesamtösterreich, siehe Abbildung 112. In der fernen Zukunft und für beide Szenarien zeigen sich deutliche Verlängerungen von 32,7 Tagen in RCP4.5 und 61,1 Tagen in RCP8.5. Im RCP8.5 Szenario entspricht dies einer Vorverlegung des Vegetationsbeginns um durchschnittlich 36,3 Tage. Besonders deutlich tritt die Verlängerung der Vegetationsperiode entlang des Alpenhauptkamms sowie im nördlichen Alpenvorland hervor (Chimani et al., 2016).

Die Untersuchung der bisherigen Tage mit Frost für sechs 10-Tages-Dekaden zwischen dem 11. April und 31. Mai zeigt tendenziell eine leichte Abnahme der Frosttage im Übergang vom April in den Mai, vor allem in Lagen über 1000 m, ansonsten keine und/oder insignifikante Änderungen in diesen Dekaden (Chimani et al., 2016).

Die künftige Abnahme der Frosttage orientiert sich an der Höhenverteilung und zeigt im Mittel österreichweit für das Gesamtjahr eine deutliche Änderung. Für die nahe Zukunft unterscheiden sich die beiden Szenarien mit einer durchschnittlichen Abnahme um 20,5 Tagen in RCP4.5 (Streuung von 29,1 Tage bis 11,6 Tage) und um 24,5 Tagen in RCP8.5 (Streuung von 34,9 Tage bis 14,1 Tage) noch wenig. Für die ferne Zukunft liefert das RCP8.5 Szenario mit durchschnittlich -70,0 Tagen im Vergleich zu -41,8 Tage für RCP4.5 eine deutlich stärkere Änderung.

Durch den frühen Vegetationsbeginn setzen die phänologischen Stadien der Vegetation früher ein und der Blüten- und Fruchtstand ist zum Zeitpunkt der Spätfröste im April/Mai schon in einem stärker vorangeschrittenen Entwicklungsstadium als bisher. Auch wenn die Frosttage deutliche Abnahmen in der Zukunft zeigen (Chimani et al., 2016), kann es durch Wetterlagen wie sie z. B. im Frühjahr 2020 herrschten zum vermehrten Auftreten von Spätfrösten bei gleichzeitig schon weit phänologisch fortgeschrittenen Vegetationsstadien kommen. Laut ZAMG treten im März und April Temperaturen unter 0 °C in Höhen unter 800 m Seehöhe statistisch gesehen alle zwei bis drei Jahre auf. Die sehr trockenen und klaren Bedingungen führten Ende März und Anfang April 2020 trotz hoher Tagestemperaturen vor allem im Norden und Osten des Landes zu drei bis zehn, tw. zu 18 Frosttagen. Selbst in Hohenau an der March waren 13 Frosttage, so viele wie noch nie in der 80jährigen Messgeschichte der Station, zu vermerken (ZAMG, 2020). Die Hagelversicherung verzeichnete 8.000 ha Obstkulturen (insgesamt ca. 17.000 ha Obstfläche), die von Frostschäden betroffen waren, zwei Drittel davon in der Steiermark.

Geht man nur von drei Frostnächten mit jeweils 10 h Beregnung und einem Beregnungsbedarf von 40 m³/h/ha und aus, dann wäre für diese 8.000 ha Obstkulturen ein Wasserbedarf von rund 10 Mio. m³ notwendig gewesen, um die Erträge zu sichern.

Für die Frostberegnung wurde basierend auf den erhobenen bewässerbaren Kernobstflächen aus dem Jahr 2017 (Statistik Austria, 2019; E009 Obstanlagenerhebung) eine Abschätzung für den Wasserbedarf für 5, 10 und 12 Frosttage durchgeführt. Die angenommene Anzahl der Frosttage beruht auf den Erfahrungswerten aus dem Jahr 2020. Die Spätfrostage in Verbindung mit dem zwei bis drei Wochen verfrühten Austrieb der Vegetation im Vergleich zum vieljährigen Mittel bilden als Wettersituation ähnliche Voraussetzungen wie jene, die durch den Klimawandel zu erwarten sind. Die prognostizierte Abnahme der Obstflächen von 25 % (Sinabell et al., 2018) wurde bei der Frostberegnung nicht berücksichtigt, da davon ausgegangen wird, dass bereits installierte Bewässerungsinfrastruktur weiterhin genutzt wird und u. a. mit dem „Projekt Steirerteich“ eine fundierte Planungshilfe für Bewässerungsinfrastruktur im vorrangigen Obstanbaugebiet Steiermark gegeben ist.

Zuordnung Bewässerungsmengen zu Wasserressourcen

Die Zuordnung der Bewässerungsmengen für den Zeithorizont 2050 zu den jeweiligen Wasserressourcen erfolgt basierend auf der aktuellen Informationslage dazu. Dies birgt eine wesentliche Unsicherheit, da generell angenommen wird, dass Bewässerungsgebiete in Poren bzw. vorwiegend Porengrundwasserkörpern mittels Brunnenentnahmen versorgt werden und die restlichen Gebiete mittels Quell- oder Oberflächengewässerentnahmen ohne weitere Differenzierung. Weitere Ressourcenzuordnungen von Bewässerungsentnahmen erfolgten dort, wo von den Bundesländern dezidierte Angaben dazu getätigt wurden.

Auch wenn über das Jahr gesehen ausreichend Wasserressourcen vorhanden sind, fällt der Wasserbedarf für Bewässerung aufgrund seines regional und saisonalen zentrierten Auftretens in Perioden mit wenig Wasserdargebot und eventuell konkurrierenden Nutzungsansprüchen.

Mögliche Ausweitung der Bewässerungsinfrastruktur

Um eine weitere mögliche Ausweitung der Bewässerungsgebiete auf Grund klimatischer Herausforderungen abschätzen zu können, wurde in jenen wesentlichen Bewässerungsgebieten mit einer Verminderung der klimatischen Wasserbilanz von mehr als einem Monatsanteil zwischen dem aktuellen und dem ungünstigen Szenario die Annahme getätigt, dass rund 40 % der bewässerungswürdigen Fruchtarten (durchschnittlicher aktueller Anteil der Flächen der AMA-Bewässerungsbetriebe in der KWB <-300 mm) bewässert wird, sofern dies noch nicht der Fall ist. Dadurch werden zusätzlich 21.000 ha weitere potentielle Bewässerungsflächen ungeachtet der Wasserverfügbarkeit ermittelt. Diese bedingen einen zusätzlichen Wasserbedarf zwischen 9 Mio. m³ und 35 Mio. m³. Dies betrifft folgende Grundwasserkörper: Südl. Wiener Becken [DUJ], Südl. Wiener Becken-Ostrand [LRR], Tullnerfeld [DUJ], Weinviertel [DUJ], Eferdinger Becken [DUJ], Wulkatal [LRR], Machland [DUJ], Ikvatal [LRR] und das Pinkatal [LRR], wobei das Weinviertel das größte zusätzliche Flächenausmaß aufweist.

Damit werden für den Zeithorizont 2050 trotz abnehmender landwirtschaftlicher Flächen 94.000 ha potentieller Bewässerungsfläche ausgewiesen. Entsprechend der letzten ASE Stichprobenerhebung 2016 sind 109.000 ha landwirtschaftliche Fläche mit der vorhandenen Infrastruktur und dem vorhandenen Wasserangebot bewässerbar. Die in den digitalen Wasserbüchern der Bundesländer erfassten Bewässerungsanlagen bzw. Anzahl der Entnahmestellen für Bewässerung decken sich zwar größtenteils gut mit den ausgewiesenen Bewässerungsregionen weisen aber tw. gar keine Übereinstimmungen auf. Daher sind weitere Abstimmungen der unterschiedlichen Datenquellen erforderlich.

Grünlandbewässerung

Eine Besonderheit bei den bewässerten Flächen Österreichs stellen die Futterbaubetriebe in Tirol mit Grünlandbewässerung dar, v. a. im Bezirk Landeck (Statistik Austria, 2013). In den letzten Trockenjahren wurde allerdings in einigen Bundesländern eine vermehrte Nachfrage nach Grünlandbewässerung registriert. Daher wurden Abschätzmethoden für eine mögliche Intensivierung der Grünlandbewässerung geprüft. Basierend auf Agrarstrukturdaten aus dem Jahr 2010 wurden die bewässerten Grünlandflächen mit weiteren Informationen zur klimatischen Wasserbilanz und der Viehbesatzdichte ergänzt und ausgewertet. Für rund 3/4 der für 2010 gemeldeten Grünlandbewässerungsflächen lässt sich im Rechenmodell keine sinnvolle Beziehung zur klimatischen Wasserbilanz oder der Rinderdichte auf Grünland herstellen. Kleinräumige und lokal wirksame

Einflussfaktoren wie die inneralpinen Trockengebiete werden von den langjährigen Mittelwerten und der Betrachtung auf (Teil-)Grundwasserkörperebene überdeckt. Aufgrund der verfügbaren Datenlage können keine Annahmen für die Entwicklung der Grünlandbewässerung im Zuge der vorliegenden Arbeiten getroffen werden. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die Bewässerung im Grünland zunimmt, wenngleich die Gesamtfläche im Jahr 2010 mit insgesamt ca. 1.000 ha sehr niedrig war und die betroffenen Gebiete nicht in den Hauptbewässerungsgebieten (Ackerbauregionen) zu erwarten sind.

Die Rückfrage bei Expertinnen und Experten für Grünland bei der Landwirtschaftskammer lassen für Tirol und Salzburg auf eine Ausweitung bzw. Initialisierung der Grünlandbewässerung schließen. Im Bezirk Landeck/Imst werden aktuell rund 1.800 ha Grünland bereits bewässert. Die Praxis zeigt, dass bislang je nach Witterung und technischem Stand der Beregnungsanlage Grünlandflächen fünf Mal mit einer Regengabe von wöchentlich 20 mm versehen werden. Der Großteil dieser Wassermengen wird aus Oberflächengewässern entnommen.

Ein möglicher Ausblick der Erweiterung der Grünlandbewässerung kann mit Verweis auf Erfahrungswerte in Südtirol gegeben werden. Von rund 216.000 ha Grünlandflächen werden 10–15 % bewässert. Insgesamt zeigt Südtirol einen landwirtschaftlichen Bewässerungsbedarf von rund 150 Mio. m³ Wasser in 8000 Anlagen, wobei rund 60 % des Wasserbedarfs für Obstbau, 10 % für Weinbau und 30 % für Acker-, Gemüse und Grünlandbewässerung herangezogen werden (Thalheimer, 2017)²². Kritische Situationen der Wasserversorgung traten bei Trockenperioden im Frühjahr auf. Bei frühem Beginn der Vegetationsperiode war nach einem niederschlagsarmen Winter bereits im April Bewässerung notwendig. Die Bäche und Flüsse führten noch wenig Wasser. Verschärft wurde die Lage noch durch den Bedarf für die Frostberegnung (Eurac Research, 2018).

Auswirkungen des Klimawandels lassen für Grünland Ertragsminderungen zwischen 5 % und 14 % erwarten. In Jahren mit niedriger Durchschnittstemperatur bzw. kühleren Phasen und nicht limitierendem Niederschlag wären auch Mehrerträge möglich. In überdurchschnittlich warmen Jahren ist hingegen mit empfindlichen Ertragseinbußen zu

22

http://www.laimburg.it/de/news.asp?aktuelles_action=4&aktuelles_article_id=576521&news_action=4&news_article_id=579915

rechnen und eine Verschärfung ist in den bereits bekannten Trockenregionen zu erwarten (Pötsch et al., 2020).

Da hohe Temperaturen und Trockenperioden zukünftig sowohl die Menge als auch die Qualität von Grünfütter wesentlich beeinflussen werden, wurde dazu in den vergangenen Jahren an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein unter Mitwirkung zahlreicher in- und ausländischer Expertinnen und Experten das weltweit einzigartige Freilandexperiment „ClimGrass“ entwickelt und realisiert (Pötsch et al., 2019), das auf 54 Versuchspartzellen unterschiedlichste Kombinationen der Einflussfaktoren auf das Grünland simulieren kann. Darauf aufbauende Projekte sind u. a. „ClimGrassEco“, in dessen Mittelpunkt agronomische Aspekte (Ertrag, Futterqualität und Vegetationsdynamik) sowie der Wasserhaushalt stehen und „ClimGrassHydro“ (Ecohydrology of mountain grassland under multiple global change: mechanisms and consequences), das Auswirkungen zukünftiger Klimabedingungen inklusive Trockenperioden auf hydrologische Prozesse sowie auf die Wassernutzungseffizienz auf der bestehenden ClimGrass-Anlage vorsieht (Pötsch et al., 2019).

9.4.1.4 Ergebnisse

Die Ergebnisse für den Bewässerungsbedarf stellen eine durchschnittliche jährliche Bewässerungsmenge für die Periode 2041–2070 unter Einbeziehung aller genannten Annahmen dar. Die Unterschiede zwischen den Jahren sind, wie auch in aktuellen Datenerhebungen belegt, wesentlich vom Wettergeschehen in den Einzeljahren und den Bedingungen vor der Vegetationsperiode abhängig. Daher weisen die Abschätzungen eine große Bandbreite auf und sind mit vielen Unsicherheiten behaftet. Die Bandbreite des Bewässerungsbedarfes basierend auf den ermittelten Flächen und dem minimalen und maximalen spezifischen Bewässerungsbedarf reicht von 49 Mio. m³ bis zu 128 Mio. m³ im Jahr. In einigen Bewässerungsregionen ist bisher nur ein geringer Anteil der bewässerungswürdigen Flächen mit Infrastruktur ausgestattet. Zieht man für jene Bewässerungsregionen, die relativ deutliche Verminderungen bei der klimatischen Wasserbilanz aufweisen, eine Erweiterung der bewässerten Flächen auf einen Anteil von ca. 40 % in Betracht, ergibt das zusätzlich 21.000 ha und einen weiteren Wasserbedarf von 9 Mio. m³ bis 35 Mio. m³.

Die Bandbreite des Ausmaßes der jährlich bewässerten Flächen und der Bewässerungsmengen ist aufgrund der jährlich unterschiedlichen Wetterbedingungen sehr groß: aktuell in trockenen Jahren bis zum ca. Achtfachen der Jahresmenge im Vergleich zu einem Jahr

mit viel Niederschlag. Mit Zeithorizont 2050 kann der Bewässerungsbedarf je nach Szenario auf rund 115 bis 125 Mio. m³ steigen, durch die Variabilität der Witterung und weiteren Ausbau auf bis zu 159 Mio. Die Flächen für die Bewässerungsgebiete werden sich in der Zukunft von Osten nach Westen ausdehnen, siehe Abbildung 124. Das Ausmaß der bewässerungswürdigen Flächen, siehe Tabelle 24, wird sich im RCP8.5 trocken Szenario deutlich vergrößern. Mit dem zunehmend früher einsetzenden Vegetationsbeginn kann es einerseits in Verbindung mit Spätfrösten zu einem vermehrten Bedarf an Frostschutzberegnung kommen, andererseits zu einer höheren Verdunstung durch die Pflanzen. Im Alpenraum kann das verstärkte Auftreten von Trockenperioden zu einem höheren Bedarf an Grünlandbewässerung führen.

Tabelle 24: Mögliche Entwicklung des Bewässerungsbedarfes mit Zeithorizont 2050

	Aktuell	RCP4.5 mittel	RCP8.5 trocken
Bewässerungsmenge	67 Mio m ³	111	114
Frost	2	4	9
Bewässerte Fläche	45.000 ha	70.600	73.300
Aktuell bewässerbare/2050 bewässerungswürdige Flächen	109.000 ha	160.000 ha	205.000 ha

Unsicherheiten: Für die Extrapolation der landwirtschaftlichen Flächen mit Zeithorizont 2050 wurde eine gleichmäßige Verminderung dieser über das gesamte Bundesgebiet angenommen ohne Einbeziehung eventuell regionaler Unterschiede oder weiterer wirtschaftlicher Konzentration einzelner landwirtschaftlicher Erwerbszweige. Die Ergebnisse beruhen auf den genannten Annahmen für die Szenarien. Durch sozioökonomische Änderungen und strategische Entscheidungen wie Förderungen von Bewässerungsprojekten können die Entwicklungen deutlich anders verlaufen. Die Zuordnung der Bewässerungsmengen für den Zeithorizont 2050 zu den jeweiligen Wasserressourcen erfolgt basierend auf der aktuellen Informationslage dazu. Dies birgt eine wesentliche Unsicherheit, da generell angenommen wird, dass Bewässerungsgebiete in Poren- bzw. vorwiegend Porengrundwasserkörpern mittels Brunnenentnahmen versorgt werden und die restlichen Gebiete mittels Quell- oder Oberflächengewässerentnahmen ohne weitere Differenzierung. Weitere Ressourcenzuordnungen von Bewässerungsentnahmen erfolgten dort, wo von den Bundesländern Angaben dazu getätigt wurden.

Wesentlicher Treiber für die weitere Entwicklung wird die Häufigkeit von Trockenjahren, vor allem wenn diese in aufeinanderfolgenden Jahren auftreten, sein. Ist eine Bewässerungsinfrastruktur vorhanden, so wird diese auch genutzt werden und einen eventuellen Umstieg auf wertschöpfendere und teilweise auch wasserintensivere Kulturarten fördern.

9.4.2 Wasserbedarf Vieh 2050

Als wesentliche Datengrundlage für die Entwicklung des Viehbestandes mit Zeithorizont 2050 wurden die prognostizierten Viehzahlen aus der Studie „Austrian Agriculture 2020-2050 Scenarios and sensitivity analyses on land use, production, live-stock and production systems“ (Sinabell et al., 2018) herangezogen. Die Studie dient als Grundlage für die Berechnung der Treibhausgasemissionen im Rahmen des Nationalen Klima- und Energieplanes und basiert auf den bestehenden Klimaschutzmaßnahmen (WEM with existing measures) und wurde mittels PASMA modelliert.

Die Berechnung des Wasserbedarfs für die Szenarien 2050 erfolgte anhand der folgenden Schritte:

- Abgleich der aktuellen Viehzahlen im Projekt „Wasserschatz Österreichs“ mit Ergebnissen der oben genannten Studie. Als Vergleichsjahr wird das Jahr 2016 herangezogen.
- Aliquote Verteilung der extrapolierten Viehzahlen nach Vieharten auf die Gemeinden.
- Normierung der Tierzahlen in Eurostat GVE.
- Einflussfaktor Hitzetage: Als Hitzetage werden Tage bezeichnet, an denen die Tageshöchsttemperatur mehr als 30,0 °C erreicht (ÖKS15). Es wird angenommen, dass sich der Wasserbedarf an einem Hitzetag verdoppelt.
 - Für Klimaszenario RCP4.5 mittel wird mit vier zusätzlichen Hitzetagen gerechnet.
 - Für Klimaszenario RCP8.5 trocken wird mit sieben zusätzlichen Hitzetagen gerechnet.
- Für die Ermittlung des Wasserbedarfs mittels viehspezifischen Kennwerten wurden mehrere Varianten berechnet:
 - 75 l/d je Rinder GVE, 50 l je GVE (für alle anderen),
 - 100 l/d je Rinder GVE, 75 l je GVE (für alle anderen),
 - 100 l/d für Milchvieh GVE, 50 bzw. 75 l je GVE für alle anderen.

- Die auf Gemeindeebene ermittelten Werte werden im ersten Schritt auf Ebene der (Teil-)GWK zugeordnet und dann für Szenarienregionen aggregiert.

In Tabelle 25 ist die Änderung der Viehzahlen und GVE (Eurostat) je Tierkategorie dargestellt. Voraussichtlich verringert sich der Viehbestand von 2,3 Mio. GVE 2016 auf 1,8 Mio. GVE 2050, das ist eine Abnahme von rund 22 %. Die Änderung der Viehzahlen bedeutet nicht dasselbe Änderungsausmaß bei den Angaben in GVE. Beispielsweise kann die Viehzahl bei Geflügel bis 2050 eine deutliche Verminderung bei Küken aufweisen, was sich bei der Normierung in GVE und der dargestellten Änderung nicht oder nur wenig bemerkbar macht.

Tabelle 25: Entwicklung Viehbestand 2016 bis 2050

2016-2050	Rinder	Schweine	Geflügel	Ziege	Schafe	Pferde
Viehzahlen	+ 5%	-31%	-24%	-2%	-4%	-1%
GVE Eurostat	+ 4%	-10%	+12%	-2%	-1%	-1%

Quelle: Sinabell et al., 2018; Umweltbundesamt

Die viehspezifischen Wasserbedarfskennwerte wurden bisher basierend auf den Angaben des Anhangs C im Strategiepapier Grundwasserentnahmen (BMLFUW, 2004) angewendet. Aufgrund der Leistungssteigerung in der Viehzucht und vor allem in der Milchwirtschaft wird von einem höheren spezifischen Wasserbedarf für das Vieh ausgegangen. Daher wurden diese Werte basierend auf den Wasserverbrauchsangaben von Tieren (Landwirtschaftskammer OÖ, 2019; DLG e.V., 2014) angepasst. Neben den Angaben zum täglichen Wasserbedarf des Tieres wurden die Mengen für Stallreinigung usw. berücksichtigt. Generell wurde nun mit 100 l/Tag je GVE für Rinder und mit 75 l/Tag je GVE für alle anderen Tiere gerechnet.

Das Szenario mit dem geringsten Wasserbedarf setzt sich zusammen aus dem Klimaszenario RCP4.5 und dem Wasserbedarf von 75 l/d/GVE für Rinder und 50 l/d/GVE für das restliche Vieh und ergibt einen Wasserbedarf von 57 Mio. m³/Jahr, siehe Tabelle 26. Das Szenario mit dem höchsten Wasserbedarf setzt sich zusammen aus dem Klimaszenario RCP8.5 trocken und einem Wasserbedarf von 100 l/d/GVE für Rinder und 75 l/d/GVE für das restliche Vieh und ergibt einen Wasserbedarf von rund 79,5 Mio. m³/Jahr.

Tabelle 26: Mögliche Entwicklung des jährlichen Wasserbedarfs für die Viehhaltung bis 2050

	Aktuell	Zeithorizont 2050 Bandbreiten gerundet
Brunnen Mio. m ³	28	28–39
Quellen Mio. m ³	27	29–40
Viehtränke gesamt Mio. m ³	55	57–79

9.5 Szenarien Industrie und Gewerbe

Die zukünftige Entwicklung des Wasserbedarfs für den Sektor Industrie und Gewerbe bis 2050 wird in erster Linie von folgenden branchenspezifischen Einflussgrößen bestimmt:

- der allgemeinen wirtschaftlichen Entwicklung (Wachstumsrate),
- der Effizienz der Wassernutzung und dem Stand der Technik,
- dem strukturellen Wandel,
- der wirtschaftlichen Entwicklung wasserintensiver Großverbraucher,
- Maßnahmen im Rahmen der wasserwirtschaftlichen Planung und
- Klimaänderungen.

Diese Veränderungen können lokal oder über das Bundesgebiet verteilt die Wasserressourcen beeinflussen.

Klimaänderungen haben, wie in Kapitel 8.5 dargestellt, vor allem indirekte Auswirkungen auf den industriellen (Kühl-)Wasserbedarf.

Da die Datenlage im Projekt „Wasserschatz Österreichs“ für Industrie und Gewerbe nicht ausreichte, um die genannten Faktoren in Modellrechnungen auf Grundwasserkörper-ebene anzuwenden, erfolgte die Abschätzung der Entwicklung des Wasserbedarfs für den Produzierenden Bereich in **qualitativer Weise**. Verschiedene Aspekte können den zukünftigen Wasserbedarf von Industrie und Gewerbe wesentlich beeinflussen und sollen anhand folgender Beispiele dargestellt werden:

- Solange die Entkoppelung des Wirtschaftswachstums von der Ressourcennutzung nicht vollständig gelingt, ist bei einem allgemein steigenden Wirtschaftswachstum weiterhin von einem steigenden Wasserbedarf auszugehen.
- Ein allgemeiner wirtschaftlicher zeitweiliger Einbruch von Volkswirtschaften würde aber nicht zwangsläufig im gleichem Maß zu einer Reduktion des Wasserbedarfs führen. Das konnte während der ökonomischen Krise im Jahr 2008 und in den Folgejahren beobachtet werden, wo zwar ein Sinken der Produktion sichtbar wurde, der Wassereinsatz sich aber nicht im gleichen Maß reduzierte.
- Nach Einschätzung von Expertinnen und Experten ist weiterhin mit einer Effizienzsteigerung bei der Wassernutzung im Herstellungsprozess zu rechnen. Fragebögenrückmeldungen und die Daten in den Nachhaltigkeitsberichten belegen dies. Die Auswirkungen können branchenweit sein, wenn zum Beispiel Schlammpressen und Kreislaufführung bei Kieswaschanlagen branchenweit eingeführt werden, oder standortsbezogen, wenn es in einzelnen Unternehmen durch Innovation bei Kreislaufführung gekoppelt mit Wärmetauschern zur Kühlwasserreduktion kommt. Dementsprechend werden die Maßnahmen zahlenmäßig im Wasserbedarf von Branchen bzw. lokal in einzelnen Wasserkörpern sichtbar werden.
- Wenn ein Betrieb unabhängig vom Wasserdargebot seine Betriebsstätte schließt, fallen ab diesem Zeitpunkt signifikante Entnahmen weg. Die quantitative Belastung des betroffenen Grundwasserkörpers wird reduziert. Bei Grundwasserkörpern, die einen hohen Ausnutzungsgrad aufweisen, kann dies zu einer entscheidenden Entlastung führen. Die Auswirkungen auf Ebene des nationalen Wasserbedarfs wären nicht sichtbar. Abhängig von der Bedeutung des Betriebs innerhalb seiner Branche könnte ein Bruch in der Zeitreihe der Wassernutzung sichtbar werden.
- Wenn der Ausbau eines Produktionsstandorts durch das unzureichende Wasserdargebot eingeschränkt und der Betriebsstandort innerhalb Österreichs verlagert wird und es darüberhinaus von einer vormaligen Grundwassernutzung zu einer Oberflächenwassernutzung (z. B. wegen Kühlbedarfs) kommt, können die Auswirkungen auf regionaler Ebene signifikant sein. In der nationalen Wasserbilanz wäre die Veränderung vermutlich nicht sichtbar.
- Wenn es aufgrund struktureller Veränderungen zur Erreichung der Klimaziele zu einem reduzierten Einsatz kalorischer Kraftwerke kommt, würde das eine signifikante Reduktion des (bilanzneutralen) Kühlwasserbedarfs bewirken, der vorrangig das Oberflächengewässer betreffen würde. In der nationalen Wasserbilanz würde es einen Bruch in der Zahlenreihe geben, da diese Branche den Zahlen der Gütereinsatzstatistik zufolge für die Jahre 2018 und 2019 (Statistik Austria, 2021) rund 40 % des Kühlwasserbedarfs darstellt.

- Die vorher beschriebenen Situationen können auch auf wasserintensive Großverbraucher zutreffen. Das kann relevant für die lokale Wasserressourcennutzung sein und in Bezug auf den Bedarf für die Gesamtzahlen auch innerhalb ihrer Branche. Wirtschaftliche Änderungen bei diesen Unternehmen würden sich direkt im Wasserbedarf niederschlagen.
- Maßnahmen im Rahmen der wasserwirtschaftlichen Planung könnten Betriebe dazu anhalten, ihre Wassernutzung und die Wassernutzungseffizienz zu verändern.

Zusammenfassend kann gesagt werden: Sofern es keine durch Strukturwandel bedingten Änderungen geben wird, wird auf nationaler Ebene mit einem etwa gleichbleibenden Wasserbedarf für Industrie und Gewerbe zu rechnen sein. Auf lokaler Ebene kann es aber zu signifikanten Veränderungen kommen, wenn wasserintensive (Groß)verbraucher Standortänderungen oder Anpassungen in ihrem Produktionsprozess vornehmen.

Für die Szenarienbetrachtung mit dem Zeithorizont 2050 wurde für die Brunnenentnahmen eine Steigerung von rd. 0,3 % ausgewählt, unter der Annahme, dass es zu keinem einschneidenden nationalen Strukturwandel und Technologieschub kommt, dass das Wirtschaftswachstum leicht wächst und dass die Wassernutzungseffizienz weiterhin verbessert wird. Unter denselben Rahmenbedingungen wurde angenommen, dass die Oberflächenwasserentnahmen in etwa gleich bleiben (Annahme dafür ist keine landesweite bzw. branchenweite Innovation beim Kühlwassereinsatz sowie gleichbleibende Produktion).

Tabelle 27: Mögliche Entwicklung des Wasserbedarfs für Industrie und Gewerbe bis 2050

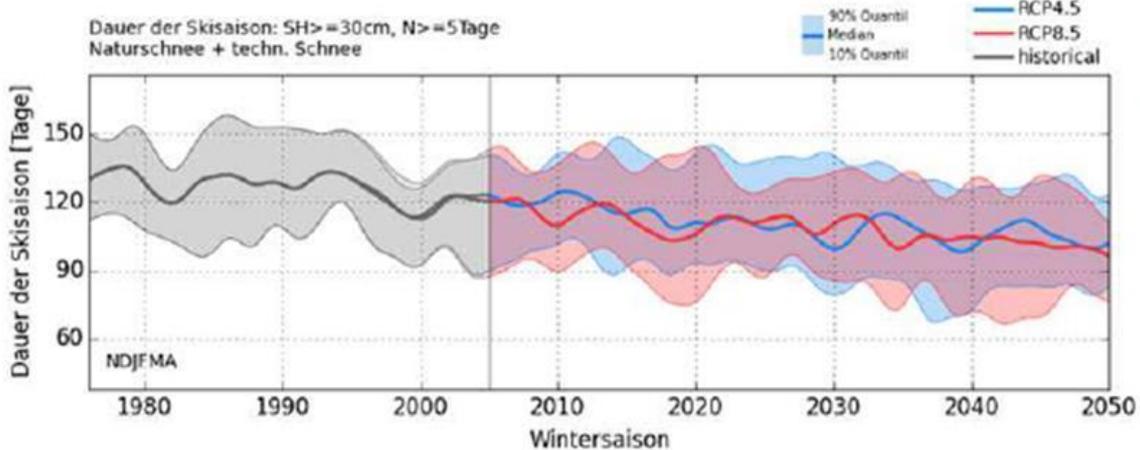
	Aktuell	Zeithorizont 2050
Brunnen Mio. m³	330	357
Quellen Mio. m³	23	n.a.
Oberflächengewässer Mio. m³	1.857	vermutlich gleich bleibend
Wasserbedarf gesamt Mio. m³	2.210	annähernd gleich bleibend

9.6 Szenarien ausgewählte Dienstleistungen

Beschneigung

Aktuelle Studien und Untersuchungen (Wallergraber et al., 2012; Hartl & Fischer, 2015; Koch et al., 2019) zeigen, dass der Skibetrieb bis 2050 mit Hilfe der technischen Beschneigung weiterhin in ganz Österreich stattfinden kann. Es wird auch in Zukunft Winter mit mehr oder weniger Naturschnee geben, während mit höheren Temperaturen die Wahrscheinlichkeit für eine Wintersaison mit weniger Naturschnee steigt. Die Wintersaison wird sehr wahrscheinlich bis zum Jahr 2050 je nach Szenario später beginnen und früher aufhören (Koch et al., 2019; Pröbstl-Haider et al., 2021). Mit dem Einsatz von technisch erzeugtem Schnee kann die Skisaison jedoch um bis zu 80 Tage verlängert werden (Marke et al., 2015). Als „schneesicher“ werden jene Gebiete bezeichnet, die auf mittlerer Höhe des Skigebiets in sieben von zehn Wintern 100 Betriebstage aufweisen können (Steiger et al., 2013), was aus heutiger Sicht mit Hilfe der technischen Beschneigung auch im Jahr 2050 gegeben sein wird. Die für die Beschneigung relevante Feuchtkugltemperatur bestimmt die Bedingungen für die technische Beschneigung und wird voraussichtlich auch noch 2050 in den meisten Skigebieten für mindestens drei Tage im Dezember erreicht werden können (Hartl & Fischer, 2015). Diese drei Tage reichen für eine entsprechende Grundbeschneigung aus, es muss jedoch beachtet werden, dass die Voraussetzungen sehr stark von regionalen naturräumlichen Unterschieden, wie z. B. der Höhenlage des Skigebietes oder der Exposition des Hanges, abhängen. Das Zeitfenster für die Grundbeschneigung wird jedoch viel kleiner werden, weshalb es zu größeren Wasserentnahmen innerhalb kürzerer Zeit kommen wird.

Abbildung 121: Entwicklung „Naturschnee plus technischer Schnee“ bis 2050, abgebildet durch die mittlere saisonale Gesamtschneehöhe und Saisonlänge in ca. 1.000 m Seehöhe



Quelle: ZAMG (Koch et al., 2019)

Neben klimatischen Rahmenbedingungen, die sich sowohl auf die Nachfrage und die Betriebszeiten und somit auch auf den einhergehenden Wasserbedarf auswirken können, gibt es noch eine Reihe anderer Faktoren, die die Entwicklung des Skitourismus beeinflussen können. Dazu zählen:

- demographische Entwicklungen (Alterung und Bevölkerungsstruktur),
- sozioökonomische Entwicklung (Einkommensverteilung, Energiekosten),
- politische Stabilität im Ziel- und im Herkunftsland,
- andere Faktoren wie Freizeit und Freizeitverhalten, Transportkosten, touristische Erreichbarkeit (Hartl und Fischer, 2015).

9.6.1 Annahmen zur Änderung des Wasserbedarfs für die Beschneigung bis 2050

Für die Abschätzung des aktuellen Wasserbedarfs wurde für jene Bereiche, wo keine Wasserbuchdaten vorhanden sind, von einer Schätzung von 3.000 m³/ha pro ausgegangen, die von mehreren Stellen (Land Salzburg, Fachabteilung 4/3 Wasserwirtschaft, 2011; Wirtschaftskammer Österreich, 2019) als mittlerer Wert für den Wasserbedarf für die Beschneigung angegeben wird. Neueste Erhebungen gehen jedoch von einem Wasserbedarf für die Beschneigung aus, der bereits aktuell bei 3.600 m³/ha –

4.600 m³/ha liegt (ÖWAV, Entwurf 2021). Informationen aus einzelnen Wasserrechtsbescheiden (z. B. Reiteralp, Stmk.) deuten ebenfalls auf einen Verbrauch von mehr als 3.000 m³ pro Jahr hin.

Es gibt einige Entwicklungen, die für den erhöhten Verbrauch sprechen:

- Pisten werden bereits aktuell zum Teil bis zu 100 % beschneit.
- Es gibt jede Saison kleinere Vergrößerungen von Pisten (Verbreiterungen) oder Zusammenschlüsse von bereits vorhandenen Skigebieten.
- Die Ansprüche an die Pisten werden immer größer, weshalb überall, wo es möglich ist, mehr beschneit wird – abhängig von der Steilheit und der Pistenbreite kann die Beschneihöhe stark variieren.
- Mit der Entwicklung der Carvingski und durch die ständige Verbesserung des Materials konnte bereits in den letzten Jahren ein Anstieg des „Schneeeverbrauchs“ auf der Piste beobachtet werden.

Gleichzeitig führen Bemühungen zur effizienteren Beschneigung zu dem Effekt, dass sich der Wasserbedarf zukünftig bis 2050 nicht mehr wesentlich steigern wird. Folgende Maßnahmen zur Verringerung des Wasserbedarfs werden bereits gesetzt:

- Genauere Planung des Zeitpunktes der Grundbeschneigung durch das Heranziehen von Langzeitwetterprognosen (bis zu 4 Wochen Vorausschau möglich) und somit die Vermeidung einer Grundbeschneigung vor einem Warmwettereinbruch,
- exakte Vermessung der Schneehöhe auf Pisten anhand von Pistengeräten mit entsprechenden Messgeräten,
- Effizienzsteigerung bei der Herstellung von technischem Schnee,
- Auffüllen von Mulden in den Skipisten erfolgt bereits im Sommer mit Erde statt im Winter mit Schnee.

Für die Abschätzung des zukünftigen Wasserbedarfs für 2050 wurde daher auf die Bandbreite der neuesten aktuellen Erhebungen zurückgegriffen. Es wird von einer Erhöhung, der bisher angenommenen jährlichen 3.000 m³/ha, auf 3.600 m³/ha bis 4.600 m³/ha ausgegangen. Dort, wo der Wasserbedarf aufgrund der beschneiten Fläche je Skigebiet hochgerechnet wurde, wurde der Multiplikator von 3.000 m³/ha auf 3.600 m³/ha bis 4.600 m³/ha erhöht. In Skigebieten, wo genaue Angaben zu den Konsensmengen als Datenbasis fungierten, wurden die Mengen für die Szenarien analog um 20 % bis 53,3 % erhöht. In Gebieten, wo die Konsensmenge und die beschneite Fläche bekannt sind, wie

z. B. in Tirol, werden die Konsensmengen nicht erhöht, sofern sie die 3.600 m³/ha bzw. die 4.600 m³/ha übersteigen würden. Aus der Kombination der Konsensdaten mit den beschneiten Flächen ist ersichtlich, dass hier bereits für die Berechnungen des IST-Standes bis zu 4.600 m³/ha verbraucht werden.

Es muss dabei berücksichtigt werden, dass je nach Klimaszenario, Region oder einzelner Saison abweichende Werte zustande kommen können.

In Extremjahren kann der Wert auf bis zu 5.000 m³/ha ansteigen. Ursache hierfür wäre ein Abschmelzen der Grundbeschneigung und eine somit erneut notwendige Aufbringung. Die abgeschätzten Gesamtmengen sind in Tabelle 28 dargestellt.

Tabelle 28: Mögliche Entwicklung des Beschneigungsbedarfes mit Zeithorizont 2050

	Gesamt (Mio. m³)	Brunnen (Mio. m³)	Quellen (Mio. m³)	Oberflächengewässer (Mio. m³)
Aktueller Wasserbedarf	47,6	1,5	2,8	43,3
Szenario 2050 (untere Bandbreite)	51,4	1,7	3	46,7
Szenario 2050 (obere Bandbreite)	60,9	2,1	3,6	55,2
Extremjahr	65,4	2,3	3,8	59,2

Golf

Die Datenlage zu den Bewässerungen von Golfanlagen basiert auf einem mittleren Wert der bekannten Wasserentnahmen aus den Unterlagen von Umweltverträglichkeitsprüfungen. Es sind keine Zeitreihen von Wasserentnahmen für die Bewässerung von Golfplätzen vorhanden. Aufgrund des geringen Umfangs der Bewässerungsmengen für Golf und der Datenlage wurden keine detaillierten Szenarienschätzungen durchgeführt.

9.7 Wasserschatzzenarien 2050 – Gegenüberstellung Wasserressource und Wasserbedarf

9.7.1 Wasserschatzzenarien

Die Entwicklung der verfügbaren Wasserressourcen und des Wasserbedarfs hängen von vielfältigen Einflussfaktoren ab. Die Änderung von Niederschlag und Verdunstung ist in den Klimaszenarien enthalten. Darüber hinaus wurden weitere wichtige Einflussfaktoren den Annahmen für die Szenarien zugrunde gelegt. Diese umfassen die Landnutzung, sozio-ökonomische Faktoren wie Bevölkerungsentwicklung, Nüchternungszahlen und wirtschaftlichen Kenngrößen bis hin zu technologischen Entwicklungen zur Verbesserung der Wassereffizienz. Die Klimaeinflussfaktoren auf die Grundwasserressourcen sind in Kapitel 9.2 dargestellt, jene auf den Wasserbedarf sind in den Kapiteln 9.3 bis 9.6 beschrieben.

Diese – regional sehr unterschiedlichen – Entwicklungen wurden in zwei für die Studie eigens definierten Wasserschatzzenarien berücksichtigt und der Wasserbedarf der verfügbaren Grundwasserressource in den Regionen gegenübergestellt. Daraus ergibt sich die Nutzungsintensität des Grundwassers. Wie sich diese entwickeln kann, liegt innerhalb der Bandbreite folgender zwei möglichen Wasserschatzzenarien:

- Wasserschatzzenario 2050 „günstig“ mit geringer Nutzungsintensität und
- Wasserschatzzenario 2050 „ungünstig“ mit hoher Nutzungsintensität.

Auf diesen beiden Wasserschatzzenarien basieren die in den folgenden Kapiteln dargestellten Ergebnisse für den Zeithorizont 2050, die jeweils dem Ist-Zustand gegenübergestellt werden.

Die Ergebnisse werden flächendeckend für Österreich auf Ebene der **89 Szenarienregionen** dargestellt. Die Szenarienregionen setzen sich wie in Kapitel 4.2 beschrieben und in Abbildung 9 dargestellt aus Teil-Grundwasserkörpern zusammen und sind in Tabelle 39 aufgelistet.

9.7.2 Wasserbedarf

In Tabelle 29 ist die mögliche Entwicklung des Wasserbedarfs für die unterschiedlichen Sektoren bis 2050 dargestellt. Mit Ausnahme von Industrie und Gewerbe zeigen alle Bereiche eine Zunahme im Vergleich zur aktuellen Situation. Ausgehend vom oberen

Bereich der geschätzten Bandbreite bedeutet das für die Wasserversorgung eine mögliche Zunahme von rund 13 %, für die Landwirtschaft von rund 63 % und für die ausgewählten Dienstleistungen von rund 35 %. Insgesamt kann der Wasserbedarf zwischen 5 und 7 % zunehmen.

Tabelle 29: Mögliche Entwicklung des Wasserbedarfs in Mio. m³ bis 2050

	Aktuell	Szenarien 2050	Änderung Wasserbedarf
Wasserbedarf gesamt	Mio. m³	Bandbreite Mio. m³	
Wasserversorgung	753	830–850	↑
Landwirtschaft	124	182–202	↑
Davon:			
<i>Bewässerung</i>		115–125	
<i>Viehhaltung</i>		57–79	
Industrie und Gewerbe**	2.210	2.237	→
Ausgewählte Dienstleistungen***	52	63–70	↑
Gesamt	3.140*	3.312–3.359	↑

* Gesamtsummen enthalten Rundungsdifferenzen; ↑ steigender Wasserbedarf, → annähernd gleichbleibender Wasserbedarf

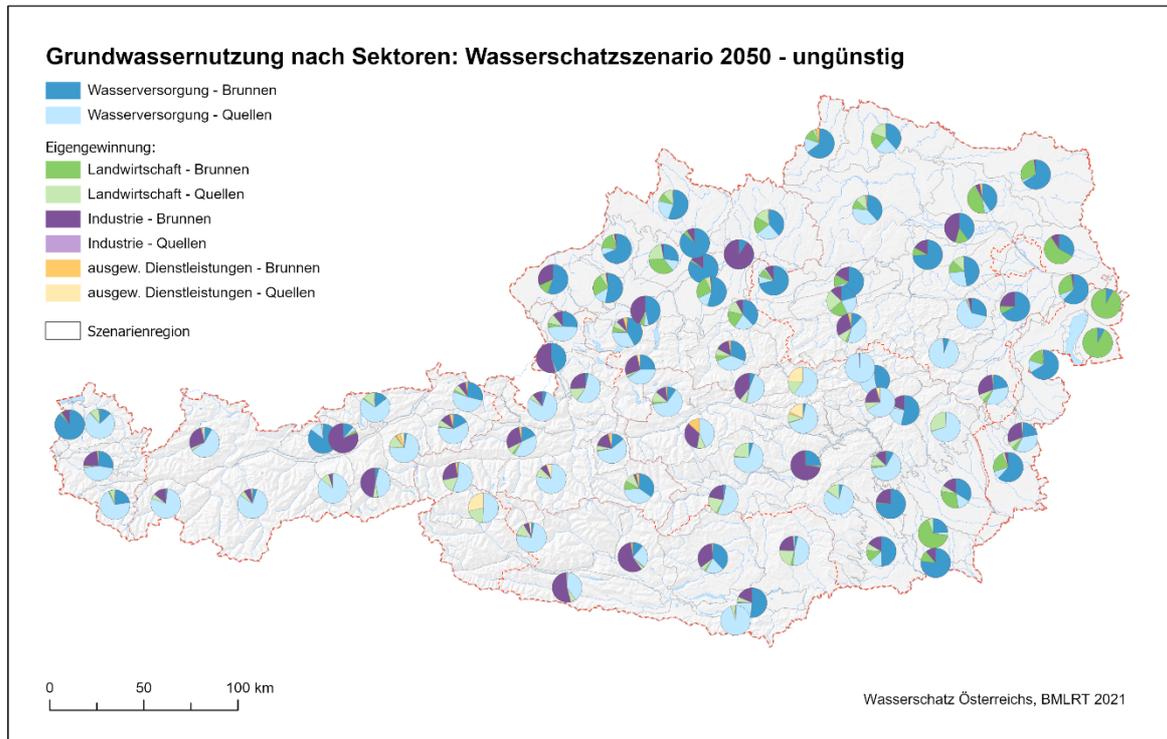
** Die Annahmen für 2050 gehen davon aus, dass der Bedarf für Industrie und Gewerbe annähernd gleich bleiben wird.

***umfasst den Wasserbedarf für Beschneigung und für die Bewässerung von Golfplätzen

9.7.3 Grundwassernutzung Brunnen und Quellen

Die Karte (Abbildung 122) zeigt die Grundwassernutzung d.h. die Anteile der Sektoren an der Gesamtnutzung sowie die Anteile der Nutzung von Brunnen und Quellen in den Szenarienregionen für das „Wasserschätzszenario 2050 – ungünstig“. In den folgenden Abschnitten ist ausgeführt, wie sich die Nutzungssituation in den einzelnen Sektoren verändert.

Abbildung 122: Grundwassernutzung nach Sektoren sowie für Brunnen und Quellen auf Ebene der Szenarieregionen, „Wasserschutzzszenario 2050 – ungünstig“



Wasserversorgung

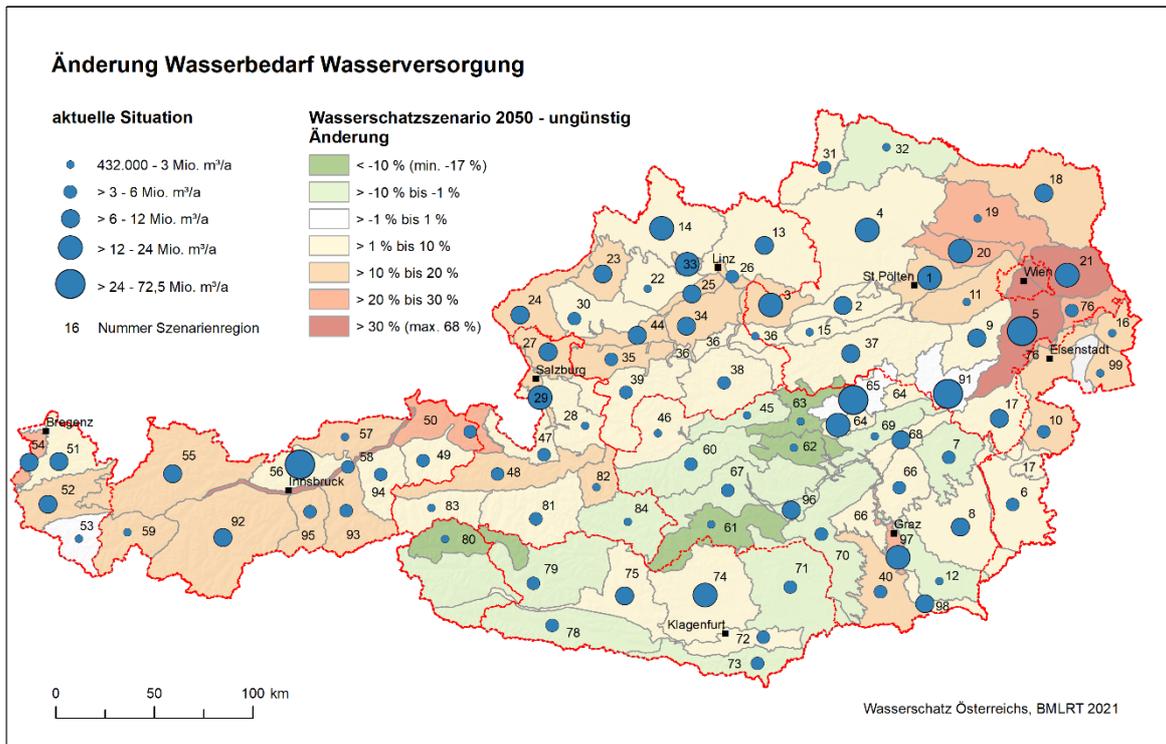
Wesentlichster Einflussfaktor auf den Wasserbedarf der Wasserversorgung ist die Bevölkerungsentwicklung. Darüber hinaus haben auch der Tourismus (ausgedrückt als Nächtigungszahlen), Nebenwohnsitze, Arbeitsplätze (ausgedrückt durch Pendlerinnen- und Pendlerbewegungen) und das Klima einen relevanten Einfluss auf den Wasserbedarf eines Versorgungsgebietes.

In Summe wird die Bevölkerung Österreichs bis 2050 um knapp 10 % gegenüber dem derzeitigen Stand zunehmen. Auf Gemeindeebene variieren die Abschätzungen zwischen -46 % bis +66 %. Die österreichweiten Zunahmen der Nebenwohnsitze bis 2050 werden auf rund +7 % geschätzt, sind allerdings lokal stark unterschiedlich verteilt. Für die Pendlerinnen- und Pendlerbewegungen wird generell von einer weiteren Zunahme ausgegangen, die auf Gemeindeebene stark variiert. Bei den Nächtigungen wird österreichweit bis 2050 mit einer Zunahme von rund +33 % gegenüber dem derzeitigen Stand gerechnet. Auch hier gibt es große lokale Unterschiede, wobei zusätzliche Nächtigungen jedenfalls bedarfserhöhend wirken. Bezüglich der Klimaszenarien (siehe Kapitel 4.1) verursachen

höhere Temperaturen und sommerliche Trockenperioden ebenfalls einen höheren Wasserbedarf. Die österreichweiten Ergebnisse sind in Tabelle 30 dargestellt.

Während Abbildung 101 und Abbildung 103 den Wasserbedarf und dessen mögliche Veränderungen auf Gemeindeebene und somit am Ort der Nutzung zeigen, ist in Abbildung 123 der Ort der Wassergewinnung dargestellt. In der Abbildung ist das Ausmaß der Wassergewinnung aus Brunnen und Quellen für die Wasserversorgung je Szenarienregion durch die Größe der blauen Kreise dargestellt.

Abbildung 123: Wassergewinnung aus Brunnen und Quellen für die Wasserversorgung auf Basis der Szenarienregionen – aktuelle Situation und Änderung im „Wasserschuttszenario 2050 – ungünstig“



Da in der Wasserversorgung zum Teil regionale Umverteilungen über Fernversorgungen, Wasserverbände oder lange Transportleitungen stattfinden, muss der Ort der Nutzung nicht immer gleich dem Ort der Wassergewinnung sein.

Am Beispiel der Wiener Wasserversorgung ist leicht nachzuvollziehen, dass Wasser, welches in den Alpen gewonnen wird, über die Hochquellwasserleitungen zu den

Nutzerinnen und Nutzern in Wien transportiert wird, und sich so für die Wassergewinnung ein regional etwas abweichendes Bild von der Wassernutzung ergeben kann.

Darüber hinaus zeigt Abbildung 123 in welchen Szenarienregionen mit einer Steigerung (rote Farbtöne) oder mit einem Rückgang (grüne Farbtöne) der Wassergewinnung gerechnet wird. Wesentlich dabei ist, dass insbesondere Steigerungen in bereits intensiv genutzten Regionen, wie zum Beispiel dem südlichen Wiener Becken, absolut gesehen sehr große Steigerungen darstellen.

Bezüglich der Steigerungen der Wassernutzung aus Quellen ist anzumerken, dass Quellschüttungen grundsätzlich nicht gesteigert werden können, sondern lediglich weitere, bislang ungefasste Quellen oder Schüttungsanteile in die Versorgung eingebunden werden können. In Fällen von bereits weitgehend genutzten Quellressourcen können Bedarfssteigerungen in einer Region unter Ausschluss von Oberflächengewässerentnahmen somit nur durch Erhöhungen von Brunnenentnahmen gedeckt werden.

Tabelle 30: Mögliche Entwicklung des Wasserbedarfs der Wasserversorgung bis 2050

	Aktuell	Zeithorizont 2050 Bandbreiten gerundet
Brunnen Mio. m³	407	480–500
Quellen Mio. m³	335	340
Tiefengrundwasser Mio. m³	11	11–12
Wasserversorgung gesamt Mio. m³	753	830–850

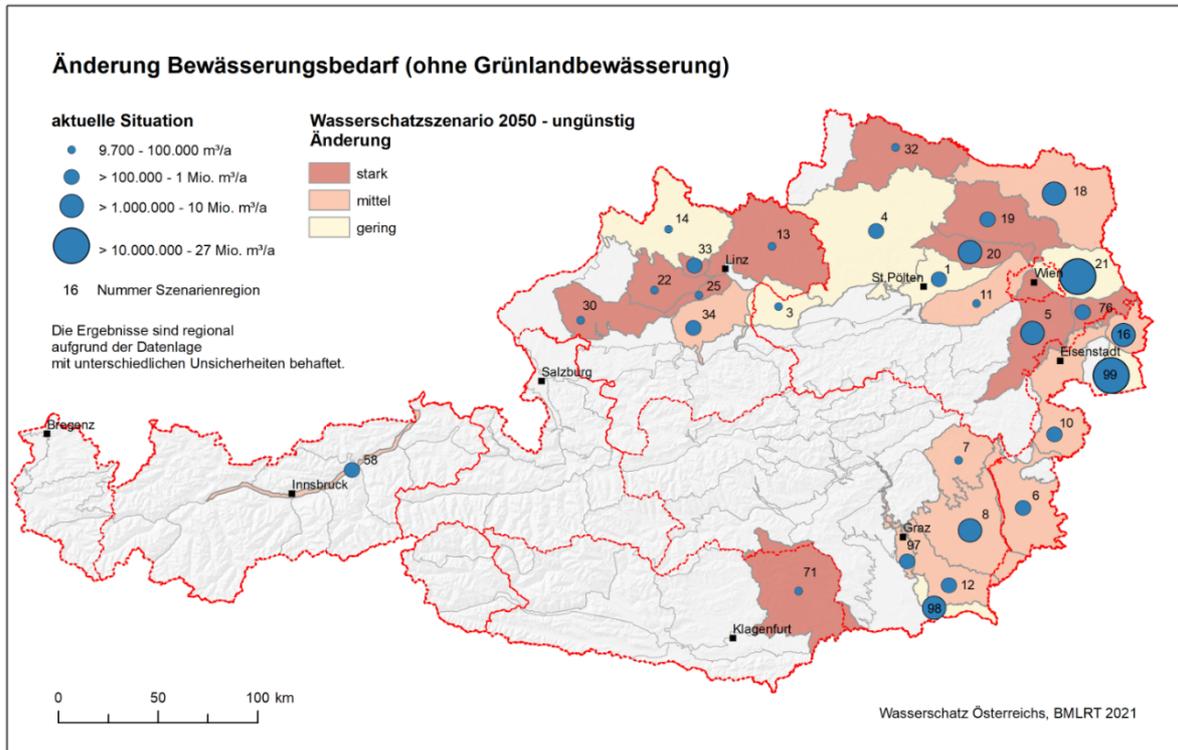
Landwirtschaft - Bewässerung

Die Wasserschatzzenarien gehen davon aus, dass sich das Ausmaß landwirtschaftlicher Flächen bis 2050 um etwa elf Prozent (Sinabell et. al., 2018) verringert. Gleichzeitig wird angenommen, dass die Gesamterträge annähernd gleichbleiben. Daher wird von ertragssteigernden Maßnahmen, zu denen auch Bewässerung zählt, ausgegangen. Die verringerte Wasserverfügbarkeit aus dem Niederschlag in der Vegetationsperiode und das zunehmende Auftreten von Trockenperioden wird dazu führen, dass zur Ertragssicherung die bereits auch bisher bewässerten Fruchtarten in größerem Umfang bewässert werden.

Ein möglicher Wechsel auf trockenheitsresistente Kulturen wurde in den Annahmen nicht berücksichtigt. Dies wäre bereits eine mögliche Anpassungsmaßnahme.

Die mögliche Veränderung des Bewässerungsbedarfes wird in Tabelle 31 und Abbildung 124 für die potentiellen Bewässerungsregionen dargestellt. Das Ausmaß der Änderung ist immer in Zusammenschau mit dem Ausgangsniveau der aktuellen Bewässerungsmengen zu sehen und in Abhängigkeit der Ausbautintensität der Bewässerungsinfrastruktur.

Abbildung 124: Änderung des derzeitigen Bewässerungsbedarfes (ohne Grünlandbewässerung) im Vergleich zum ungünstigen Wasserschatzscenario



Quelle: Umweltbundesamt. Für die Erarbeitung wurden unterschiedliche Datengrundlagen herangezogen. Es werden nur jene Regionen dargestellt, die eine relevante Bewässerungsmenge aufweisen.

Tabelle 31: Mögliche Entwicklung des Wasserbedarfs der landwirtschaftlichen Bewässerung (ohne Grünlandbewässerung) bis 2050

	Aktuell	Zeithorizont 2050 Bandbreiten gerundet	min/max
Brunnen Mio. m³	57	100–107	
Quellen Mio. m³	6	1–1,2	
Oberflächengewässer Mio. m³	6	14–15	
Bewässerungsmenge gesamt Mio. m³	69	115–125	49–159*

* Gesamtsummen enthalten Rundungsdifferenzen und variieren in Abhängigkeit von Niederschlag und Ausbau der Bewässerungsinfrastruktur

Landwirtschaft - Viehwirtschaft

Bis 2050 wird mit einer Abnahme des gesamten Viehbestandes um rund 22 % (in GVE) gerechnet, nur der Rinderbestand zeigt eine Zunahme. Im ungünstigen Fall ergeben die Annahmen für 2050 einen Wasserbedarf von 79 Mio. m³ pro Jahr für die Viehwirtschaft (Tabelle 32), das entspricht einer Steigerung von 46 %. Beim Wasserbedarf für Almvieh, der jährlich etwa 1,3 Mio. m³ ausmacht, kann es in trockenen Sommern, wie bereits in der Vergangenheit beobachtet, in einzelnen Regionen zu Versorgungsengpässen kommen.

Tabelle 32: Mögliche Entwicklung des Wasserbedarfs für die Viehhaltung bis 2050

	Aktuell	Zeithorizont 2050 Bandbreiten gerundet
Brunnen Mio. m³	28	28–39
Quellen Mio. m³	27	29–40
Viehtränke gesamt Mio. m³	55	57–79

Industrie und Gewerbe

In den letzten Jahrzehnten haben technische Entwicklungen dazu beigetragen, dass der Wasserbedarf je Produkteinheit (z. B. Wasserbedarf in m³ je Tonne hergestellten Stahls)

signifikant abgenommen hat. Verfügbare Zeitreihen weisen aber darauf hin, dass diesbezüglich keine weitere starke Abnahme erfolgen und der Wasserbedarf für den Zeithorizont 2050 (Tabelle 33) im Vergleich zum Ist-Stand in etwa gleichbleiben wird. Allerdings kann es durch strukturelle Änderungen in diesem Sektor langfristig zu einem reduzierten Wasserbedarf kommen.

Darüber hinaus kann sich in einzelnen Regionen durch Wegfall, Neuansiedlung oder Erweiterung einzelner großer Betriebe der Wasserbedarf in beide Richtungen deutlich ändern.

Tabelle 33: Mögliche Entwicklung des Wasserbedarfs für Industrie und Gewerbe bis 2050

	Aktuell	Zeithorizont 2050
Brunnen Mio. m³	330	357
Quellen Mio. m³	23	n.a.
Oberflächengewässer Mio. m³	1.857	vermutlich gleich bleibend
Wasserbedarf gesamt Mio. m³	2.210	annähernd gleich bleibend

Ausgewählte Dienstleistungen

Die technische Beschneigung wird laut Klimawandelstudien (Koch et. al., 2019; Hartl et. al., 2015) auch im Jahr 2050 den Skisport in Österreich ermöglichen. Den Wasserbedarf bestimmen gegenläufige Trends: Der Bedarf wird z. B. durch ausgereifere Technik sinken, gleichzeitig aber z. B. durch weniger Naturschnee steigen. Der Kernwinter wird kürzer und die Möglichkeit der Beschneigung vor Weihnachten wird sich auf wenige Tage reduzieren, jedoch wahrscheinlich immer noch in ausreichendem Maß (drei Tage für die Grundbeschneigung) möglich sein.

Neuere Untersuchungen schätzen den Wasserbedarf für Beschneigung auf 3.600 bis 4.600 m³/ha beschneiter Fläche. Da man davon ausgeht, dass sich diese Werte bis zum Jahr 2050 nicht wesentlich erhöhen werden, wurden sie für die Abschätzung des Bedarfes in den Szenarien herangezogen. Der Wasserbedarf für ein Extremjahr wird mit 5.000 m³ pro Hektar angesetzt. Unter diesen Annahmen wird 2050 mit einem Wasserbedarf für die Beschneigung von rund 65 Mio. m³ gerechnet, siehe Tabelle 34. Regional kann es dabei auch zu einem verstärkten Einsatz von Grundwasser für die Beschneigung kommen.

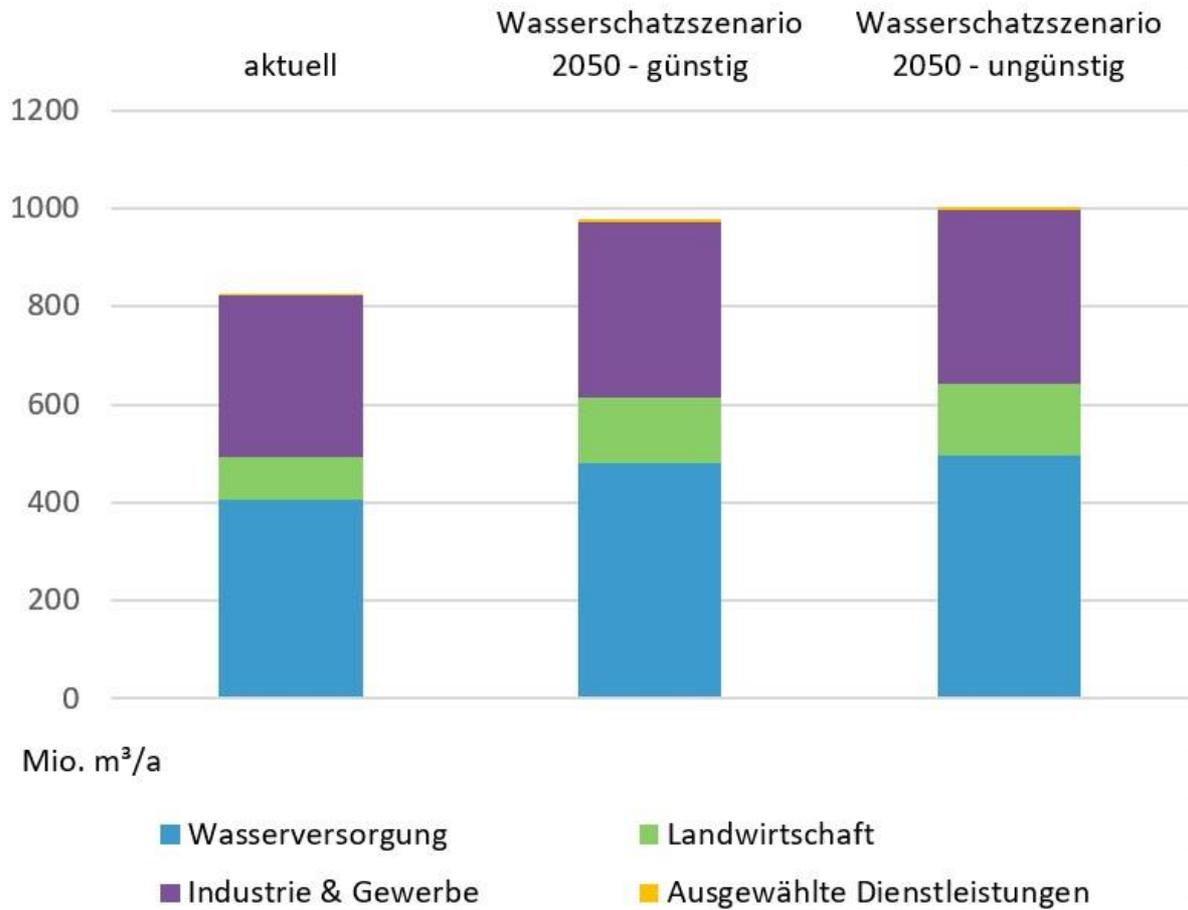
Tabelle 34: Mögliche Entwicklung des Wasserbedarfs für Beschneigung und Golf bis 2050

	Aktuell	Zeithorizont 2050 Bandbreite von–bis
Brunnen Mio. m³	4	5–6
Quellen Mio. m³	3	3–4
Oberflächengewässer Mio. m³	45	55–60
Wasserbedarf gesamt Mio. m³	52	63–70

9.7.4 Grundwasserentnahme aus Brunnen

Wie in Kapitel 7.1.4 dargestellt, werden rund 826 Mio. m³ (die Gesamtsumme enthält Rundungsdifferenzen) des Wasserbedarfs in Österreich aus Brunnen entnommen, rund 407 Mio. m³ davon werden für die Wasserversorgung genutzt, rund 330 Mio. m³ (inkl. Uferfiltrat) für Industrie und Gewerbe, rund 85 Mio. m³ für die Landwirtschaft und rund 4 Mio. m³ für ausgewählte Dienstleistungen. Für 2050 zeigt der Bedarf an Brunnenentnahmen im ungünstigen Wasserschatzscenario eine Zunahme von 21 % auf rund 1 Mrd. m³. Davon entfallen rund 497 Mio. m³ auf die Wasserversorgung, 146 Mio. m³ auf die Landwirtschaft, 357 Mio. m³ auf Industrie und Gewerbe und 5,7 Mio. m³ auf ausgewählte Dienstleistungen (Abbildung 125). Um die Auswirkungen von Brunnenentnahmen auf das Grundwasser zu beurteilen, sind Entnahmemenge, Lage der Entnahmestelle und Nutzungszweck (Wasser für Kühlzwecke wird im Allgemeinen entnahmenah rückeingeleitet bzw. versickert) ausschlaggebend. Der Einfluss von Oberflächengewässern auf Brunnen, die in Gewässernähe liegen, ist unterschiedlich groß und kann jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen.

Abbildung 125: Brunnenentnahmen – aktuell und mögliche Entwicklung bis 2050



Insgesamt werden derzeit rund 826 Mio. m³ oder 16 % der verfügbaren Grundwasserressourcen durch Brunnenentnahmen genützt. Im „Wasserschutzzszenario 2050 – ungünstig“ erhöht sich der Wert auf rund 1.000 Mio. m³ oder 26 %. Dies resultiert einerseits aus der Abnahme der verfügbaren Grundwasserressource und andererseits aus dem steigenden Bedarf, wobei die Verhältnisse in den Szenarienregionen unterschiedlich sein können.

Nachfolgend wird die Nutzungsintensität der Grundwasserressourcen in den Szenarienregionen beschrieben.

9.7.5 Verfügbare Grundwasserressource

Abbildung 126 bis Abbildung 129 stellen jeweils die verfügbare Grundwasserressource (in mm) und die Änderung der verfügbaren Grundwasserressource für das jeweilige Wasserschutzzszenario 2050 bezogen auf die aktuelle Situation dar. Für die Festlegung von

„günstigem Szenario“ und „ungünstigem Szenario“ wurde die Nutzungsintensität des Grundwasserkörpers verwendet, also das Verhältnis von Bedarf zur Ressource, siehe Kapitel 9.7.1 . Erhöht sich der Wasserbedarf in einer Region stark, dann können die Szenarien eine ungünstige Gesamtentwicklung ergeben, auch wenn sich gleichzeitig die verfügbare Grundwasserressource positiv entwickelt.

Das „Wasserschutzeszenario 2050 – ungünstig“ zeigt eine österreichweite Abnahme der Grundwasserressourcen um rund 23 %, das bedeutet eine Abnahme von 5.100 Mio. m³ auf 3.900 Mio. m³. Regional sind aber auch Rückgänge von über 30 % möglich. Im Osten ist die Abnahme weniger deutlich ausgeprägt, teilweise kann hier sogar auf Grund höherer Winterniederschläge eine Zunahme der Ressourcen erwartet werden. Diese Zunahme erfolgt jedoch von einem geringen Ausgangsniveau aus und ist gleichzeitig mit ungünstigen Entwicklungen von Temperatur und Verdunstung im Sommer verbunden.

Abbildung 126: Verfügbare Grundwasserressource auf Ebene der Szenarienregionen für das „Wasserschutzeszenario 2050 – günstig“

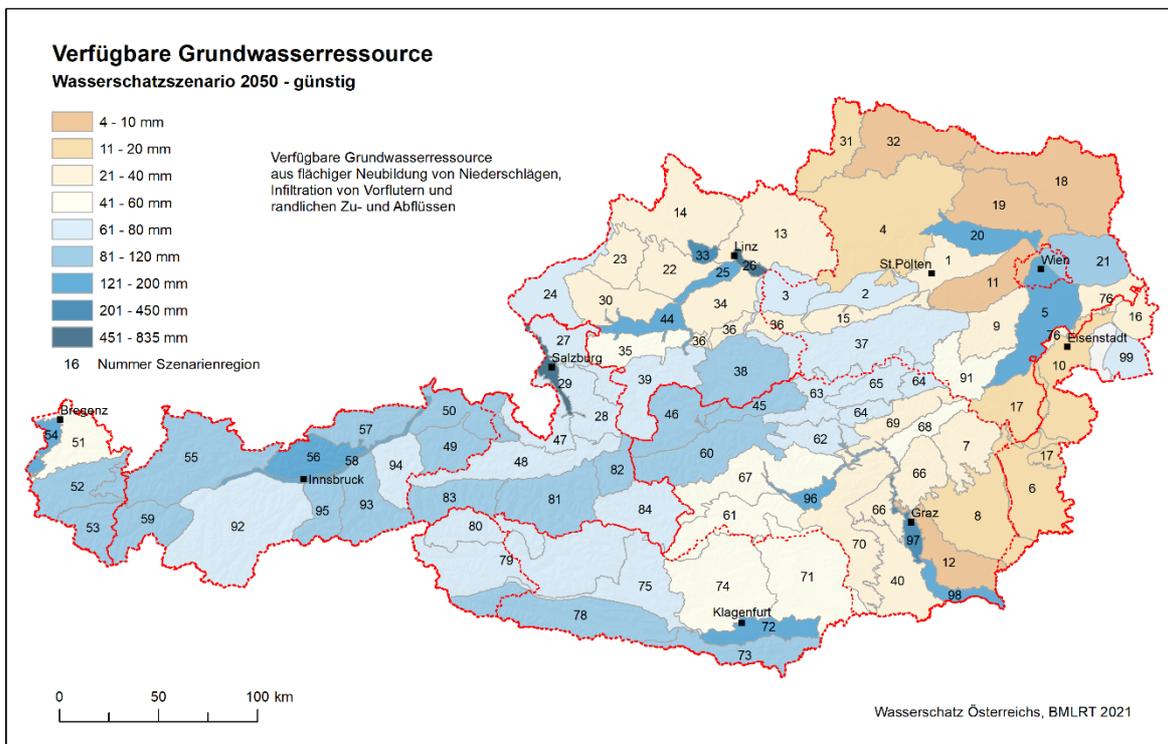


Abbildung 127: Änderung der verfügbaren Grundwasserressource auf Ebene der Szenarienregionen unter Annahme des „Wasserschattszenarios 2050 – günstig“

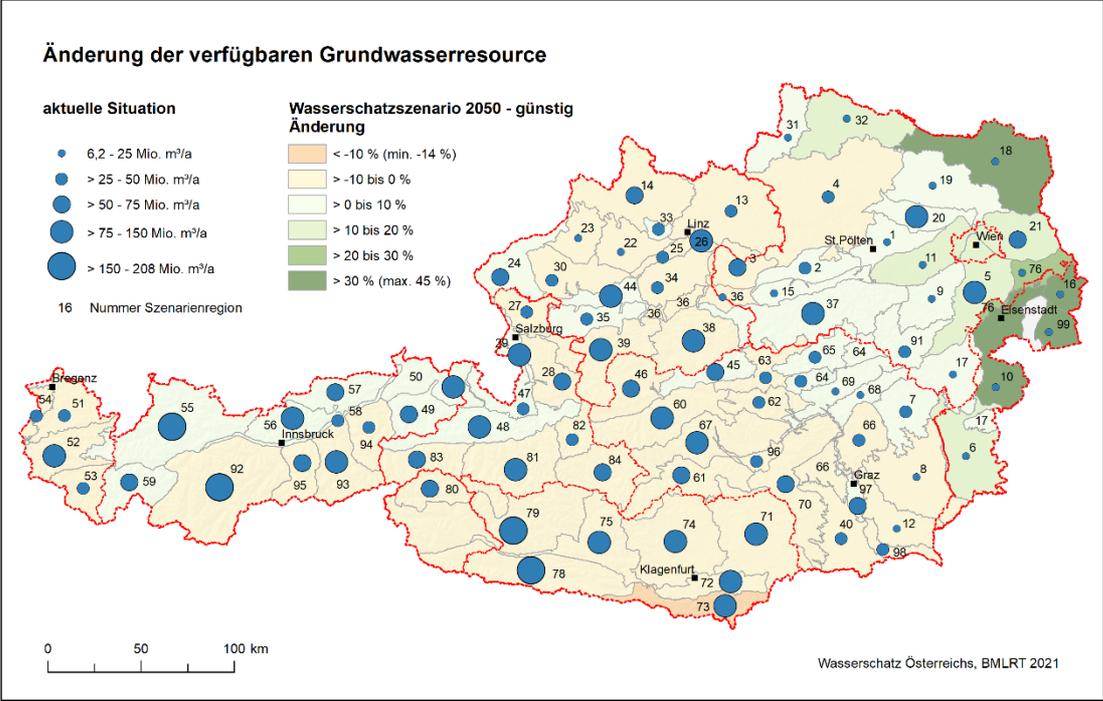


Abbildung 128: Verfügbare Grundwasserressource auf Ebene der Szenarienregionen für das „Wasserschatzscenario 2050 – ungünstig“

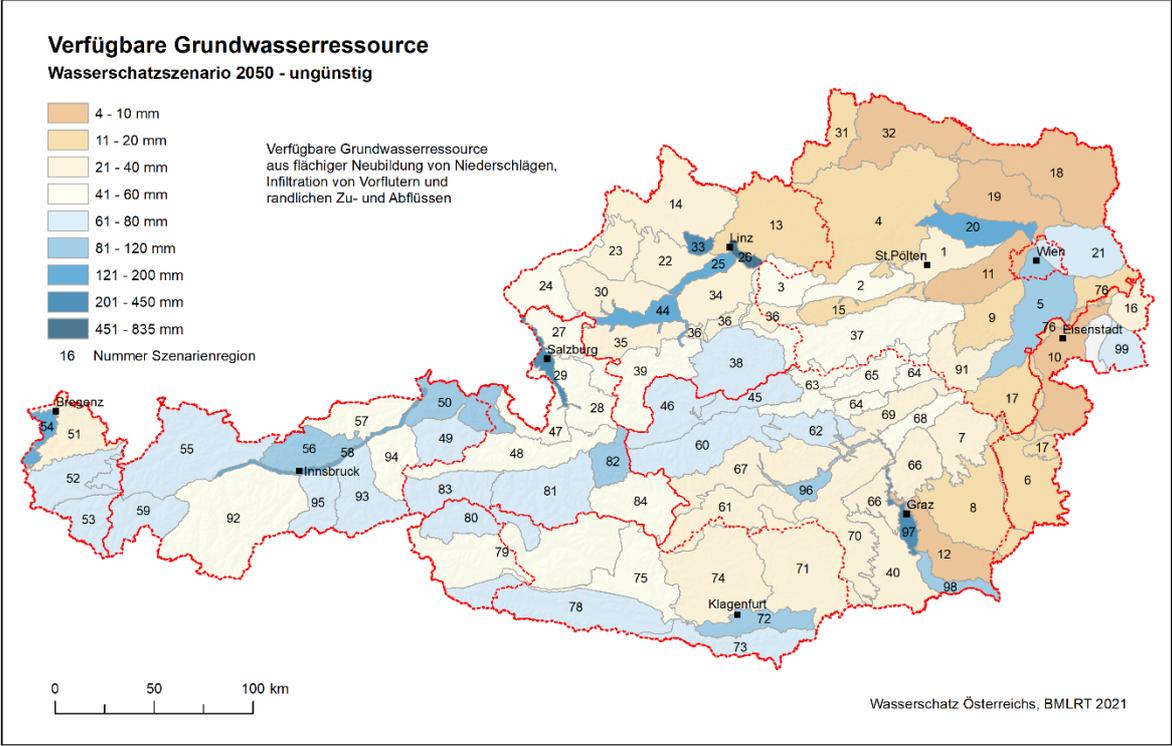
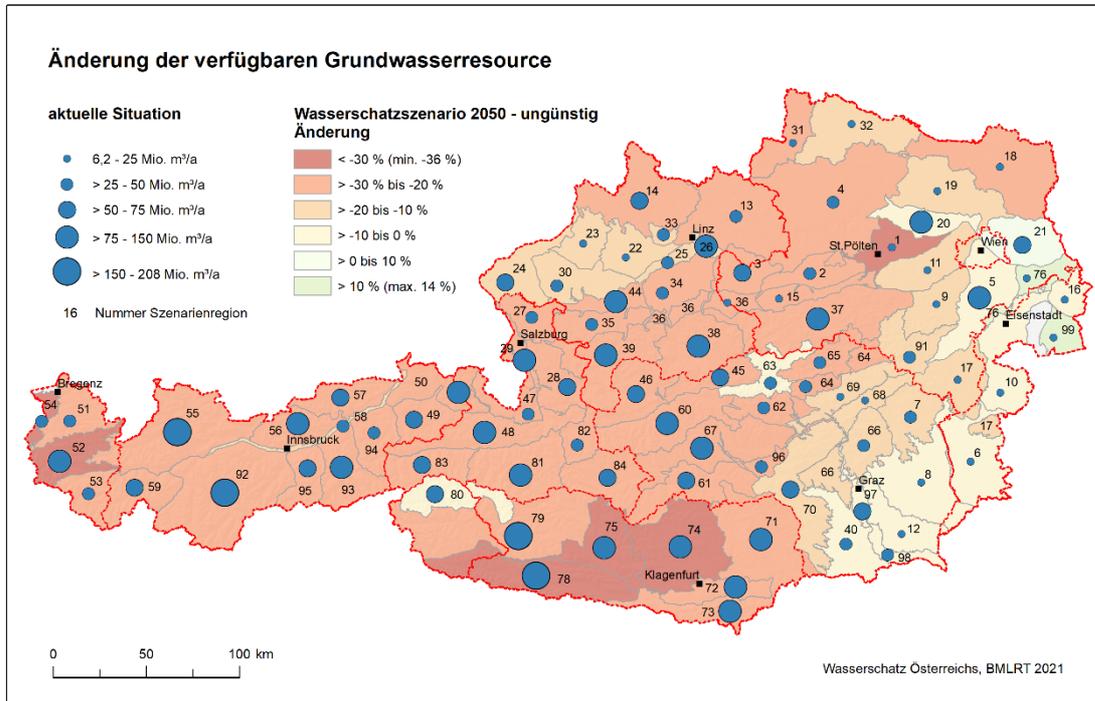


Abbildung 129: Änderung der verfügbaren Grundwasserressource (%) auf Ebene der Szenarienregionen unter Annahme des „Wasserschattszenarios 2050 – ungünstig“



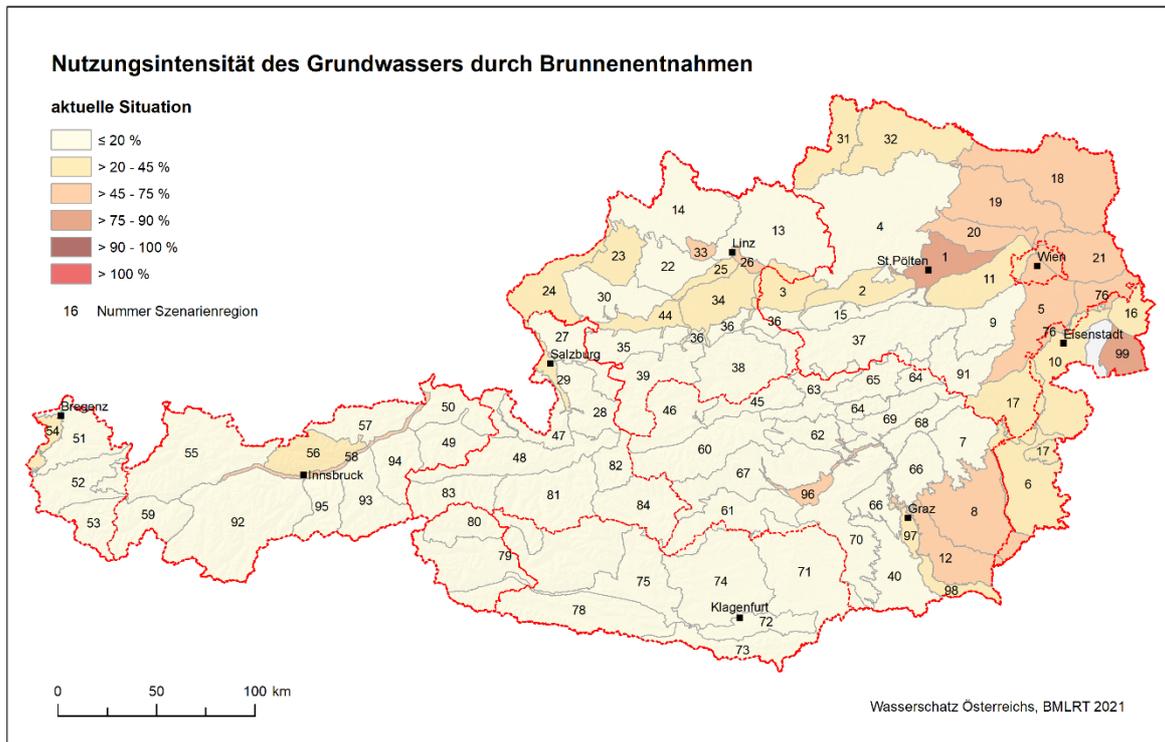
9.7.6 Nutzungsintensität der Grundwasserressourcen

Die Nutzungsintensität ergibt sich aus dem langjährigen Durchschnitt der Gegenüberstellung von Brunnenentnahmen aus dem Grundwasser und der verfügbaren Grundwasserressource. Im Gegensatz zu Kapitel 7.2 wird im Folgenden die Nutzungsintensität des Grundwassers auf Ebene der Szenarienregionen dargestellt. Die Szenarienregionen wurden für die fachlich korrekte Anwendung der ÖKS15 Daten der Klimaszenarien aus Teil-Grundwasserkörpern aggregiert, siehe Kapitel 4.2. Zur Vergleichbarkeit der zukünftigen Entwicklung mit der aktuellen Situation wird daher auch die aktuelle Nutzungssituation auf Ebene der Szenarienregionen abgebildet, siehe Abbildung 130.

Auch wenn die durchschnittlich verfügbare Grundwasserressource nicht zur Gänze ausgeschöpft wird, steht der restliche Anteil nicht in allen Fällen für weitere Nutzungen zur Verfügung. Die verbleibenden Ressourcen können durch vergebene Wasserrechte bereits belegt sein. Insbesondere um den Spitzenbedarf decken zu können, gehen bewilligte Wasserrechte meist über den Durchschnittsbedarf hinaus. Lokal können auch ungünstige geologische Verhältnisse die tatsächliche Wasserverfügbarkeit einschränken. In dem Fall spricht man von mangelnder Erschötbarkeit der Ressourcen. Das bedeutet, dass die

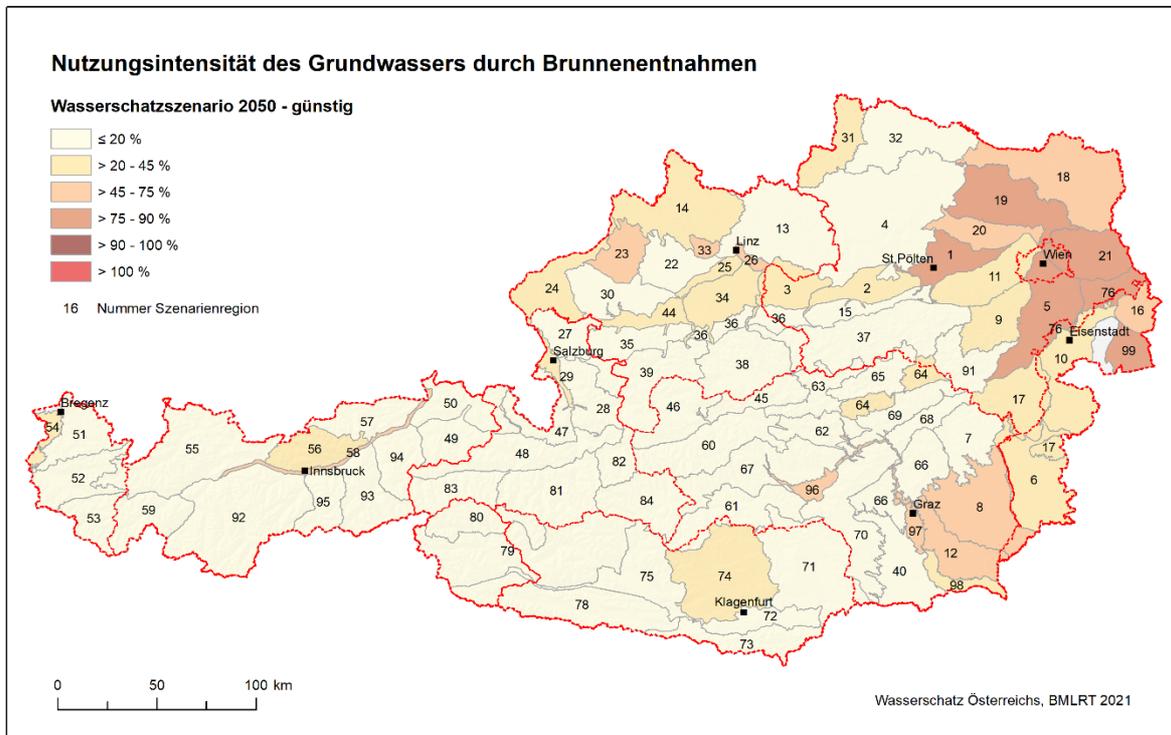
Förderung des Wassers auf Grund hydrogeologischer Gegebenheiten nur in eingeschränktem Umfang möglich ist.

Abbildung 130: Nutzungsintensität des Grundwassers durch Brunnenentnahmen auf Ebene der Szenarienregionen – aktuelle Situation



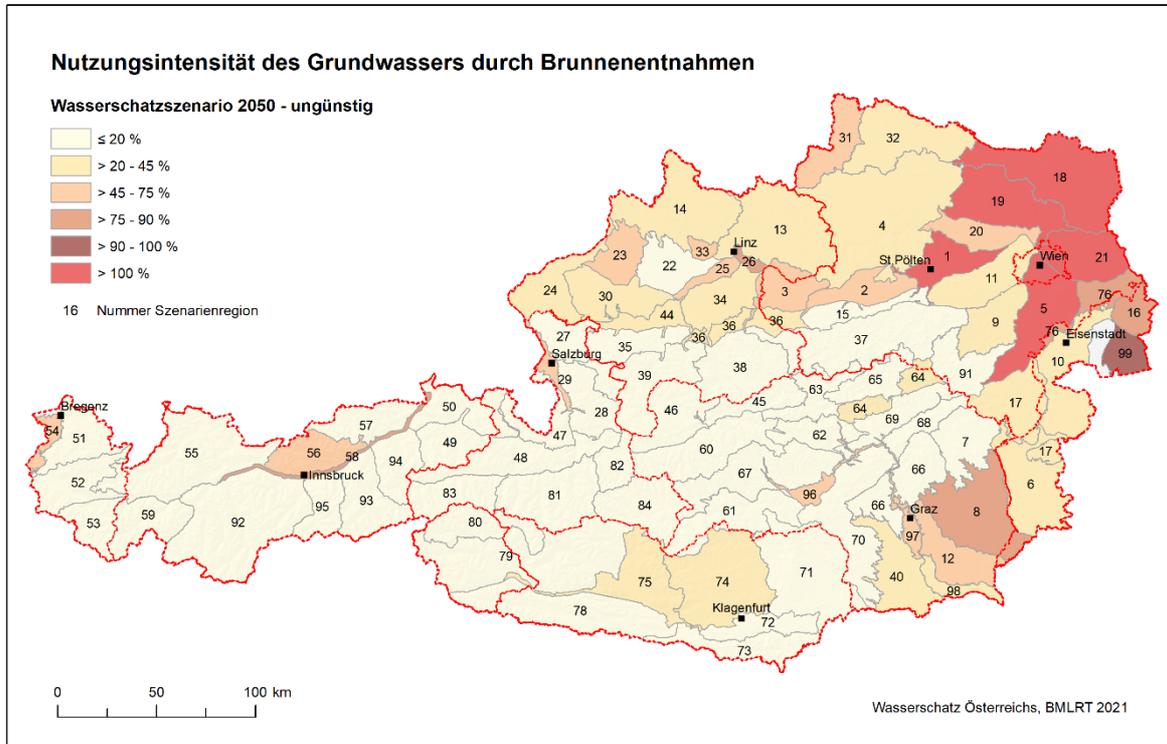
Die Darstellung der aktuellen Situation der Nutzungsintensität in Abbildung 130 zeigt, dass der Bedarf aus Brunnen in allen Regionen nachhaltig gedeckt werden kann. Die Nutzungsintensität ist österreichweit betrachtet überwiegend gering. Höhere Nutzungsintensitäten treten im Nordosten, Osten und Südosten von Österreich auf, wobei diese in zwei Regionen in die Klasse mit sehr hoher Ausnutzung von größer 75 bis 90 % fallen.

Abbildung 131: Nutzungsintensität des Grundwassers durch Brunnenentnahmen auf Ebene der Szenarienregionen unter Annahme des „Wasserschutzeszenario 2050 – günstig“



Die Ergebnisse für den Zeithorizont 2050 im „Wasserschutzeszenario 2050 – günstig“ zeigen in Abbildung 131, dass der Wasserbedarf grundsätzlich geringer ist als die verfügbare Grundwasserressource. Allerdings sind in einigen Szenarienregionen die Nutzungsintensitäten im Vergleich zur aktuellen Situation höher und auch die Anzahl der Gebiete mit der Klasse größer 75 % nimmt zu.

Abbildung 132: Nutzungsintensität des Grundwassers durch Brunnenentnahmen auf Ebene der Szenarienregionen unter Annahme des „Wasserschutzenszenario 2050 – ungünstig“



Für das „Wasserschutzenszenario 2050 – ungünstig“ sind die Ergebnisse der Nutzungsintensität in den Szenarienregionen in Abbildung 132 ausgewiesen. Aus der Karte ist ersichtlich, dass bei diesem Szenario der Bedarf, der aus Brunnen gedeckt wird, die verfügbare Grundwasserressource in einigen Regionen übersteigen kann und in einigen weiteren Regionen die Nutzungsintensität höher ist als beim „Wasserschutzenszenario 2050 – günstig“.

Im Vergleich mit den Ausführungen und Darstellungen zur „verfügbaren Grundwasserressource“ in Kapitel 9.7.5 sieht man, dass in einigen Regionen im Osten Österreichs die Nutzungsintensität deutlicher steigt, als die in Abbildung 127 und Abbildung 129 dargestellten Veränderungen bzw. Abnahmen der verfügbaren Grundwasserressource vermuten ließe. Das bedeutet, dass in diesen Regionen im Osten, die tendenziell bereits eine geringere verfügbare Grundwasserressource aufweisen, auch der Wasserbedarf der Sektoren zunimmt und somit die Nutzungsintensität steigt.

Nutzungsintensität

Aktuell kann der Bedarf aus dem Grundwasser nachhaltig gedeckt werden. Für den Zeithorizont 2050 ergibt das Wasserschutzszenario „günstig“, dass in einigen Szenarienregionen die Nutzungsintensitäten steigen und die Anzahl der Gebiete mit sehr hoher Ausnutzung (größer 75 bis 90 %) zunehmen. Im Wasserschutzszenario „ungünstig“ zeigt sich, dass der Bedarf in einigen Regionen die verfügbaren Grundwasserressourcen übersteigen kann. In einigen weiteren Regionen steigt zudem die Nutzungsintensität. Szenarienregionen mit einer Nutzungsintensität über 75 % sollen im Rahmen einer vorausschauenden wasserwirtschaftlichen Planung besondere Berücksichtigung finden.

10 Wasserknappheit und Trockenheit – Maßnahmenkatalog

Wasserknappheit ist ein durch Menschen verursachtes Phänomen. Es handelt sich um ein wiederkehrendes Ungleichgewicht, das aus einer Übernutzung der Wasserressourcen resultiert, verursacht durch Entnahmen, die signifikant über der natürlichen Erneuerungsrate liegen (BMLRT, NGP 2015) bzw. wenn eine schlechte Qualität der Wasserressourcen ihre Nutzung einschränkt. Klimabedingungen und Wasserbedarf, also eine Kombination von natürlichen und sozioökonomischen Faktoren sind die Schlüsselfaktoren für Wasserknappheit. Die Europäische Umweltagentur (EEA) schätzt, dass etwa ein Drittel des EU-Gebiets dauerhaft oder vorübergehend der Belastung durch Wasserknappheit ausgesetzt ist. Agrarflächen mit intensiver Bewässerung, touristisch beliebte Inseln in Südeuropa und große Ballungsräume gelten als die größten Problemgebiete für Wasserknappheit. Es ist zu erwarten, dass die Wasserknappheit aufgrund des Klimawandels zunehmen wird (EEA, 2018).

Trockenheit ist ein natürliches Phänomen. Es handelt sich um eine zeitweise starke Verringerung der durchschnittlichen Niederschlagswerte (ein Regendefizit) in einer größeren Region und über eine signifikante Zeitperiode hinweg, die – abhängig von deren Schwere und Dauer – zu meteorologischen, landwirtschaftlichen, hydrologischen und sozioökonomischen Dürreerscheinungen führen kann. Mit dieser Definition wurde eine Differenzierung der bislang analog verwendeten Begriffe Trockenheit und Dürre vorgenommen. Während Trockenheit ein Fehlen von Feuchtigkeit bezeichnet, bezieht der Begriff Dürre auch den Wasserbedarf von Organismen ein (BMLRT, 2021a). Die Trockenheit in Österreich im Jahre 2018 hat sogar zur Erstellung einer Sonderrichtlinie Trockenheit 2018 zur Abfederung von Einkommensverlusten für die Landwirtschaft (BMNT, 2018b) geführt.

Dürre ist ein extremer, über einen längeren Zeitraum herrschender Zustand, in dem aus hydrologischer, landwirtschaftlicher oder ökologischer Sicht weniger Wasser verfügbar als erforderlich ist. Dies schließt auch den Wasserbedarf von Organismen mit ein. Dürre ist jedoch ein relativer Begriff, der in Bezug zu den regionalen Niederschlagsverhältnissen gesehen wird. Deshalb muss bei jeder Diskussion der Bezug zu den regionalen Verhältnissen hergestellt werden (IPCC, 2012).

- **Meteorologische Dürre:** Die meteorologische Dürre wird aufgrund der Niederschlagsmenge und einem gewählten Zeitraum definiert. Die zugehörigen Schwellenwerte sind standort- oder regionenspezifisch und hängen von der jeweiligen Fragestellung ab. In Abhängigkeit der Dauer kann die meteorologische Dürre zu landwirtschaftlicher oder hydrologischer Dürre führen (Bender & Schaller, 2014).
- **Landwirtschaftliche Dürre:** Von einer landwirtschaftlichen oder Bodenfeuchte Dürre wird gesprochen, wenn ein Niederschlagsdefizit in Verbindung mit hohen Verdunstungswerten auftritt. Dadurch ist die Bodenfeuchtigkeit in einem Agrargebiet ab einem bestimmten Zeitpunkt nicht ausreichend, um eine durchschnittliche landwirtschaftliche Produktion von Nutzpflanzen zu gewährleisten. Eine landwirtschaftliche Dürre kann nur während der Vegetationsperiode auftreten. Außerhalb der Vegetationsperiode kann darüber hinaus die sogenannte Frostrocknis oder Winterdürre auftreten.
- **Hydrologische Dürre:** Die hydrologische Dürre charakterisiert den Zustand, wenn die Wasserreserven in Seen oder Wasserspeichern unter einen festgelegten Schwellenwert wie z. B. einen statistischen monatlichen Durchschnittswert oder einen definierten Wasserstand fallen. Niederschlagsdefizite führen in Einzugsgebieten zur Abflussminderung, bis der Abfluss nur noch durch das Grundwasser gespeist wird. Im weiteren Verlauf werden die Grundwasserspeicher weiter aufgebraucht, was letztendlich zur Grundwasser-Dürre (groundwater drought) führt (Bender & Schaller, 2014).
- **Sozioökonomische Dürre:** Von einer sozioökonomischen Dürre wird gesprochen, wenn es zu einem Versagen der Wasserversorgung kommt, d. h. wenn der Bedarf nicht mehr ausreichend gedeckt werden kann. Dies tritt z. B. ein, wenn der Wasserverbrauch der Bevölkerung die natürlich vorhandenen und regenerierbaren Wasservorräte übersteigt (Cutter, 2001). Neben hydrologischen Ursachen können Planungsfehler und Missmanagement Auslöser dieses Dürretyps sein (Sanchez et al. 2000, Bender & Schaller, 2014) (vgl. auch „Wasserknappheit“).

Um effiziente Frühwarnsysteme einrichten zu können, werden Daten und Indikatoren benötigt. Die Gemeinsame Forschungsstelle (Joint Research Centre – JRC) der Kommission hat eine Europäische Dürrebeobachtungsstelle (European Drought Observatory) eingerichtet, die die Entwicklungen beobachtet und fortlaufend Prognosen veröffentlicht. Gleichzeitig werden die EU-Mitgliedstaaten ermutigt, Dürreerisiken in ihren Bewirtschaftungsplänen für die Einzugsgebiete zu berücksichtigen. Die Politik der EU im Bereich Wasserknappheit und Trockenheit beruht auf dem Grundsatz der

Wasserhierarchie, der zufolge Infrastrukturen für zusätzliche Wasserversorgung wie Fernleitungen oder Entsalzungsanlagen nur in Erwägung gezogen werden sollten, wenn alle Maßnahmen auf der Nachfrageseite wie Wassereinsparung, Wassereffizienzverbesserungen und Wasserpreisgestaltung erschöpft sind (EC, 2010). Bis 2012 wurde das bisherige europäische Programm überprüft und angepasst und ist in den Blueprint der Europäischen Kommission für den Schutz der europäischen Wasserressourcen eingeflossen. Eines der wesentlichen Ziele des Blueprints ist die Erhöhung der Wassereffizienz, um dem Wasserstress vorzubeugen.

Dürrierisikomanagementplan

Um die Risiken von Wasserknappheit und Trockenheit langfristig vermindern zu können, wäre ein Planungszyklus inklusive Maßnahmenkatalog analog zum Hochwasserrisikomanagementplan (BMLRT, 2020b) empfehlenswert. Der Hochwasserrisikomanagementplan basiert auf folgender Vorgangsweise

- Durchführung einer vorläufigen Bewertung des Hochwasserrisikos und Ausweisung von potentiellen Hochwasserrisikogebieten,
- Erstellung von Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten,
- Erstellung eines Hochwasserrisikomanagementplanes mit einem Maßnahmenprogramm für die ausgewiesenen Risikogebiete.

Eine Erstellung von österreichweit flächendeckenden Dürrierisikomanagementplänen wird als nicht notwendig erachtet, wäre aber in niederschlagsarmen Regionen mit bereits bestehenden hohen Ausnutzungsgraden der verfügbaren Grundwasserressource empfehlenswert (BMLRT, 2021a).

Maßnahmenkatalog

Aufbauend auf bereits vorhandene Maßnahmen mit Bezug zu Wasserknappheit und Trockenheit sollten mit einem Maßnahmenkatalog folgende Ziele abgedeckt werden:

- Maßnahmen, die die Stärkung des Risiko- und Gefahrenbewusstseins zum Ziel haben – Phase der **Bewusstseinsbildung**,
- Maßnahmen, die das Ziel der Reduktion von Risiken durch Wasserknappheit und Trockenheit haben – Phase der **Vorsorge** und Phase der **Vorbereitung**,

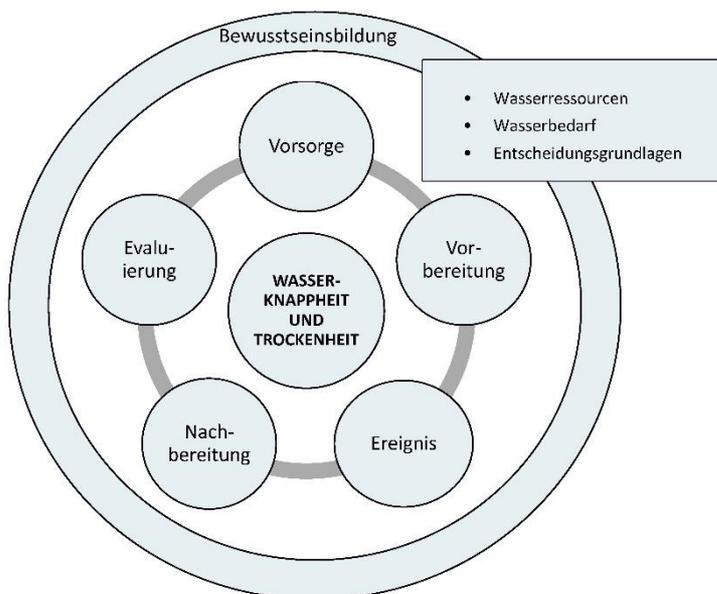
- Maßnahmen, die die Reduktion nachteiliger Folgen während und nach Wasserknappheit und Trockenheit zum Ziel haben – Phase des **Ereignisses** und Phase der **Nachsorge**,
- Maßnahmen, die die Wirkung der gesetzten Maßnahmen bewerten – Phase der **Evaluierung**.

Weiters wäre eine thematische Einteilung (siehe auch Abbildung 133) der Maßnahmen bezüglich ihrer Wirkungen auf

- die Wasserressourcen,
- den Wasserbedarf und
- auf Entscheidungsgrundlagen denkbar.

Eine derart strukturierte Maßnahmensammlung (s. auch Tabelle 35) könnte als Basis für die Verantwortlichen und Stakeholder dienen, einen Maßnahmenkatalog zu erarbeiten und zu diskutieren, der unter Einbeziehung regionaler Gegebenheiten bzw. in Abhängigkeit des Risikos weiter nach Dringlichkeit und Wichtigkeit zu priorisieren wäre.

Abbildung 133: Zyklus eines Maßnahmenmanagements zu Wasserknappheit und Trockenheit für die Wasserwirtschaft



Quelle: Umweltbundesamt

Tabelle 35: Einteilung der Maßnahmen in Phasen, Themen, Kategorien und Sektoren

Kriterien	Phasen	Themen	Kategorien	Sektoren
	Bewusstseinsbildung	Wasserressourcen	Datengrundlagen	Wasser-versorgung
	Vorsorge	Wasserbedarf	Kommunikation	Landwirtschaft
	Vorbereitung	Entscheidungsgrundlagen	Politische Instrumente	Industrie und Gewerbe
	Ereignis		Forschung & Technologie	Dienstleistungen
	Nachbereitung		Praxis	Wasserhaushalt
	Evaluierung		Werkzeuge & Leitfäden	

Der Maßnahmenkatalog soll generell zur Risikominderung von Wasserknappheit und Trockenheit, von dadurch ausgelösten Schäden und den damit verbundenen wirtschaftlichen Aufwendungen beitragen. Unter Annahme eines moderaten Klimawandelszenarios werden bis 2065 Dürren etwa alle vier Jahre auftreten (COIN, 2015). Das Dürrierisiko wird nicht nur durch Niederschlagsabnahme bedingt, sondern auch durch den früheren Beginn der Vegetationsperiode und höherer Verdunstung verstärkt. Langfristige Vorsorge zahlt sich schon aus wirtschaftlichen Gründen aus, denn die Schäden durch den Klimawandel können jährlich bis zu 8 Mrd. € betragen (COIN, 2015).

Beispiele für bestehende Vorsorgemaßnahmen im Sektor Landwirtschaft:

In Österreich kann das Trockenheitsmonitoring- und Vorhersagesystem ARIS (Agro Risk Information System²³) für wichtige Nutzpflanzen genutzt werden. Es beruht auf dem Forschungsprojekt „AgroDroughtAustria (ADA)“ des ACRP Forschungsprogramms finanziert durch den österreichischen Klima- und Energiefonds. ARIS beruht auf räumlichen, aufbereiteten Datensätzen von Wetterparametern (INCA Produkt der ZAMG – Tagesdaten und Vorhersage), Bodendaten (eBOD der BFW bzw. BAW) und Landnutzungsklassen (CORINE), die in Form von Gitterdaten mit einer Auflösung von 0,5 (Landnutzungs-klasse, Bodendaten) bis 1 km (Wetterdaten, Höhenmodell) Gittergröße eingehen. Das bis 2022

²³ <https://warndienst.lko.at/trockenheitsmonitoring-und-vorhersagesystem-aris+2500+1073326>

laufende internationale Interreg Forschungsprojekt „Alpine Drought Observatory (ADO)“²⁴ mit Beteiligung der ZAMG und des Landes Oberösterreich, hat die Errichtung eines virtuellen Observatoriums für die Überwachung von Dürren im gesamten Alpenraum und darüber hinaus zum Ziel. Aus den Daten sollen Empfehlungen für eine verbesserte Risikoversorgung und ein effizienteres Dürremanagement abgeleitet werden.

Für die Landwirtschaft besteht die Möglichkeit eines Risikoversicherungssystems. Mit dem Produkt „Dürreindex“ kann für Wintergetreide (außer Wintergerste), Mais/Sojabohne und Grünland eine weitere Absicherung abgeschlossen werden.

²⁴ <https://www.alpine-space.eu/projects/ado/en/home>

11 Kennzahlen Wassernutzung

Kennzahlen zur Wassernutzung geben einen Überblick über den Wasserbedarf der jeweiligen Wirtschaftssektoren auf räumlicher und zeitlicher Ebene. Als Ergebnis der Gegenüberstellung des räumlich und zeitlich definierten Bedarfes mit den jeweiligen verfügbaren Grundwasserressourcen werden Indikatoren zur nachhaltigen Nutzung der Ressourcen und zum Identifizieren von Wasserknappheit (aufgrund von anthropogenen Wasserentnahmen) und von Dürre und Trockenheit (aufgrund von hydrometeorologischen Bedingungen) generiert. Aufgrund der klimatischen Entwicklungen in den letzten Jahren gewinnen diese Indikatoren an Bedeutung.

Sowohl für das europäische als auch für das internationale Berichtswesen werden Daten zu Wasserressourcen und Wasserbedarf angefragt. Auf europäischer Ebene umfasst das verpflichtende Berichtswesen u. a. jenes zur EU-Wasserrahmenrichtlinie mit dem Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplan als bundesweite wasserwirtschaftliche Planungsgrundlage. Darüber hinaus sind weitere, auf freiwilliger Basis bestehende, Berichtsschienen in Europa bzw. auf internationaler Ebene installiert. Als Beispiele können hier genannt werden:

- Europäische Umweltagentur (EEA): Chemischer und quantitativer Zustand des Wassers (WISE – Wasserinformationssystem für Europa, <https://water.europa.eu>)
- OECD/Eurostat: Joint Questionnaire on Inland Waters
- UN Nachhaltigkeitsziele: 17 Sustainable Development Goals
<https://sdgs.un.org/goals>
- FAO: AQUASTAT – FAO's Global Information System on Water and Agriculture
<http://www.fao.org/aquastat/en/>

Für die verschiedenen Berichtsschienen werden die Daten einerseits in unterschiedlicher räumlicher und zeitlicher Auflösung, andererseits mit unterschiedlichen Parameterinhalten benötigt. Die Datengrundlagen dafür stehen in Österreich nur bedingt zur Verfügung, vor allem jährliche Aktualisierungen sind für die meisten Bereiche nicht möglich, siehe Kapitel 4.5.

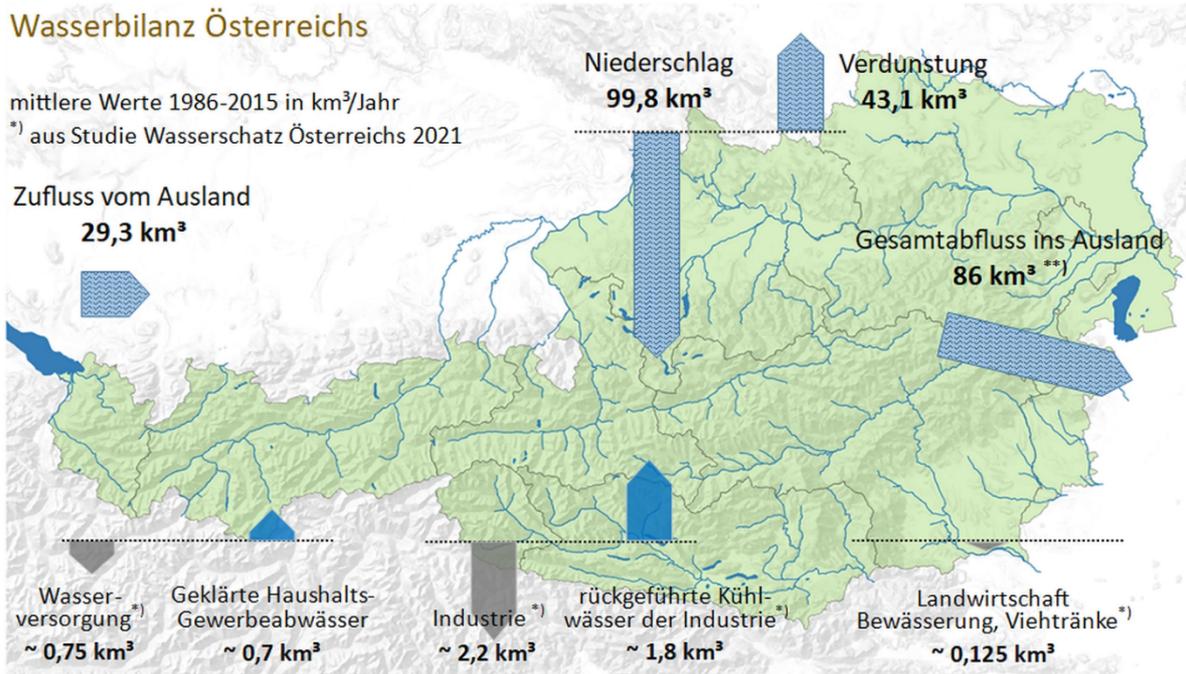
11.1 Wasserbilanz Österreichs

Die Gegenüberstellung der gesamten Wasserressourcen und der Wassernutzung in Österreich wird bundesweit als Wasserbilanz dargestellt. Daten zu den wesentlichen Komponenten des Wasserkreislaufs fallen in den Zuständigkeitsbereich des Hydrographischen Dienstes. Der Hydrographische Dienst Österreichs betreibt seit 125 Jahren ein Basismessnetz zur Erfassung des Niederschlags, zur Bestimmung von Durchfluss und Wasserstand an Fließgewässern und Seen und zur Beobachtung der Grundwasserstände und Quellen in Österreich. Die Daten vieler Messstellen werden von den hydrographischen Organisationseinheiten in den Bundesländern an das Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus (BMLRT) übertragen. Ein hydrographischer Datenverbund sorgt dafür, dass diese Daten halbstündlich an das BMLRT übermittelt und in eine Datenbank importiert werden. Öffentlich verfügbar sind die Daten in den eHYD-Karten²⁵ und im Hydrographischen Jahrbuch.

Angaben zu Berechtigungen für eine Wasserbenutzung finden sich in den Wasserbüchern der Bundesländer. Allerdings liegen in Österreich keine zentral verfügbaren Angaben zu tatsächlich genutzten Wassermengen vor. Diese wurden basierend auf den in der vorliegenden Studie erarbeiteten Ergebnissen aktualisiert. Die gesamte Wasserbilanz ist in Abbildung 134 dargestellt. Im Vergleich zu den bisherigen Wassernutzungsdaten ergeben sich sowohl für die Wasserversorgung als auch für die Industrie höhere Entnahmemengen, die auf Bundesebene in Relation zu den Wasserressourcen jedoch immer noch relativ gering sind. Die Erhöhung der der Industrie zugeordneten Wassernutzungsmengen ergibt sich vor allem aus einer in den letzten Jahren verbesserten Datenlage, die durch Intensivierung der Gütereinsatzstatistikerhebung initiiert wurde.

²⁵ <https://ehyd.gv.at/>

Abbildung 134: Wasserbilanz Österreichs, Stand 2021



Quelle: BMLRT 2021

**) oberirdischer Abfluss 83,5 km³ / unterirdischer Abfluss 2,5 km³

Quelle: BMLRT, 2021c

11.2 Datengrundlagen

Über die Wasserbilanz hinausgehende Datengrundlagen zu Wasserbedarf, Wassernutzung und Wasserressourcen sind in Österreich nur in Teilbereichen in der notwendigen räumlichen und zeitlichen Auflösung vorhanden, siehe auch Kapitel 4.4. Die vorliegende Studie mit dem Schwerpunkt der Grundwasserressourcen und Grundwassernutzungen hat aufgrund der Notwendigkeit der Gesamtbetrachtung von Wassernutzungen auch jene Nutzungen aus Oberflächengewässern nach Maßgabe der Möglichkeiten erfasst. Im Hinblick auf die Bewertung der Ressourcensituation und der notwendigen Auswahl einer alternativen Wasserressource im Falle von Wasserknappheit oder Trockenheit ist die Kenntnis der gesamten Wassernutzungssituation in einer Region notwendig.

Wasserentnahmen aus Oberflächengewässern können zu Veränderungen der Abflussmengen und auch der Abflussdynamik führen. Wenn die Entnahmen in Oberflächengewässern, die gewässertypspezifische Biozönose soweit beeinträchtigen, dass der gute ökologische Zustand bei den biologischen Qualitätselementen nicht mehr erreicht werden

kann, so stellt die Entnahme eine signifikante Belastung dar. Als Richtwert fungiert der ökologisch erforderliche Mindestabfluss (siehe Qualitätszielverordnung Ökologie – Oberflächengewässer, §13) der über die Basiswasserführung, aber auch über die dynamische Wasserführung im zeitlichen Verlauf definiert wird.

Wesentliche Entnahmen von Oberflächenwasser, die im Rahmen der Studie erhoben wurden, erfolgen durch Industrie und Gewerbe. Anzumerken ist, dass Ausleitungen für Wasserkraftnutzung nicht Gegenstand der Arbeiten waren. Von den insgesamt erfassten 1.908 Mio. m³ Oberflächenwasserentnahmen werden 1.857 Mio. m³ von Industrie und Gewerbe entnommen. Zum überwiegenden Teil (89 % basierend auf der Gütereinsatzstatistik 2020) werden diese Wassermengen für Kühlzwecke eingesetzt und in der Regel orts- und zeitnah wieder in den Wasserkreislauf rückgeführt. Daher bewirken diese Oberflächenwasserentnahmen mengenmäßig keine wesentliche Änderung. Die genaue Kenntnis der Wasserentnahmen und -nutzungen und etwaiger Rückführungen ist für die Bewertung der Wassernutzungssituation und in weiterer Folge für die Ermittlung der Indikatoren, vor allem für den WEI+ wesentlich.

11.3 Water Exploitation Index – WEI+

Der WEI+ wurde von der EU-Expertengruppe zu Wasserknappheit und Dürre im Jahre 2012 als Indikator zur Identifizierung von Regionen mit Wasserstress bedingt durch Wasserentnahmen vorgeschlagen. Der Indikator wird von der Europäischen Umweltagentur (European Environment Agency – EEA) europaweit berechnet. Die Ergebnisse werden für die Flusseinzugsgebiete als Kartendarstellung und für die einzelnen Länder auf der Homepage der EEA²⁶ zur Verfügung gestellt (EEA, 2021 online abgerufen).

Der WEI+ stellt den Wasserverbrauch (Water use) den erneuerbaren Wasserressourcen gegenüber. Ist der Wert >20 %, ist das ein Indikator für Wasserknappheit (Wasserstress). Ein Wert von >40 % wird als großer Wasserstress und nicht nachhaltige Nutzung bezeichnet.

Für den WEI+ wird der **Wasserverbrauch** definiert als jene Wassermenge, die den Wasserkreislauf in der jeweiligen räumlichen Bezugseinheit verlässt, z. B. Wasser in Produkten,

²⁶ <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/use-of-freshwater-resources-3/assessment-4>

Verdunstung von bewässerten landwirtschaftlichen Flächen. Der WEI+ wird auf Flusseinzugsgebietsebene berechnet.

Der WEI+ wird auf folgende Weise berechnet:

$$\text{WEI+} = (\text{Entnahmen} - \text{Rückführung}) / \text{Erneuerbare Wasserressource.}$$

Für die Berechnung der **erneuerbaren Wasserressource** stehen zwei Alternativen zur Verfügung:

- Für **ursprüngliche Flussgebiete** wird die erneuerbare Wasserressource auf folgende Weise berechnet:
Erneuerbare Wasserressource = externer Zufluss + Niederschlag – aktuelle Verdunstung – Änderung der gespeicherten Menge von Seen und Reservoirs und Grundwasserkörper).
- Davon ausgehend, dass es in Europa kein ursprüngliches Flussgebiet mehr gibt, wird folgender Berechnungsansatz der erneuerbaren Wasserressource für **nicht natürliche Gebiete** herangezogen:
Erneuerbare Wasserressource = Abfluss + (Entnahmen – Rückführung) – Änderung der gespeicherten Menge von Seen und Reservoirs und Grundwasser.

Die Berechnung der einzelnen Komponenten des WEI+ wird im Folgenden dargestellt.

Abfluss: Abfluss, der im betrachteten Zeitraum aus dem Einzugsgebiet abfließt. Die Daten basieren auf dem Hydrographischen Jahrbuch und wurden vom Hydrographischen Zentralbüro zur Verfügung gestellt.

Änderung der gespeicherten Wassermenge von Seen und Reservoirs: Die Änderung der gespeicherten Wassermenge in Seen, Reservoirs und Grundwasserkörpern im betrachteten Zeitraum im jeweiligen Flusseinzugsgebiet. Die Daten wurden aus dem Hydrographischen Jahrbuch für das Jahr 2016 entnommen.

Entnahmen und Rückführungen: Die Daten dazu stammen aus den im vorliegenden Projekt ermittelten Wasserentnahmen. Die je Grundwasserkörper vorliegenden Ergebnisse wurden auf Ebene der Flusseinzugsgebiete aggregiert.

Für die korrekte Berechnung des WEI+ ist eine Zuordnung der Entnahmen in die jeweilige Wassernutzungskategorie notwendig, vor allem hinsichtlich der Abschätzung des rückgeführten Wasseranteils. Dieser unterscheidet sich für die einzelnen Kategorien deutlich. Als Rückführungen werden Wassermengen verstanden, die nach der Verwendung im Einzugsgebiet verbleiben oder rückgeführt werden. Die Rückführungen aus der zentralen Wasserversorgung werden z. B. mit 80 % der Entnahmen angenommen, aus dem Wasserbedarf von Vieh wird ebenfalls ein hoher Anteil rückgeführt.

Wasserversorgung: In den Entnahmedaten für die Wasserversorgung sind sowohl die zentrale Wasserversorgung der Haushalte und der mitversorgten Bereiche als auch die Eigenversorgung der Haushalte enthalten. Die Verluste während des Transports (Rohrleitungsverluste) werden für den WEI+ als Rückführungen gesehen, da sie den Wasserkreislauf nicht verlassen. Als Rückführung werden 80 % der Wassermenge, die die Haushalte erreicht, angenommen. Der Wert basiert auf Expertenschätzung und wird von der anfallenden Abwassermenge abgeleitet. Im Zusammenhang mit der Wasserversorgung ist die Kenntnis über den Anteil des zentral versorgten Viehs wichtig, um Doppelzählungen zu vermeiden und den rückgeführten Anteil richtig zu berechnen.

Viehhaltung: Die Schätzung der Rückführungen wird derzeit aus Entnahmen abzüglich der Milchproduktion berechnet, was sicher eine Überschätzung der Rückführung bedeutet. In einem weiteren Schritt wäre es empfehlenswert, die aufgebrauchte Düngermenge als Rückführung heranzuziehen.

Landwirtschaftliche Bewässerung: Es wird davon ausgegangen, dass die gesamte aufgebrauchte Wassermenge über die Pflanzen verdunstet (Baas et al., 2015), daher werden keine Rückführungen angenommen.

Golfplätze und Sportplätze: Analog zur landwirtschaftlichen Bewässerung wird keine Rückführung angenommen.

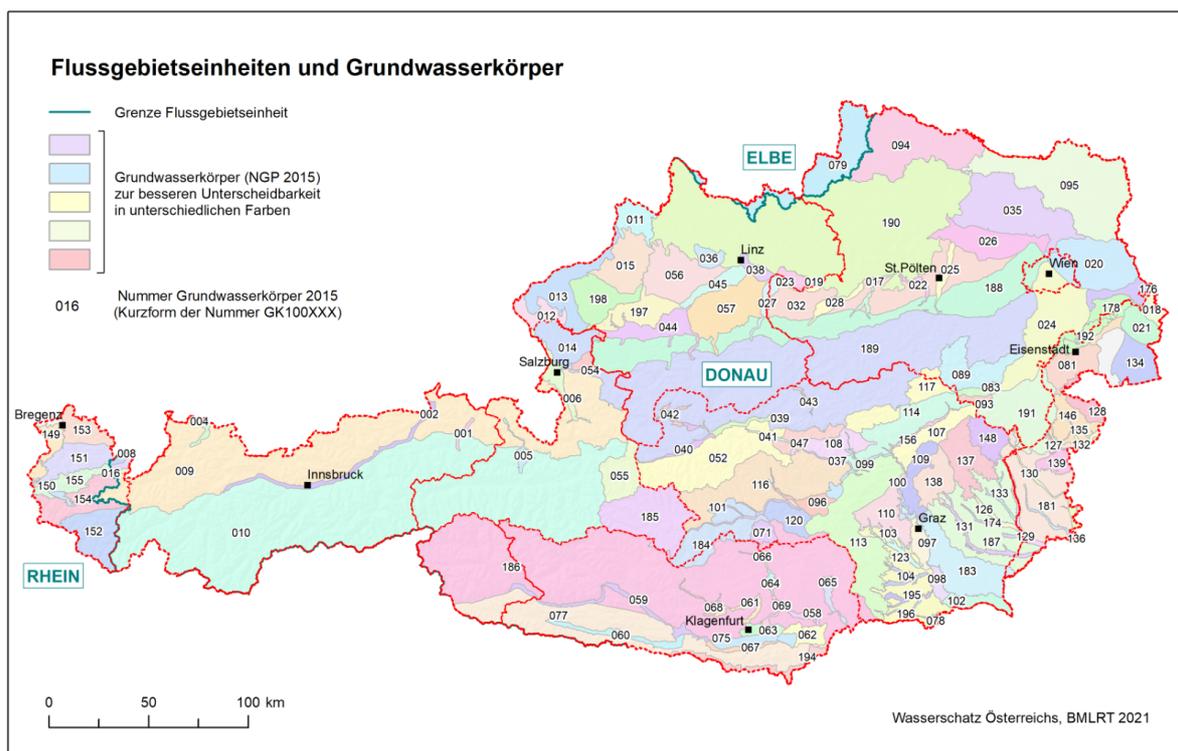
Beschneigung: Die Rückführungen werden basierend auf den Entnahmemengen abzüglich der Verluste angesetzt. Für die Verluste während der Beschneigung wird auf einen Prozentsatz aus der Literatur zurückgegriffen (SLF, 2018).

Industrie und Gewerbe: Für die Berechnung der Entnahmen und Rückführungen wird zwischen Entnahmen aus Brunnen, Quellen und aus Oberflächengewässern differenziert.

11.3.1 WEI+ für die Flussgebietseinheit Rhein

Die Flussgebietseinheit Rhein umfasst eine Fläche von 2.336 km² und beinhaltet folgende Grundwasserkörper, siehe Abbildung 136: GK100149 Rheintal, GK100150 Walgau, GK100151 Helvetikum, GK100152 Kristallin, GK100153 Molasse und nördliche Flyschzone, GK100154 Nördliche Kalkalpen und GK100155 Südliche Flyschzone.

Abbildung 136: Flussgebietseinheiten und zugehörige Grundwasserkörper



Von den auf Bundeslandebene vorliegenden Datensätzen (wie z. B. Entnahmen für Industrie und Gewerbe aus Oberflächengewässern, Milchproduktion) wurden nur die Werte für Vorarlberg herangezogen, da der Tiroler Anteil an der Flussgebietseinheit Rhein mit rund 1 % sehr gering ist. Die Datengrundlagen und das Ergebnis der Berechnung sind in Tabelle 36 zusammengefasst.

Tabelle 36: Datengrundlage und Ergebnis WEI+ für die österreichische Flussgebietseinheit Rhein

Hauptkategorie	Kategorie	Entnahme m ³ /Jahr	Rückführungen m ³ /Jahr
Abfluss	Abfluss		4.050.230.921
Speicher	Speicheränderung	18.000.000	
Landwirtschaft	Bewässerung	143.000	0
Landwirtschaft	Vieh	1.445.311	1.263.210
Dienstleistung	Beschneigung	2.993.927	2.335.263
Dienstleistung	Golf	118.809	0
Trinkwasserversorgung	Trinkwasserversorgung	31.163.285	24.930.628
Industrie und Gewerbe	Industrie	14.835.000	6.464.633
Summe		50.699.332	34.993.733
WEI+		0,39	%

Die Berechnungen ergeben für die Flussgebietseinheit Rhein für das Jahr 2016 einen WEI+ von unter 1 %. Dieser geringe Wert beruht auf hohen Niederschlagssummen, geringen industriellen Entnahmen, geringer Einwohnerzahl und geringen Bewässerungsmengen.

11.3.2 WEI+ für die Flussgebietseinheit Donau (ohne March)

Die Flussgebietseinheit Donau (ohne March) umfasst eine Fläche von 77.815 km². Da die Abflusswerte nur für die Flussgebietseinheit Donau ohne Marchinzugsgebiet vorlagen, wurden die weiteren Datensätze dahingehend angepasst. In Tabelle 37 werden die einfließenden Datengrundlagen und der für 2016 mittels der oben beschriebenen Methode für die Flussgebietseinheit Donau (ohne March) errechnete WEI+ von rund 3,5 % dargestellt.

Tabelle 37: Datengrundlage für Berechnung des WEI+ für die Flussgebietseinheit Donau

Hauptkategorie	Kategorie	Entnahme m ³ /Jahr	Rückführungen m ³ /Jahr
Abfluss	Abfluss		17.598.530.124
Speicher	Speicheränderung	292.200.000	
Landwirtschaft	Bewässerung	66.530.813	0
Landwirtschaft	Vieh	51.423.574	47.978.069
Dienstleistung	Schnee	44.551.565	34.750.220
Dienstleistung	Golf	3.771.573	0
Trinkwasserversorgung	Trinkwasserversorgung	696.176.286	556.941.029
Industrie	Industrie	1.427.089.826	1.018.226.687
Summe		2.289.543.637	1.657.896.005
WEI+		3,52	%

Da die im Rahmen der Studie ermittelten Ergebnisse des WEI+ nur die österreichischen Anteile der jeweiligen Flussgebietseinheit abdecken, sind sie nur bedingt mit den von der EEA quartalsweise ermittelten WEI+ Ergebnissen für die europäischen Flusseinzugsgebiete vergleichbar, siehe Tabelle 38.

Tabelle 38: WEI+ Werte für europäische Flussgebietseinheiten und für Österreich

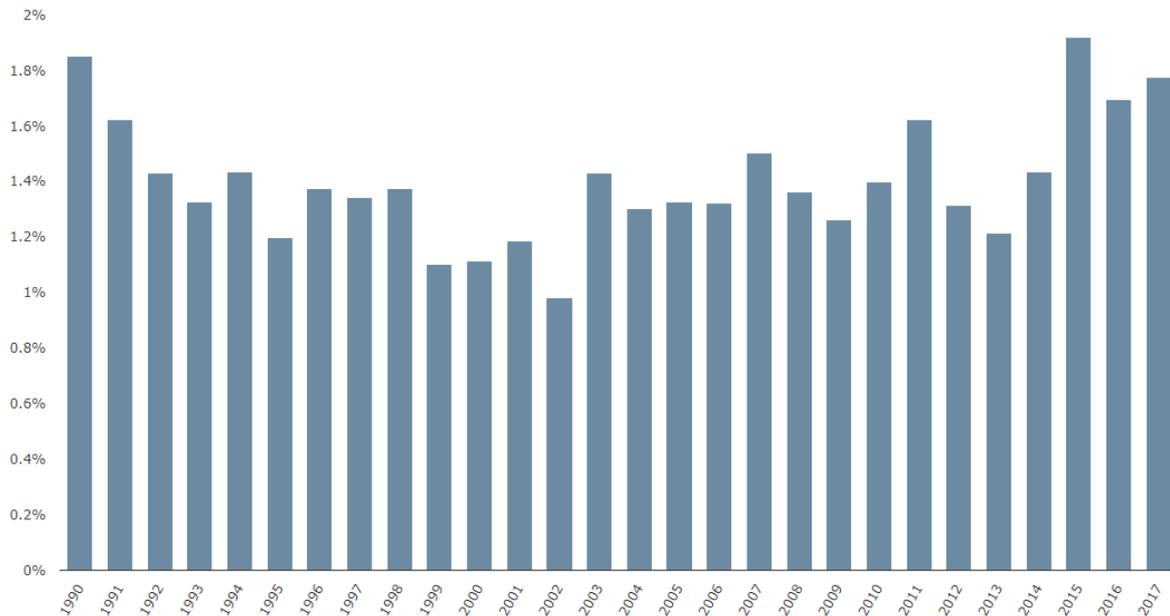
Räumliche Einheit	Winter 2014	Frühling 2015	Sommer 2015	Herbst 2015	2016
Donau	3,79	4,51	7,32	5,51	
Rhein	11,23	10,69	17,9	13,58	
Österreich					1,7

Quelle: EEA, online²⁷

²⁷ <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/use-of-freshwater-resources-3/assessment-4>

Für ganz Österreich wird für das Jahr 2016 ein WEI+ von 1,7 ausgewiesen, siehe Abbildung 137, der auch über die lange Zeitreihe hinweg relativ stabil bleibt.

Abbildung 137: WEI+ Ergebnisse für Österreich 1990–2017



Quelle: EEA, online abgerufen 26.6.2021

Obwohl die langjährige Wasserbilanz für Österreich eine Nutzung von lediglich 3 % der Wasserressourcen ausweist und der WEI+ in einem ähnlichen Wertebereich liegt, kann es regional und saisonal zu Wasserknappheit kommen, vor allem, wenn erhöhter Bedarf und geringe verfügbare Grundwasserressourcen zum gleichen Zeitpunkt auftreten. WEI+ Berechnungen sind daher für Österreich nur auf kleinräumiger Ebene und zeitlich höher aufgelöster Ebene sinnvoll. Die eingeschränkte Aussagekraft von WEI+ Ergebnissen wird auch in einzelnen Studien, wie von Casadei in seiner Arbeit für das Tiber Einzugsgebiet (Casadei et al., 2020) thematisiert.

Auf internationaler Ebene ist der WEI+ zur allgemeinen Charakterisierung der Nutzung der Wasserressourcen eine Grundlage für vergleichende Darstellungen, aber zur Identifizierung von Wasserknappheit sind auf Jahreswerten beruhende WEI+ Darstellungen im Allgemeinen nicht geeignet. Dafür wären Daten mit monatlicher Auflösung vorzuziehen.

Für eine differenzierte Betrachtung sollten Daten mit höherer räumlicher und zeitlicher Auflösung eingesetzt werden, um die Raum-Zeit-Dynamik des Wasserbedarfs zu analysieren und es sollten Abflusskurven zur Bewertung der Wasserressourcen herangezogen werden. Zudem ist die Datenqualität der einfließenden Grundlagendaten meist nicht zufriedenstellend.

Der WEI+ kann basierend auf den Ergebnissen der vorliegenden Studie unter Einbeziehung weiterer Kennwerte für die Flussgebietseinheiten dargestellt werden. Die Aussagekraft zur Identifikation von Gebieten im Spannungsfeld von Wasserbedarf und verfügbarer Ressource ist allerdings abhängig von der räumlichen und zeitlichen Auflösung der Daten. Für eine jährliche Aktualisierung der Darstellung sind die unter Kapitel 4.5 genannten Erhebungen erforderlich.

11.4 Weitere Indikatoren

11.4.1 UN – SDG Indikatoren

Die Mitgliedstaaten der Vereinten Nationen haben sich 2015 verpflichtet, die Umsetzung der Agenda 2030 mit ihren 17 nachhaltigen Entwicklungszielen (Sustainable Development Goals – SDGs) bis 2030 zu erarbeiten. In Österreich wurden mit dem Ministerratsbeschluss vom 12. Jänner 2016 alle Bundesministerien mit der Umsetzung der Agenda 2030 beauftragt. Im österreichischen Bundesverfassungsgesetz ist die nachhaltige Entwicklung als Staatsziel deklariert. Das Staatsziel nachhaltige Entwicklung ist im Bundesverfassungsgesetz über die Nachhaltigkeit, den Tierschutz, den umfassenden Umweltschutz, die Sicherstellung der Wasser- und Lebensmittelversorgung und die Forschung festgeschrieben. Die konkrete Umsetzung erfolgt durch Gesetze, Verordnungen und Satzungen (Republik Österreich, 2020).

Für den Bereich Wasser sind vor allem SDG 6 „Sauberes Wasser“ und SDG 15 „Leben an Land“ relevant. Zur Messung der Zielerreichung wurden für die einzelnen Nachhaltigkeitsziele Indikatoren erstellt. Im Speziellen soll das SDG-Ziel 6.4 eine nachhaltige Entnahme und Bereitstellung von Süßwasser sicherstellen, um der Wasserknappheit entgegenzuwirken. Als Indikatoren zur Zielerreichung dienen:

- Water Stress Index – als SDG-Indikator 6.4.2: verfolgt, wie viel Süßwasser durch alle wirtschaftlichen Aktivitäten im Vergleich zu den insgesamt verfügbaren erneuerbaren Süßwasserressourcen entnommen wird.
- Änderung der Water use efficiency im Zeitverlauf – SDG-Indikator 6.4.1: zielt darauf ab, die Effizienz der Wassernutzung in allen Wirtschaftssektoren zu steigern (UN-Water, 2019).

Im „Freiwilligen Nationalen Bericht zur Umsetzung der Nachhaltigen Entwicklungsziele“ (Republik Österreich, 2020) konnten dazu noch keine Trendbewertungen durchgeführt werden. Gleiches gilt auch für den „Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung in Österreich – SDG-Indikatorenbericht“ (Statistik Austria, 2020c).

Die Zusammenstellung der Daten zur Zielerreichung wird von der FAO über jährliche Datenanfragen (Fragebogen) an die jeweiligen Ansprechpartnerinnen und Ansprechpartner, meist sind dies die Statistischen Ämter, in den Mitgliedsstaaten durchgeführt.

Water Stress Index – SDG Indikator 6.4.2

Der Water Stress Index wird auf folgende Weise berechnet:

$$\text{Water Stress (\%)} = \frac{\text{Gesamte Wasserentnahmen pro Jahr}}{(\text{gesamte erneuerbare Ressourcen} - \text{E-Flow})} * 100 \text{ (UN-Water GEMI, 2019)}$$

Als **gesamte Wasserentnahmen** zählen die aus Fließgewässern, Seen und Grundwasserleitern entnommenen Wassermengen für Landwirtschaft, Industrie (inkl. Kühlwasser für Wärmekraftwerke, ohne Wasserkraft) und Dienstleistungen (zentrale Wasserversorgung inkl. Haushalte). Die direkte Nutzung von behandeltem Abwasser, von landwirtschaftlichem Drainagewasser und desaliniertem Wasser ist nicht inkludiert.

Als **gesamte erneuerbare Ressourcen** zählen

- die **internen** erneuerbaren Ressourcen: definiert als der langfristige durchschnittliche jährliche Abfluss und die Grundwasserneubildung eines Landes, die durch den endogenen Niederschlag gebildet werden und

- die **externen** erneuerbaren Ressourcen: der Zufluss aus dem Ausland unter Berücksichtigung jener Mengen, die den flussaufwärts und flussabwärts gelegenen Ländern durch Vereinbarungen oder Verträge vorbehalten sind.

Der **ökologische Basisabfluss** (E-flow) wird als jener Anteil des Durchflusses definiert, der für die Erhaltung von aquatischen Ökosystemen notwendig ist. Die aquatischen Ökosysteme wiederum unterstützen die menschliche Kultur, Volkswirtschaften, nachhaltige Lebensgrundlagen und Wohlbefinden (UN-Water GEMI, 2019). Für den vorliegenden Indikator stehen die quantitativen Aspekte im Vordergrund. Gemäß dem Leitfaden zur Ermittlung (FAO, 2019) werden die Gebiete in Abhängigkeit der Beeinflussung in fünf ökologische Managementklassen geteilt. Mit dem global verfügbaren GEFIS Modell (<http://eflows.iwmi.org>) kann der ökologische Basisabfluss für unterschiedliche räumliche Aggregationseinheiten abgerufen werden.

Der Water Stress Index wird auf jährlicher Basis auf Länderebene berechnet, kann aber auch kleinräumiger ermittelt werden. Die Ergebnisse werden in folgende Bewertungsklassen geteilt: von 0 bis 25 % – Kein Stress, >25 bis 50 % geringer Stress, >50 bis 75 % mittlerer Stress, >75 bis 100 % hoher Stress und >100 % kritisch.

Mit den aus dem Projekt „Wasserschatz Österreichs“ verfügbaren Daten wäre es möglich, den Water Stress Index zu berechnen, wenn für den E-flow der Literaturwert (Dickens et al., 2019) von 30 % angenommen wird. Entgegen der Vorgangsweise beim WEI+ werden Rückführungen nicht berücksichtigt. Für 2016 wurde für Österreich basierend auf bundesweiten Datensätzen, langjährigen Mittelwerten für die verfügbare Ressource und Literaturwerten ein Water Stress Index von 8,2 % ermittelt. Aufgrund der Nichtberücksichtigung der Rückführungen ist dieser Wert höher als der für die Flussgebietseinheit Rhein und Donau ermittelte WEI+. Zudem basiert er auf einer anderen Datengrundlage. Für den Zeitraum 2010 bis 2018 wird für Österreich ein Indexwert von 9,64 % ausgewiesen (<https://sdg6data.org/indicator/6.4.2>).

Eine Evaluierung des Indikators (Vanham et al., 2018) identifizierte sieben wesentliche Parameter, die zur Ermittlung von Gebieten mit Wasserstress notwendig sind und größtenteils bereits berücksichtigt werden.

- Brutto- und Nettowasserentnahme liefern wesentliche Information für das Verständnis von Wasserstress.
- Der Basiswasserabfluss muss mitberücksichtigt werden.

- Zeitliche und räumliche Auflösung ist für die Bewertung von Wasserstress maßgeblich.
- Sowohl die erneuerbaren Oberflächenwasser- als auch Grundwasserressourcen und deren Interaktion müssen miteinbezogen werden.
- Alternative Wasserressourcen (z. B. fossiles Grundwasser, desaliniertes Wasser) sind ebenfalls einzubeziehen und
- Wasserspeicher in Reservoirs, Wiederverwendung und kontrollierte Grundwasseranreicherung sind ebenfalls zu berücksichtigen.

Weitere Verbesserungen werden für alternative Wasserressourcen und Wasserspeicher vorgeschlagen. Zudem wird darauf verwiesen, dass der Indikator nur das sogenannte „Blaue Wasser“, also Grund- und Oberflächenwasser, das eingesetzt wird, bewertet. „Grünes Wasser“, das sind Niederschlags- und Bodenwasser, wird aber nicht berücksichtigt.

Water use efficiency – SDG Indikator 6.4.1

Der Indikator zur Effizienz der Wassernutzung verknüpft die Wassernutzungsdaten mit Informationen zur generierten Wertschöpfung. Er erfasst die Wertschöpfung in US-Dollar pro entnommenem Wasservolumen in Kubikmetern durch eine bestimmte Wirtschaftstätigkeit im Zeitverlauf. Es werden die Wassernutzungen aller Wirtschaftszweige mit Schwerpunkt auf Landwirtschaft, Industrie und Dienstleistungssektor berücksichtigt.

Der Indikator ermöglicht es Ländern zu beurteilen, inwieweit ihr Wirtschaftswachstum von der Nutzung ihrer Wasserressourcen abhängt. Bei der Interpretation dieses Indikators sind insbesondere für die Landwirtschaft regionale Unterschiede in Klima und Wasserverfügbarkeit zu berücksichtigen (UN-Water GEMI, 2019).

Es werden folgende Klassen der Wertschöpfung unterschieden: 0–10 USD/m³, >10–40 USD/m³, >40–80 USD/m³ und >80 USD/m³. Für 2018 wurde für Österreich eine Wertschöpfung von 103 US Dollar je m³ eingesetztem Wasser ermittelt. Österreich liegt damit in demselben Bereich wie Belgien 108 und Deutschland 112. Für Luxemburg werden 1097 USD/m³ Wertschöpfung ausgewiesen. Dieser sehr hohe Wert ist typisch für hoch industrialisierte und dienstleistungsorientierte Ökonomien mit geringer Abhängigkeit von natürlichen Ressourcen (<https://sdg6data.org/indicator/6.4.1>).

Die SDG-Indikatoren können für Österreich nur basierend auf den in Kapitel 4.5 angeführten Erhebungen auf jährlicher Basis ermittelt werden.

11.4.2 EEA – Wasserintensität der Pflanzenproduktion

Auf europäischer Ebene hat die Landwirtschaft einen Anteil von rund 40 % an den gesamten Wassernutzungen – in Österreich sind es lediglich 4 % (siehe Kapitel 5.1.4) – und kann in Südeuropa im Sommer für bis zu 80 % der Wasserentnahmen verantwortlich sein. 15 % des europäischen Gebietes sind ständig Wasserknappheit ausgesetzt (EEA, 2019).

Daher sind zur Reduktion der Wasserentnahmen und zur Verbesserung der Effizienz der Wassernutzung für alle Sektoren Maßnahmen notwendig. Für die Nachverfolgung der Entwicklung und der Evaluierung von Maßnahmen wurde von der EEA für die Landwirtschaft ein Indikator für den Wassereinsatz in der Pflanzenproduktion entwickelt. Dieser stellt die gesamte eingesetzte Wassermenge, sowohl Bewässerung als auch Bodenfeuchte, in m³ je Einheit Bruttowertschöpfung sämtlicher Kulturarten dar. Die Bruttowertschöpfung wird ohne relevante Subventionen für die Kulturen herangezogen. Gemessen wird in m³/je Kaufkraftstandard. Ein Kaufkraftstandard (KKS) ist eine künstliche Währungseinheit. Theoretisch kann mit einem KKS in jedem Land die gleiche Menge an Waren und Dienstleistungen erworben werden. Kaufkraftparitäten (KKP) können daher als Wechselkurs für die Umrechnung zwischen KKS und Euro angesehen werden (Eurostat, Statistics Explained online abgerufen 25.06.2021).

Je niedriger der Wert für den Indikator ist, desto weniger wasserintensiv ist die Pflanzenproduktion. Zwischen 2005 und 2016 verringerte sich der Indexwert für die europäische Landwirtschaft um 12 % von 5 m³ auf 4,4 m³ je KKS²⁸. Für Österreich sind keine Werte verfügbar, da keine Angaben zu jährlichen Bewässerungsmengen vorliegen.

Der Indikator kann für Österreich auf jährlicher Basis nur mittels der in Kapitel 4.5.2 angeführten Erhebungen ermittelt werden.

²⁸ <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/economic-water-productivity-of-irrigated-2/assessment>

12 Empfehlungen

Wenngleich es in Österreich Erfahrungen zum kurzfristigen Umgang mit Engpässen aus einzelnen Trocken- bzw. Extremjahren gibt, müssen für den Zeithorizont 2050 rechtzeitig und vorausschauend bestehende Planungen überprüft und allenfalls angepasst werden, um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten. Diese Überlegungen müssen regional und in Abhängigkeit der jeweiligen Nutzungen erfolgen und unter Berücksichtigung des Maßnahmenprogrammes im Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplan (NGP) umgesetzt werden.

Beispielhaft werden nachfolgend einige allgemeine Maßnahmen angeführt, die einerseits dazu beitragen, die verfügbare Grundwasserressource zu erhalten, andererseits eine günstige Wirkung auf den Bedarf haben und die Entscheidungsgrundlagen verbessern sollen. Konkrete Maßnahmenvorschläge, speziell auf der regionalen Ebene, sind in diesem Bericht nicht enthalten und wären daher in weiterer Folge in einem eigenen Diskussions- und Entscheidungsprozess mit den jeweiligen Verantwortlichen und Stakeholdern zu erarbeiten.

12.1 Wasserbedarf

- Mit effizienzsteigernden Maßnahmen und durch die Nutzung verbesserter Informationsgrundlagen sowie den vermehrten Einsatz digitaler Technologien zur Wasserbedarfssteuerung soll die Effizienz wie z. B. in der Bewässerung weiter verbessert werden.
- Darüber hinaus sollen Möglichkeiten geprüft werden, ob durch Änderungen oder Anpassung der Bewirtschaftungsformen der Wasserbedarf vermindert werden kann und Spitzenbedarf in der Wasserversorgung, wie z. B. durch Poolfüllungen und Gartenbewässerungen, vermieden werden kann.

12.2 Wasserressource

- Durch geeignete Maßnahmen, wie z. B. Entsiegelung, soll die Wasserrückhaltekapazität von Böden, terrestrischen und aquatischen Ökosystemen gefördert bzw. wiederhergestellt werden. Dies bewirkt einen Wasserrückhalt in der Region und unterstützt auch die Grundwasserneubildung.
- Zur Gewährleistung der Trinkwasserversorgung soll der Ausbau von überregionalen Versorgungssystemen und die Schaffung von redundanten Gewinnungsstrukturen (2. Standbein) weiterverfolgt werden.

12.3 Integrative und interdisziplinäre Planung

Langfristige, vorausschauende wasserwirtschaftliche Planung und Strategien zur Anpassung an den Klimawandel sind integrativ und interdisziplinär zu erarbeiten. Bestehende Lösungen sind zu evaluieren, zu optimieren und anzupassen und bedürfen fundierter Datengrundlagen. Daher ist die integrative und interdisziplinäre Planung in der Wasserwirtschaft, unter Einbeziehung aller wesentlichen wirtschaftlichen, ökologischen und gesellschaftlichen Aspekte, notwendig.

12.4 Kleinräumige regionale und saisonale Betrachtung

Nicht alle kleinräumigen und saisonalen Herausforderungen von Wasserbedarf und verfügbarer Grundwasserressource können auf Basis der wasserwirtschaftlichen Einheiten der Grundwasserkörper erfasst werden. Daher ist in Gebieten, die mögliche Spannungspotentiale aufweisen, eine höhere räumliche und zeitliche Auflösung der relevanten Daten und deren Bewertung notwendig. Um die Herausforderungen bei Trockenheit, Dürre und Niederwasserperioden bewerten zu können, benötigt es sowohl räumlich als auch zeitlich hoch aufgelöste Grundlagendaten, die die Erarbeitung von vorsorgenden und ereignisbezogenen Maßnahmen ermöglichen.

Aus Sicht eines vorausschauenden Ressourcenmanagements wäre es sinnvoll, die Grundwasserkörper bzw. Gruppen von Grundwasserkörpern in Zukunft nach hydrologischen Kriterien bzw. Einzugsgebieten weiter zu untergliedern. Auf dem aktuellen Stand gehaltene Bilanzen der Einzugsgebiete würden einen laufend aktuellen Überblick über den Ist-Zustand der Nutzung und der noch verfügbaren Grundwasserressourcen

geben und damit Vergaben neuer Nutzungsrechte bei gleichzeitiger Wahrung der Versorgungssicherheit und des guten mengenmäßigen Zustands erleichtern.

12.5 Entscheidungsgrundlagen

Für die langfristige, vorausschauende und vor allem integrative Planung in der Wasserwirtschaft, unter Einbeziehung aller wesentlichen wirtschaftlichen, ökologischen und gesellschaftlichen Aspekte, ist eine fundierte Entscheidungsgrundlage unerlässlich. Weder eine sektorale noch eine auf eine spezifische Wasserressource fokussierte Darstellung der Wassernutzung ist für die gesamthafte Bewertung ausreichend. Tatsächliche Wasserentnahme- und -bedarfsdaten für die einzelnen wirtschaftlichen Bereiche liegen nur vereinzelt in strukturierter und digital auswertbarer Form vor. Jährliche Aktualisierungen sind nur mit großem Aufwand möglich und dies trotz der mehrfachen Berichtspflichten bzw. Datenanforderungen an Wasserrechtsinhaber. So berichten z. B.

Wasserversorgungsunternehmen mehrfach (oft 10-mal) ähnliche Daten an unterschiedliche Einheiten. In Bereichen, in denen die Datenlage unzureichend ist, könnte bei geförderten Projekten die Verpflichtung einhergehen, Daten zu Wasserentnahmen und relevanten Kenngrößen jährlich in digitaler Form der Förderstelle und der wasserwirtschaftlichen Planung zu übermitteln.

Für die Beurteilung der Wasserbedarfssituation und der Ressourcennutzung wären die relevanten Daten geografisch verortet zu erheben, strukturiert aufzubereiten und digital auswertbar vorzuhalten und regelmäßig zu aktualisieren. Dabei sind das Prinzip des „report once – use-many times“ und die Datenschutzerfordernungen zu berücksichtigen.

Eine Erkenntnis der Studie ist, dass eine wirkungsvolle und insbesondere nachhaltige Grundwasserwirtschaft, die auch auf künftige Herausforderungen, wie z. B. den Klimawandel, entsprechend reagieren kann, ohne Wasserentnahmedatenerfassung nicht möglich ist. Eine reine Schätzung bzw. das Zurückgreifen auf Konsensdaten der Wasserbücher reichen hier keinesfalls aus.

Die Ermittlung und Bewertung der verfügbaren Grundwasserressource wird von den Expertinnen und Experten als Diskussionspunkt gesehen, da unterschiedliche Bewertungsansätze zu teils erheblichen Unterschieden in der Ausweisung der nachhaltig verfügbaren Grundwasserressourcen führen können. Dies gewinnt verstärkt an Bedeutung unter dem Gesichtspunkt, dass Grundwasser aufgrund seiner geschützten Lage zukünftig

vor allem international als wesentliche Ressource zur nachhaltigen Deckung des Wasserbedarfs für die Landwirtschaft (Akam & Gruere, 2017), aber auch für andere Nutzungen gesehen wird.

12.5.1 Wasserbuchinformationen

Die Wasserbücher der Bundesländer und die in ihnen registrierten bewilligten Wassernutzungen sind unverzichtbare wasserwirtschaftliche Planungsgrundlagen. In den letzten Jahren wurden große Anstrengungen unternommen, die historisch gewachsenen Wasserbücher mit ihrer Vielzahl an Informationen in zunehmend vereinheitlichter Form (WIS49) auch auf digitalen Plattformen wie den Wasserinformationssystemen der Bundesländer oder über öffentlich zugängliche Datenkataloge verfügbar zu machen.

Grundsätzlich hat sich gezeigt, dass die Abfrage und die Auswertungen der Konsense sehr aufwendig ist und nur bedingt genutzt werden kann.

Die **Höhe der Konsensangaben** im Wasserrechtsbescheid im Verhältnis zur tatsächlich entnommenen Wassermenge – und damit der Ausnutzungsgrad des bewilligten Konsenses – kann aufgrund bundeslandabhängig unterschiedlicher Kriterien zu ihrer Festsetzung, aber auch in Abhängigkeit des Alters des Wasserrechtes, variieren.

Analysen der Wasserbuchdaten zeigen teils große Unterschiede zwischen den bescheidgemäß bewilligten Konsensmengen und den tatsächlichen Wasserentnahmen. Zudem erfolgt die Meldung aufgelassener Wasserrechte nur in seltenen Fällen an die Bezirksverwaltungsbehörden. Eine allein auf Wasserbuchkonsensen beruhende Bewertung der Wassernutzungssituation führt daher wahrscheinlich zu einer deutlichen Überschätzung.

Nicht immer sind den Wasserrechtsanlagen **verortete Entnahmestellen** zugeordnet, was eine Zuordnung der Entnahmen zu den betrachteten Wasserkörpern oder sonstigen räumlichen Zuordnungseinheiten (z. B. Pegelzugsgebiet, Gemeinde) grundsätzlich erschwert. Noch problematischer für die Fragestellung ist jedoch, dass bewilligte Entnahmemengen häufig der Gesamtanlage und nicht den einzelnen Entnahmestellen zugeordnet sind und damit unklar ist, wie der Anlagenkonsens auf einzelne Entnahmestellen und damit möglicherweise unterschiedliche Herkunftsressourcen (Brunnen, Quelle, Oberflächengewässer) anzurechnen ist.

Eine systematische **Zuordnung** von betrieblichen Wasserrechten zu **Wirtschaftstätigkeiten** entsprechend ÖNACE-Klassifikation, u. a. zur Vergleichbarkeit mit der Gütereinsatzerhebung, wird derzeit von den Bewilligungswerbern nicht abgefragt. Teilweise enthalten die Wasserbücher der Bundesländer grobe Zuordnungen zu Branchen, z. B. in Anmerkungsfeldern, in denen spezifische Abwasseremissionsverordnungen hinterlegt werden, oder in ergänzenden Kommentarspalten. In der Regel sind Branchen jedoch nur über den Namen der Wasserberechtigten und weitere Recherchen zuordenbar. Zudem sind Betriebsnamen teilweise veraltet und entsprechen nicht mehr der aktuellen Unternehmensstruktur.

Bei der Bilanzierung der Grundwasserressourcen ist auch die Frage nach den Auswirkungen von Brunnenentnahmen auf nahegelegene Oberflächengewässer von Bedeutung, ebenso wie die Frage nach der Bedeutung des Zustroms von Oberflächengewässern in nahe gelegene Grundwasserentnahmen (Uferfiltrat). Diese detaillierte Zuordnung der **Herkunft** ist aus den Wasserbuchdaten nicht möglich.

Informationen zu **Nutzung** sind wesentlich für die Plausibilisierung der Wasserbilanz bzw., wenn Teile davon fehlen, für eine Abschätzung der Mengen. Beispielsweise wird im produzierenden Bereich Kühlwasser zum größten Teil in unmittelbarer Nähe der Entnahmestelle in den Wasserkörper eingeleitet, womit sich eine bilanzneutrale Nutzung des Wassers ergibt. In diesem Zusammenhang sind auch Daten zur exakten Lage der Rückführung relevant.

Wesentlich für die Ermittlung bilanzrelevanter Entnahmen ist zudem, dass Informationen zur etwaigen **Rückführung** von Entnahmen durch Versickerungen ins Grundwasser oder Einleitungen ins Oberflächengewässer direkt der jeweiligen Entnahme zugeordnet werden können. Dies war im Rahmen der Studie aufgrund der zur Verfügung gestellten Informationen nicht für alle Bundesländer in gleichem Ausmaß möglich.

Für eine verbesserte Abschätzung von Eigenentnahmen, die wie z. B. für die Bewässerung oder Beschneidung flächenbezogen erfolgen, wären neben der verpflichtenden Angabe zur mit dem Wasserrecht verbundenen Liegenschaft auch Angaben zur maximal beschneiten oder bewässerten Fläche hilfreich, um über Kennzahlen und unter Berücksichtigung klimatischer Variabilität zwischen einzelnen Jahren das Ausmaß des jeweiligen Wasserbedarfs zu bestimmen. Diese Informationen waren bundeslandabhängig in sehr unterschiedlichem Ausmaß vorhanden und für eine entsprechende systematische Auswertung der Wasserbuchdaten letztendlich nicht ausreichend.

Regelmäßige Kontrollen seitens der zuständigen Behörden und Überprüfungen von Bescheidauflagen tragen wesentlich zur Aktualisierung und Qualitätssteigerung von Wassernutzungsdaten bei. Digitalisierungslösungen zur Übertragung von Aufzeichnungen über tatsächlich erfolgte Wasserentnahmen bzw. –nutzungen, die den Konsensinhabern in der Regel ohnedies in den Wasserrechtsbescheiden vorgeschrieben sind, könnten nicht nur den wasserwirtschaftlichen Kontrollorganen die Arbeit erleichtern, sondern würden auch für die wasserwirtschaftliche Planung einen erheblichen Mehrwert bedeuten.

12.5.2 Mehrfachnutzung von Daten

Daten zu Wasserressourcen und Wasserbedarf dienen als Grundlage für:

- die wasserwirtschaftliche Planung
- die Bewertung von Maßnahmen und deren Zielerreichung
- die Ermittlung von Kennzahlen zur Wassernutzung und das internationale Berichtswesen.

Besonders Wasserversorger unterliegen zahlreichen Berichtspflichten und freiwilligen Datenerhebungen mit unterschiedlichem Umfang an zu berichtenden Parametern, in unterschiedlicher Frequenz und mit unterschiedlicher räumlicher und zeitlicher Auflösung. Ähnliche Anforderungen gelten auch für die anderen Wirtschaftssektoren.

Nach dem Prinzip „report once - use many times“ sollten die unterschiedlichen Anforderungen und Berichtspflichten einer Evaluierung unterzogen und in weiterer Folge eine möglichst einheitliche, effiziente Datenerhebung relevanter Daten mit digitaler Verfügbarkeit und Abfragemöglichkeit für die Verantwortlichen umgesetzt werden.

Zur Erstellung einer Datengrundlage mit quantitativ und qualitativ geeigneten Daten für die wasserwirtschaftliche Planung und zur Erfüllung von europäischen und internationalen Berichtsverpflichtungen, wäre die Einrichtung eines Wasserentnahmeregisters gemäß §59a WRG denkbar. Im Rahmen des Diskussionsprozesses zur Erhebung von Wasserentnahmedaten wurden auch mögliche Adaptierungen von §134 WRG im Hinblick auf ein Verfahren zu automatisierter Rückmeldung von tatsächlichen Wasserentnahmedaten, Regionalpläne der Bundesländer und vor allem Vorgaben in den Förderrichtlinien genannt.

Zusammenfassend kann für die Entscheidungsgrundlagen Folgendes festgehalten werden:

- Als wasserwirtschaftliche Planungsgrundlage wären Informationen zur Bedarfs- und Wasserressourcenentwicklung zu erarbeiten und die Datenlage zu aktuellen Wasserentnahmen zu verbessern, eventuell auch durch eine verpflichtende Bereitstellung von Wasserentnahmedaten durch Wasserberechtigte. Basierend auf den aktuellen und künftigen Entwicklungen wären die bewilligten Wasserentnahmemengen (Konsense) verstärkt zu prüfen und gegebenenfalls Anpassungen vorzunehmen. Dies gilt vor allem in Bereichen, in denen sich Spannungsfelder und konkurrierende Nutzungen abzeichnen. Durch die Dokumentation von Trockenperioden und deren Auswirkungen sollen die Planungsgrundlagen hinsichtlich meist kleinräumiger und zeitlich eingegrenzter Herausforderungen weiter ergänzt werden.
- Aufbauend auf Erfahrungswerten aus bisherigen Trockenjahren sollten auf geeigneter administrativer Ebene Handlungsanleitungen für den Umgang mit Wasserknappheit erarbeitet werden. In Folge sind für Gebiete mit erhöhtem Trockenheitsrisiko zum Beispiel Priorisierung von Wassernutzungen, Dürremanagementpläne, Notversorgungspläne usw. zu entwickeln.
- Zum Themenbereich Kühlwasserentnahmen und Wassertemperaturen sollten weitere Untersuchungen durchgeführt werden.

Vor allem die Ergebnisse für das Wasserschätzszenario 2050 „ungünstig“ zeigen, dass die bereits gesetzten und geplanten Maßnahmen zum Klimaschutz enorme Bedeutung haben. Das Klimasystem ist sehr träge und reagiert langsam. Es ist erforderlich, dass die Anstrengungen im Klimaschutz nicht nur in Österreich, sondern auch international unternommen werden. Um die Verfügbarkeit der Wasserressourcen in Österreich bis 2050 und darüber hinaus zu gewährleisten, gilt es, in den Regionen mit möglichen Spannungsfeldern Vorsorge zu treffen, damit die Nutzungsansprüche langfristig und nachhaltig unter Berücksichtigung der ökologischen Funktionen der Wasserkörper im jeweiligen Naturraum abgestimmt werden können.

13 Querschnittsthemen

13.1 Rückblick auf die Entwicklung der zentralen Wasserversorgung in Österreich

Der Zugang zu Wasser war schon immer eine unverzichtbare Grundlage für die Entstehung menschlicher Siedlungen. Die heute in Europa und Österreich weitgehend etablierte zentrale Wasserversorgung hat sich aber größtenteils erst innerhalb der letzten 100 Jahre entwickelt. Noch in der Mitte des 19. Jahrhunderts standen zum Beispiel den Einwohnerinnen und Einwohnern Wiens nur 4 bis 5 Liter Wasser pro Kopf und Tag zur Verfügung und der Großteil der Bevölkerung versorgte sich über Hausbrunnen. Als Folge von Typhus- und Choleraepidemien wurden Lösungen für eine bessere Trinkwasserversorgung der Stadt gesucht und ab dem Jahr 1873 erfolgte die Wasserlieferung über die erste Wiener Hochquellenleitung. Damals wurden rund 10 Mio. m³ Wasser pro Jahr für eine Bevölkerung von 0,9 Mio. Einwohnerinnen und Einwohnern nach Wien geliefert (Stadt Wien – Wiener Wasser, 2020). Seitdem wurden die Quellfassungen und Zuleitungen stetig erweitert und ergänzt, sodass heute den knapp 1,9 Mio. Einwohnerinnen und Einwohnern Wiens rund 120 Mio. m³ Wasser im Jahr, oder 180 Liter Wasser pro Kopf und Tag zur Verfügung stehen. Daraus werden aber nicht nur die Wiener Haushalte versorgt, in denen knapp 120 Liter Wasser pro Kopf und Tag benötigt werden, sondern es werden auch alle öffentlichen Einrichtungen, Dienstleistungen, Gewerbe- und Industriebetriebe sowie die innerstädtische Landwirtschaft mit Wasser versorgt, sofern diese Betriebe nicht über eine eigene Wasserversorgung verfügen. Innerhalb von 150 Jahren hat sich die Bevölkerung der Stadt mehr als verdoppelt und der Pro-Kopf-Wasserbedarf ist auf das 6-fache angestiegen.

Österreichweit lagen die Hauptbauphasen der heute bestehenden zentralen Wasserversorgungsinfrastruktur, nach den Aufzeichnungen der *Kommunalkredit Public Consulting* (KPC), in den 1960er bis 1990er Jahren. In diesem Zeitraum wurden knapp 70.000 km der aktuell existierenden rund 80.000 km der österreichischen Wasserleitungsnetze gebaut (KPC, 2012).

Während der Pro-Kopf-Wasserbedarf seit Anfang der 2000er Jahre hauptsächlich durch modernere, sparsamere Haushaltsgeräte stagnierte und eine Zeit lang sogar leicht rückläufig war, scheinen die erreichbaren Einsparungen in den Haushalten sowie den anderen

Sektoren nun weitgehend ausgereizt zu sein. Durch die steigende Bevölkerungszahl wird nun eher wieder ein steigender Wasserbedarf verzeichnet. Bereits in der *Europäischen Wasser Charta* (1968) des Europarates wurde unter anderem festgehalten, dass Wasservorkommen in ihrem Bestand erfasst werden müssen und die Wasserwirtschaft eine notwendige Ordnung durch Lenkung erfahren muss, die auch den Bedarf der fernen Zukunft berücksichtigt. Diese Forderungen sind so aktuell wie selten zuvor.

13.2 Problembereich der alternden Infrastruktur und Erneuerungsbedarf

Aufgrund der Langlebigkeit der Wasserversorgungsnetze und der Tatsache, dass neu errichtete Leitungsnetze anfangs keiner oder kaum Erneuerung bedürfen, wird der Zeitpunkt, ab dem Erneuerungsbedarf besteht leicht übersehen oder so lange wie möglich hinausgezögert. Natürlich soll nicht alleine das Alter von Leitungsnetzen oder Netzteilen den Zeitpunkt der Erneuerung bestimmen, sondern der Zustand der Infrastruktur in die Erneuerungsplanung miteinfließen. Für die Wasserversorgungsnetze stehen dazu im Wesentlichen zwei Kennzahlen-Kategorien zur Verfügung: die Wasserverluste und die Schadenszahlen. Nichtsdestotrotz steht das Netzalter mit den Verlusten und den Schadenszahlen in einem eindeutig nachweisbaren Zusammenhang. Als Einflussfaktoren auf die Alterung sind Leitungsmaterial, Rohrdimension, das jeweilige Baujahr (Rohrcharge), Dichtungen, die Bodenart, die Verlegeart, die Lagerung vor dem Einbau, Betriebsparameter (Druck und Druckstöße) und die Struktur des Versorgungsgebietes zu nennen. Die tatsächliche Nutzungsdauer eines neu gebauten Rohrstranges oder eines Netzteiles ist somit von sehr vielen Faktoren abhängig und nicht von vornherein bekannt. Dennoch muss nach einer Erstinvestition (oder Hauptbauphase) ab einer gewissen Nutzungsdauer mit der weitgehenden Erneuerung der Infrastruktur gerechnet werden. Das hauptsächliche Rehabilitationserfordernis ergibt sich dabei rund um den Zeitpunkt der durchschnittlichen Lebensdauer als eine typische „Erneuerungswelle“.

Die derzeit noch relativ geringen mittleren Rehabilitationsraten und der Zeitraum der Hauptbauphasen der Wasserversorgungen lassen vermuten, dass ein großer Teil der österreichischen Wasserversorgungsinfrastruktur erst vor oder am Anfang der ersten großen Erneuerungswelle steht und viele Erstinvestitionen in den kommenden Jahrzehnten erneuert werden müssen.

Während die ursprünglichen Investitionen in die Infrastruktur der Wasserversorgung noch durch Förderungen oder Baukostenbeiträge unterstützt wurden, müssen die zukünftigen Reinvestitionen durch die laufenden Einnahmen gedeckt werden. Ein Wasserpreis, der in Anbetracht der existierenden Infrastruktur und der (noch) relativ geringen Erneuerungserfordernis derzeit gerade aufwandsdeckend ist, wird in naher Zukunft die Erneuerungswellen nicht finanzieren können. In absehbarer Zeit sind daher Preissteigerungen zu erwarten sobald die nötigen Reinvestitionen in voller Höhe abschreibungswirksam werden und Zinsen für Kredite zurückgezahlt werden müssen (Neunteufel et al., 2017).

13.3 Die neue EU-Trinkwasserrichtlinie

Die aktuelle Novelle der EU-Trinkwasserrichtlinie (TWRL; RL 2020/2184) wurde nach 5 Jahren Verhandlungen im Jänner 2021 endgültig beschlossen. Der Großteil der neuen Regelungen muss innerhalb von zwei Jahren bis zum 12.01.2023 in nationales Recht umgesetzt werden, einige Regelungen haben auch einen längeren Übergangszeitraum.

Generelle Ziele der neuen Richtlinie sind der allgemeine Zugang zu Wasser für alle Bevölkerungsschichten – eine Forderung, die in Österreich schon weitestgehend erfüllt ist – eine neue Regelung der Informationspflichten, die auch die Effizienz von Wasserversorgungsunternehmen und Zielvorgaben für Wasserverlustkennzahlen beinhaltet, sowie die Ausweitung des risikobasierten Ansatzes über die gesamte Versorgungsstruktur von der Ressource bis zu den Konsumenten. In Bezug auf die Überprüfung der Wasserqualität wird die Liste der zu untersuchenden Stoffe um 18 neue Substanzen ergänzt. Entgegen eines früheren Entwurfes der Novelle können nun die Untersuchungshäufigkeiten annähernd gleichbleiben und die Unterteilung in Parameter und Indikatorparameter bleibt bestehen.

Die wesentlichen Änderungen für Wasserversorgungsunternehmen sind nachfolgend zusammengefasst (ÖVGW, 2021):

- **Risikobasierter Ansatz:**
Dieser Ansatz ist auch in der bisherigen österreichischen Trinkwasserverordnung bereits vorhanden, wird aber durch die Novelle der EU-Trinkwasserrichtlinie (TWRL; RL 2020/2184) nun konkretisiert. Es erfolgt zum Beispiel die Aufnahme der Gefahrenbewertung des Grundwassers sowie eine Neuregelung der hygienischen Anforderungen an Materialien in Kontakt mit Trinkwasser. Hinsichtlich der Betrachtung über die gesamte Versorgungsstruktur von der Ressource bis zu den

Konsumenten wird nun auch der Bereich der Hausinstallation miteinbezogen. Die diesbezüglichen Schnittstellen zwischen Wasserversorgern und Hausbesitzerinnen und Hausbesitzern sind noch zu klären.

- **Neue Untersuchungshäufigkeiten, Qualitätsvorgaben und Parameterliste:**
Die Auswahl beziehungsweise die Einschränkung der zu untersuchenden Parameter erfolgt anhand des risikobasierten Ansatzes. Die Untersuchungshäufigkeiten und der Untersuchungsumfang können somit in vielen Fällen weitgehend gleichbleiben. Steigende Untersuchungsverpflichtungen gibt es entsprechend bei den neu aufgenommenen Parametern (z. B. Bisphenol A, Chlorat, Chlorit, PFA). Neu ist unter anderem die vorgesehene Untersuchung auf Mikroplastik im Trinkwasser. Die Umsetzungsfrist läuft in diesem Fall bis 2029, da die Untersuchungsmethodik und Bewertungsgrundlagen erst entwickelt werden müssen.
- **Erweiterung der Informationspflicht gegenüber den Konsumentinnen und Konsumenten:**
Gegenüber der bisherigen Informationspflicht über einige Kennwerte des Wassers, werden die Anforderungen deutlich ausgeweitet. Neben den bisherigen Informationen zur Wasserqualität wird die Effizienz der Versorgung anhand von Wasserverlusten und Wasserpreisen thematisiert. Die Wasserverluste sind dabei nicht nur darzustellen, sondern auch ökologisch, technisch und wirtschaftlich zu bewerten. Bis 2028 sollen auf Basis der bestehenden Daten zu den Wasserverlusten Schwellenwerte erlassen werden, über deren Einhaltung beziehungsweise die Maßnahmen bei Nichterreichung, bis 2030 berichtet werden soll. Der Wasserpreis soll nicht nur je m³, sondern auch je Liter sowie als Durchschnittspreis je Haushalt, gegebenenfalls auch für unterschiedliche Wohnformen, angegeben werden. Besondere Informationspflichten wird es zumindest für große Wasserversorger mit über 10.000 m³ Wasserabgabe pro Tag beziehungsweise über 50.000 versorgten Einwohnerinnen und Einwohnern geben. Dies betrifft Aussagen über die Effizienz und die technische Leistungsfähigkeit der Wasserversorgungsanlagen sowie die Kostenzusammensetzung je m³ Wasser inklusive fixer und variabler Kostenanteile.

13.4 Störfälle, Krisenmanagement und Notversorgung

Beeinträchtigungen des Normalbetriebes der Wasserversorgung können qualitativer oder quantitativer Natur sein und viele verschiedene Ursachen haben. Die nachfolgenden Betrachtungen stammen aus den diesbezüglichen Normen (EN 15975-1:2001 bzw.

ÖNORM EN 15975-1) der Richtlinie W74 der ÖVGW sowie der Leitlinie Störfallplanung Wasserversorgung des Landes Steiermark (Nicolics et al., 2018). Je nach Umfang und Auswirkung werden folgende Beeinträchtigungen unterschieden:

- Störungen (Beeinträchtigungen, die vom Wasserversorger selbst, gegebenenfalls unter Einbeziehung von Service- und Rahmenverträgen, behebbbar sind),
- Notfälle (akute Situation mit großem Schadenspotential für Personen oder Sachen, die die Alarmierung von Einsatzkräften oder Behörden erfordert aber ansonsten vom Wasserversorger unter Einbeziehung von Service- und Rahmenverträgen oder Notdiensten selbst behebbbar ist),
- Krisen (Notfälle bei denen die Hilfe anderer Organisationsstrukturen und zusätzlicher Betriebsmittel für die Bewältigung der Situation nötig sind) und
- Katastrophen (Situationen bei denen umfangreiche menschliche, materielle, wirtschaftliche oder ökologische Verluste eingetreten sind und die von der betroffenen Organisation oder Gemeinde nicht mit eigenen Mitteln bewältigt werden können).

Folgende Szenarien werden als mögliche Auslöser von Beeinträchtigungen betrachtet:

- Technische Gebrechen (z. B. Rohrbrüche, Bauwerksschäden, Ausfall von Förderanlagen),
- Stromausfall (lokal oder großräumig, kurzfristig oder längerfristig - Blackout),
- Naturereignisse (Zerstörung von Anlagenteilen oder Beeinflussung der Ressourcen durch Hochwasser, Erdbeben, Lawinen, Starkregen, Sturm, Erdbeben etc.),
- Trockenheit (quantitative Auswirkungen, z. B. durch sinkende Grundwasserspiegel oder Rückgang von Quellschüttungen sowie qualitative Auswirkungen, z. B. durch Einsickerungen von belastetem Oberflächenwasser über Schwindrisse im Boden oder verringertes Verdünnungspotential bei belasteten Grundwasserkörpern),
- Einträge wassergefährdender Stoffe (punktuelle Einträge z. B. durch Unfälle an Verkehrswegen, undichte Altlasten oder Industrieunfälle sowie flächige Einträge von z. B. Pflanzenschutzmitteln oder Nitrat aber auch radioaktive Kontaminationen durch Einsickern von belasteten Niederschlägen in die Ressource oder Eintrag über die Zuluft in Objekte der Wasserversorgung),
- Vorsätzliche Manipulation (z. B. terroristische Anschläge, Zerstörung von Anlagen, Cyber-Kriminalität, Erpressung),
- Krankheitsausbruch (z. B. Erkrankung der Bevölkerung und Ausfall von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, sowie Einschränkungen zum Schutz vor Verbreitung einer Krankheit).

Je nach Art und Umfang der Beeinträchtigung können Maßnahmen nötig werden, die vom möglichst weitgehenden Erhalt der regulären Versorgung, der Wiederherstellung einer einwandfreien Versorgung, der Information der Abnehmerinnen und Abnehmer über Nutzungsbeschränkungen oder Einschränkung der Versorgung bis hin zur vorläufigen Trinkwassernotversorgung reichen. Für Not- und Katastrophenfälle enthält das Österreichische Lebensmittelbuch Kapitel B1 „Trinkwasser“ zusätzliche Regelungen für die Trinkwasserversorgung. So können für die Notversorgung höhere Chlorkonzentrationen zur Desinfektion eingesetzt werden oder andere Desinfektionsmittel verwendet werden.

Die möglichen Maßnahmen können der unmittelbaren Sicherstellung der Trinkwasserversorgung dienen (z. B. netzunabhängige Versorgung durch Vorhaltung bzw. Ausgabe von Trinkwasserpaketen, transportable Wasserbehälter, für Lebensmittel zugelassene Tankwagen) oder vorsorglich auf die Erhöhung der Versorgungssicherheit wirken. Präventiv wirkende Maßnahmen können organisatorischer Natur sein (z. B. Risikoabschätzung, Wassersicherheitsplan, Krisenvorsorgekonzepte, Organisationskonzepte, Störfallplanung und -übung) oder technische Sicherheiten betreffen (z. B. Ringschlüsse und Vernetzungen mit anderen Wasserversorgern, Erschließung weiterer unabhängiger Wasserressourcen, Redundanzen relevanter Systemteile, Notversorgungsbrunnen, Notstromversorgung, Aufrechterhaltung der Löschwasserversorgung und der Versorgung kritischer Infrastruktur).

13.5 Kreislaufführung, Wiederverwendung und Spurenstoffe

Die direkte Kreislaufführung von Wasser, z. B. in Wasch- oder Produktionsprozessen, ist prinzipiell zu befürworten. Dadurch kann nicht nur ressourcenseitig Wasser eingespart werden, sondern oftmals auch Stoffe zurückgewonnen und Energie eingespart werden. Bei der Weiterverwendung von Abwässern oder der Wiederverwendung von gereinigten Abwässern spielen die nach der Reinigung verbleibenden Stoffe und die Qualitätsanforderungen der Wiederverwendung die entscheidende Rolle. Mit Hinblick auf die Trinkwasserversorgung sind insbesondere Arzneimittelrückstände und hormonell wirkende Stoffe zu beachten. Die Ursprünge dieser Stoffe sind Arzneimittel der Humanmedizin, die entweder unverändert oder verstoffwechselt wieder aus dem Körper ausgeschieden werden, als persistente Spurenstoffe den Reinigungsprozess auf der Kläranlage passieren und, wenn auch in sehr geringen Konzentrationen, über die Kläranlagenabflüsse in die Oberflächengewässer gelangen. Ein weiterer Ursprung ist die

Verwendung von tierischen Ausscheidungen als Dünger für landwirtschaftliche Nutzflächen. Die in Jauche oder Stallmist vorhandenen Rückstände von Arzneimitteln in der Tierproduktion können so in Grund- und Oberflächenwässer eingebracht werden.

Bei der Verwendung von Oberflächenwässern und oberflächenwasserbeeinflussten Grundwässern erlangen persistente Spurenstoffe eine zunehmend größere Bedeutung, mitunter auch durch die immer sensitivere Analytik, die immer mehr Einzelstoffe in sehr niedrigen Konzentrationen nachweisen kann.

Während die Grundwasserkörper über Adsorptionsprozesse relativ gut gegen den Eintrag von wenig mobilen Spurenstoffen geschützt sind, können sich mobile Spurenstoffe weit verbreiten. Eine verstärkte Einbringung von Spurenstoffen in die Umwelt, z. B. durch gezielte Wiederverwendung von gereinigtem Abwasser für Bewässerung, ist daher dem Vorsorgeprinzip folgend abzulehnen, jedenfalls solange genügend natürliche Ressourcen zur Verfügung stehen.

13.6 Wasserversorgung und Energie

Für den Betrieb von Wasserversorgungen – egal ob zentrale Versorgungssysteme oder Einzelversorgungen im privaten oder betrieblichen Bereich – wird im Allgemeinen elektrische Energie zum Pumpen, für eine etwaige Wasseraufbereitung oder andere Zwecke benötigt. Die einzigen Ausnahmen stellen gegebenenfalls Quellversorgungen dar, die Wasser im freien Gefälle liefern, ohne Aufbereitung oder sonstige Anlagensteuerung betrieben werden und somit weitestgehend ohne elektrische Energie auskommen. Der Stromverbrauch für die Wasserversorgung kann somit je nach Art der Wasserressource und der Topografie des Versorgungsgebietes sehr unterschiedlich sein.

Für den Sektor der Wasserversorgung wurden in einer Erhebung im Jahr 2012 (Neunteufel et al., 2012a) folgende Kennwerte festgestellt:

- Der mengengewichtete durchschnittliche österreichische Strombedarf für die zentrale Wasserversorgung beträgt rund $0,33 \text{ kWh/m}^3$ Wassereinspeisung in die Wasserversorgungsnetze. Bei der aktuell festgestellten Wassernutzung (Haushalte inkl. sonstiger Verbraucher) entspricht das einem Pro-Kopf-Strombedarf von rund 25 kWh im Jahr. Zum Vergleich: ein durchschnittlicher österreichischer Haushalt verbraucht im Jahr rund 4.000 kWh.

- Innerhalb der Wasserversorgung verursacht das Pumpen von Wasser mit Abstand den größten Stromverbrauch (durchschnittlich 78 %), während Aufbereitungsmaßnahmen (15 %) und sonstige Nutzungen (7 %) einen vergleichsweise vernachlässigbaren Stromverbrauch aufweisen sofern keine zusätzlichen Wasserpumpen für die Aufbereitung benötigt oder Gebäude direkt mit Strom geheizt werden.
- Der physikalische Grenzwert für den Energiebedarf beim Pumpen von Wasser beträgt $0,2725 \text{ kWh/m}^3/100 \text{ m}$. Unter Berücksichtigung unvermeidbarer Verluste bei der Energieumwandlung von elektrischem Strom in Wasservolumenstrom und Pumphöhe ergeben sich in den besten Fällen erreichbare Wirkungsgrade von 70 bis 80 % und im Durchschnitt Werte von knapp über 50 %. Im Mittel werden somit rund $0,6 \text{ kWh/m}^3/100 \text{ m}$ Pumphöhe benötigt.
- Als mögliche Einsparungspotentiale wurden durch eine Steigerung der Pumpeneffizienz 1 bis 2,7 kWh pro Kopf und Jahr und durch eine Reduktion der realen Wasserverluste rund 0,1 bis 0,4 kWh pro Kopf und Jahr festgestellt. Da diese Einsparungen in vielen Fällen nur durch eine Redimensionierung oder Erneuerung des Gesamtsystems der Wasserversorgung erreicht werden könnten, ist die Realisierung ausschließlich aus Gründen der Energieeinsparung oft unwirtschaftlich. Die Hochrechnung auf gesamt Österreich zeigt, dass das gesamte Einsparungspotential (rund 25 GWh) nur im Bereich der Jahresstromproduktion von ein bis zwei großen Windkraftanlagen rangiert.

14 Anhang

Tabelle 39: Zuordnung von Grundwasserkörpern und Gruppen von Grundwasserkörpern zu Szenarienregionen

Szenarien-region Nr.	Bezeichnung der zugehörigen Grundwasserkörper bzw. (Teil-)Grundwasserkörper	Bundesland	Fläche km ²
1	Pielachtal, Traisental, NÖ Alpenvorland-Teilbereiche [DUJ]	Niederösterreich & Wien	665,6
2	Erlauftal, Pöchlarn Feld, Ybbstal, Ybbser Scheibe, NÖ Alpenvorland-Teilbereiche [DUJ]	Niederösterreich & Wien	611,1
3	Machland, Südl. Machland, NÖ Alpenvorland-Teilbereich, Unteres Ennstal (NÖ, OÖ) [DUJ]	Oberösterreich	663,2
4	Böhmische Masse [DUJ]	Niederösterreich & Wien	3.325,8
5	Südl. Wiener Becken [DUJ]	Niederösterreich & Wien	1.228,2
6	Günstal, Lafnitztal, Pinkatal, Stremtal, Hügelland Raab Ost [LRR]	Burgenland	1.335,2
7	Fischbacher Alpen, Wechselgebiet [LRR]	Steiermark	833,3
8	Feistritztal, Raabtal, Safental, Ilz und Rittscheintal, Hügelland Raab West [LRR]	Steiermark	1.595,5
9	Nördliche Kalkalpen [DUJ]	Niederösterreich & Wien	769,2
10	Wulkatal, Ikvatal, Rabnitztal, Stooberbachtal, Hügelland Rabnitz, Leithagebirge [LRR]	Burgenland	1.188,0
11	Flyschzone-Teilbereich [DUJ]	Niederösterreich & Wien	952,5
12	Hügelland zwischen Mur und Raab [MUR]	Steiermark	862,5
13	Böhmische Masse-Teilbereich [DUJ], Böhmische Masse-Teilbereich [ELB]	Oberösterreich	1.848,2
14	Böhmische Masse [DBJ], Böhmische Masse-Teilbereich [DUJ], Böhmische Masse-Teilbereich [ELB]	Oberösterreich	1.658,3
15	Flyschzone-Teilbereiche [DUJ]	Niederösterreich & Wien	483,9
16	Heideboden [DUJ], Parndorfer Platte [LRR]	Burgenland	367,0

Szenarien-region Nr.	Bezeichnung der zugehörigen Grundwasserkörper bzw. (Teil-)Grundwasserkörper	Bundesland	Fläche km ²
17	Günser Gebirge Umland [LRR], Bucklige Welt [LRR]	Niederösterreich & Wien	1.124,9
18	Weinviertel [MAR]	Niederösterreich & Wien	2.008,0
19	Weinviertel [DUJ]	Niederösterreich & Wien	1.346,8
20	Tullnerfeld [DUJ]	Niederösterreich & Wien	586,6
21	Marchfeld [DUJ]	Niederösterreich & Wien	941,7
22	Schlierhügelland [DUJ]	Oberösterreich	716,0
23	Schlierhügelland [DBJ]	Oberösterreich	570,3
24	Oberinnviertler Seenplatte, Salzach - Inn - Mattig [DBJ]	Oberösterreich	843,0
25	Welser Heide [DUJ]	Oberösterreich	205,1
26	Linzer Becken [DUJ]	Oberösterreich	95,9
27	Salzburger Alpenvorland [DUJ] und [DBJ]	Salzburg	543,1
28	Nördliche Kalkalpen-Teilbereich [DBJ]	Salzburg	747,5
29	Unteres Salzachtal [DBJ]	Salzburg	181,7
30	Hausruck, Kobernaußerwald [DBJ]	Oberösterreich	915,6
31	Böhmische Masse-Teilbereich [ELB]	Niederösterreich & Wien	735,5
32	Böhmische Masse [MAR]	Niederösterreich & Wien	1.366,8
33	Eferdinger Becken [DUJ]	Oberösterreich	119,7
34	Traun - Enns - Platte [DUJ]	Oberösterreich	810,3
35	Flyschzone-Teilbereiche [DUJ]	Oberösterreich	657,0
36	Flyschzone-Teilbereiche [DUJ]	Oberösterreich	502,3
37	Nördliche Kalkalpen-Teilbereich [DUJ]	Niederösterreich & Wien	2.108,9
38	Nördliche Kalkalpen-Teilbereich [DUJ]	Oberösterreich	1.237,3
39	Nördliche Kalkalpen-Teilbereich [DUJ]	Oberösterreich	1.353,5
40	Weststeirisches Hügelland, Kainach, Lassnitz, Stainzbach, Weststeirisches Hügelland, Sulmtal, Saggautal [MUR]	Steiermark	1.015,3

Szenarien-region Nr.	Bezeichnung der zugehörigen Grundwasserkörper bzw. (Teil-)Grundwasserkörper	Bundesland	Fläche km ²
44	Vöckla - Ager - Traun - Alm [DUJ]	Oberösterreich	403,3
45	Mittleres Ennstal (Trautenfels bis Gesäuse), Unteres Ennstal (Stmk), Nördliche Kalkalpen-Teilbereich [DUJ]	Steiermark	522,1
46	Oberes Ennstal (Landesgrenze bis Trautenfels), Traun, Nördliche Kalkalpen-Teilbereich [DUJ]	Steiermark	897,3
47	Nördliche Kalkalpen-Teilbereich [DBJ]	Salzburg	497,7
48	Pinzgauer Saalachtal, Zentralzone-Teilbereich [DBJ]	Salzburg	1.238,4
49	Großsache, Zentralzone-Teilbereich [DBJ]	Tirol	646,4
50	Nördliche Kalkalpen-Teilbereich [DBJ]	Tirol	868,6
51	Helvetikum [DBJ] und [RHE], Molasse und nördliche Flyschzone [RHE]	Vorarlberg	786,8
52	Südliche Flyschzone [DBJ], Walgau, Nördliche Kalkalpen, Südliche Flyschzone [RHE]	Vorarlberg	857,0
53	Kristallin [RHE]	Vorarlberg	564,1
54	Rheintal [RHE]	Vorarlberg	201,5
55	Lechtal, Nördliche Kalkalpen-Teilbereiche [DBJ]	Tirol	2.158,9
56	Nördliche Kalkalpen-Teilbereich [DBJ]	Tirol	703,0
57	Nördliche Kalkalpen-Teilbereich [DBJ]	Tirol	717,5
58	Inntal [DBJ]	Tirol	222,7
59	Zentralzone-Teilbereich [DBJ]	Tirol	796,4
60	Palten, Niedere Tauern einschl. Grauwackenzone [DUJ]	Steiermark	1.341,8
61	Grebenzen [DRA], Oberes Murtal, Seetaler Alpen Nord, Turrach, Kreischberg, Frauenalpe, Stolzalpe [MUR]	Steiermark	1.130,9
62	Liesing [MUR], Grauwackenzone Mitte [DUJ] und [MUR]	Steiermark	565,8
63	Nördliche Kalkalpen-Teilbereich [DUJ]	Steiermark	614,5
64	Nördliche Kalkalpen-Teilbereiche [MUR]	Steiermark	483,1

Szenarien-region Nr.	Bezeichnung der zugehörigen Grundwasserkörper bzw. (Teil-)Grundwasserkörper	Bundesland	Fläche km ²
65	Nördliche Kalkalpen-Teilbereich [DUJ]	Steiermark	593,2
66	Grazer Bergland östlich und westlich der Mur [MUR], Grazer Bergland östlich der Mur [LRR]	Steiermark	1.117,6
67	Niedere Tauern einschl. Seckauer Tauern [MUR]	Steiermark	1.498,8
68	Fischbacher Alpen, Mürz [MUR]	Steiermark	419,4
69	Kristallin nördlich des Mürztales einschl. Grauwackenzone [MUR]	Steiermark	694,6
70	Kristallin der Koralpe, Stubalpe und Gleinalpe [MUR]	Steiermark	1.482,0
71	Altes Gurktal, Lavanttal, Zentralzone [DRA]	Kärnten & Osttirol	2.009,6
72	Jauntal, Klagenfurter Becken, Rosental, Sattnitz [DRA]	Kärnten & Osttirol	543,8
73	Karawanken, Südliche Kalkalpen-Teilbereich [DRA]	Kärnten & Osttirol	795,9
74	Glantal, Krappfeld Metnitztal, Tiebel; Unteres Gurktal, Zentralzone-Teilbereich [DRA]	Kärnten & Osttirol	1.926,2
75	Drautal, Zentralzone-Teilbereiche [DRA]	Kärnten & Osttirol	1.195,3
76	Südl. Wiener Becken-Ostrand [DUJ] und [LRR]	Niederösterreich & Wien	485,3
78	Gailtal Südliche Kalkalpen-Teilbereiche [DRA]	Kärnten & Osttirol	1.739,0
79	Zentralzone-Teilbereich [DRA]	Kärnten & Osttirol	2.655,9
80	Zentralzone-Teilbereich [DRA]	Kärnten & Osttirol	803,8
81	Zentralzone-Teilbereich [DBJ]	Salzburg	1.347,1
82	Salzburger Hohe Tauern [DUJ]	Salzburg	414,2
83	Zentralzone [DBJ]	Salzburg	754,7
84	Salzburger Hohe Tauern [MUR]	Salzburg	1.019,4
91	Grauwackenzone, Nördliche Kalkalpen Semmering [LRR]	Niederösterreich & Wien	715,0
92	Zentralzone-Teilbereich [DBJ]	Tirol	2.666,3
93	Zentralzone-Teilbereich [DBJ]	Tirol	970,7
94	Zentralzone-Teilbereich [DBJ]	Tirol	654,8

Szenarien-region Nr.	Bezeichnung der zugehörigen Grundwasserkörper bzw. (Teil-)Grundwasserkörper	Bundesland	Fläche km ²
95	Zentralzone-Teilbereich [DBJ]	Tirol	575,9
96	Aichfeld-Murboden (Judenburg - Knittelfeld), Mittl. Murtal Knittelfeld bis Bruck/Mur [MUR]	Steiermark	268,9
97	Grazer Feld (Graz/Andritz - Wildon); Murdurchbruchstal (Bruck/Mur - Graz/Andritz) [MUR]	Steiermark	209,3
98	Leibnitzer Feld, Unteres Murtal [MUR]	Steiermark	295,9
99	Seewinkel [LRR]	Burgenland	412,1

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Wasserbedarf in Mio. m ³ aktuell	19
Tabelle 2: Mögliche Entwicklung des Wasserbedarfs in Mio. m ³ bis 2050.....	19
Tabelle 3: RCP-Szenarien für die Betrachtungen im gegenständlichen Projekt	34
Tabelle 4: Ausgewählte ÖKS-Klimaszenarien für das Projekt „Wasserschutz Österreichs“	37
Tabelle 5: Datenmodell Eigenentnahmen Projekt „Wasserschutz Österreich“: Organisationsform.....	97
Tabelle 6: Datenmodell Eigenentnahmen Projekt „Wasserschutz Österreichs“: Herkunft.	98
Tabelle 7: Datenmodell Eigenentnahmen Projekt „Wasserschutz Österreichs“: Nutzung..	99
Tabelle 8: Datenmodell Eigenentnahmen Projekt „Wasserschutz Österreichs“: Rückführung	100
Tabelle 9: Vergleich Anzahl der Betriebe mit Bewässerung bzw. Bewässerungsanlagen aus unterschiedlichen Datenquellen	120
Tabelle 10: In EDM erfasste Intensivtierhaltungsanlagen, Stand 11.11.2020	122
Tabelle 11: Wassereinsatz des Produzierenden Bereichs aus Fremdbezug und Eigenversorgung für den Eigenverbrauch 2019 laut Gütereinsatzstatistik	136
Tabelle 12: Umfang der Fragebogenerhebung für den Sektor Industrie und Gewerbe im Projekt „Wasserschutz Österreichs“	142
Tabelle 13: Statistik Golfplätze	155
Tabelle 14: Datengrundlagen und ergänzende Informationen zur Aktualisierung der Wasserbedarfsdaten für Vieh	161
Tabelle 15: Datengrundlagen und ergänzende Informationen zur Aktualisierung der Wasserbedarfsdaten für die landwirtschaftliche Bewässerung	163
Tabelle 16: Datengrundlagen und ergänzende Informationen zur Aktualisierung der Wasserbedarfsdaten für Industrie und Gewerbe	164
Tabelle 17: Durchschnittliche Jahressummen von Niederschlag, aktueller Evapotranspiration und Gesamtabfluss in den Einzelgrundwasserkörpern und Gruppen von Grundwasserkörpern (GWK) Österreichs zwischen 1998 und 2017 in mm und Mio. m ³ pro Jahr	168
Tabelle 18: Durchschnittliche Grundwasserneubildung aus Niederschlag einschließlich prozentuaalem Anteil am Niederschlag sowie Grundwasserneubildung gesamt (inkl. Infiltration und randlichen Zu- und Abflüssen) sowie verfügbare Grundwasserressource und deren Anteil an der Grundwasserneubildung in den Einzelgrundwasserkörpern und Gruppen von Grundwasserkörpern(GWK) Österreichs zwischen 1998 und 2017 in mm und Mio. m ³ pro Jahr	172
Tabelle 19: Viehzahlen, GVE und Wasserbedarf pro Tierkategorie für das Jahr 2018	205

Tabelle 20: Wasserbedarf in Mio. m ³ aktuell	221
Tabelle 21: Übersicht über die verwendeten Ansätze zur Abschätzung der Grundwasserneubildung auf Basis von Niederschlag und potentieller Evapotranspiration	263
Tabelle 22: Landwirtschaftliche Flächen 2017 und 2050.....	286
Tabelle 23: Anzahl Betriebe mit Bewässerungsbewilligung und deren Flächen an bewässerungswürdigen Fruchtarten.....	287
Tabelle 24: Mögliche Entwicklung des Bewässerungsbedarfes mit Zeithorizont 2050.....	305
Tabelle 25: Entwicklung Viehbestand 2016 bis 2050.....	307
Tabelle 26: Mögliche Entwicklung des jährlichen Wasserbedarfs für die Viehhaltung bis 2050.....	308
Tabelle 27: Mögliche Entwicklung des Wasserbedarfs für Industrie und Gewerbe bis 2050.....	310
Tabelle 28: Mögliche Entwicklung des Beschneigungsbedarfes mit Zeithorizont 2050.....	314
Tabelle 29: Mögliche Entwicklung des Wasserbedarfs in Mio. m ³ bis 2050.....	316
Tabelle 30: Mögliche Entwicklung des Wasserbedarfs der Wasserversorgung bis 2050..	319
Tabelle 31: Mögliche Entwicklung des Wasserbedarfs der landwirtschaftlichen Bewässerung (ohne Grünlandbewässerung) bis 2050.....	321
Tabelle 32: Mögliche Entwicklung des Wasserbedarfs für die Viehhaltung bis 2050	321
Tabelle 33: Mögliche Entwicklung des Wasserbedarfs für Industrie und Gewerbe bis 2050.....	322
Tabelle 34: Mögliche Entwicklung des Wasserbedarfs für Beschneigung und Golf bis 2050.....	323
Tabelle 35: Einteilung der Maßnahmen in Phasen, Themen, Kategorien und Sektoren...	337
Tabelle 36: Datengrundlage und Ergebnis WEI+ für die österreichische Flussgebietseinheit Rhein.....	347
Tabelle 37: Datengrundlage für Berechnung des WEI+ für die Flussgebietseinheit Donau	348
Tabelle 38: WEI+ Werte für europäische Flussgebietseinheiten und für Österreich	348
Tabelle 39: Zuordnung von Grundwasserkörpern und Gruppen von Grundwasserkörpern zu Szenarienregionen	370

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Gesamter Wasserbedarf aus Grund- und Oberflächenwasser, Aufteilung des Grundwasserbedarfs nach Brunnen und Quellen sowie Aufteilung auf die Wirtschaftssectoren	16
Abbildung 2: Nutzung des Grundwassers (Brunnen und Quellen) nach Wirtschaftssectoren	17
Abbildung 3: Darstellung der Projektabgrenzung hinsichtlich bilanzrelevanter Entnahmen und Nutzungen	27
Abbildung 4: Projektabgrenzung Wasserbedarf, -entnahmen und -nutzung.....	28
Abbildung 5: Einbindung Bundesländervertretungen und Stakeholder.....	29
Abbildung 6: Ablaufschema Vorgangsweise	31
Abbildung 7: Grundwasserkörper Stand NGP 2015 und Änderungen von Grundwasserkörperabgrenzungen mit Stand NGP 2021	39
Abbildung 8: Unterteilung der Grundwasserkörper (Stand NGP 2015) in Teil-Grundwasserkörper.....	40
Abbildung 9: Darstellung der (Teil-)Grundwasserkörper und der daraus aggregierten Szenarienregionen.....	41
Abbildung 10: Vom Niederschlag zur verfügbaren Grundwasserressource	42
Abbildung 11: Schema der Grundwasserneubildung für Gruppen von Grundwasserkörpern und für Einzelgrundwasserkörper	43
Abbildung 12: Generelle Vorgangsweise bei Wasserbedarfsabschätzungen.....	71
Abbildung 13: Datengrundlage Überblick	73
Abbildung 14: Ist-Stand (Mittelwert 2014–2018) der Bevölkerungsdichte (Hauptwohnsitze je km ²) auf Gemeindeebene (Stichtag: 01.01. des jeweiligen Folgejahres).....	79
Abbildung 15: Änderung der Bevölkerung bis 2050 auf Gemeindeebene in Prozent des Ist-Standes (Mittelwert 2014–2018)	80
Abbildung 16: Nebenwohnsitze Ist-Stand (Mittelwert 2014–2018, Stichtag 31.10.)	81
Abbildung 17: Änderung der Anzahl der Nebenwohnsitze bis 2050 in Prozent des Ist-Standes (Mittelwert 2014–2018)	82
Abbildung 18: Pendlerinnen und Pendlerbewegungen je Hauptwohnsitz Ist-Stand (Mittelwert 2014–2018, Stichtag 31.10.)	83
Abbildung 19: Änderungen der Pendlerinnen und Pendlerbewegungen pro Hauptwohnsitz (Differenz 2050 – Ist-Stand (Mittelwert der Jahre 2014–2018)).....	84
Abbildung 20: Anzahl der Nächtigungen je Gemeinde Ist-Stand (Mittelwert 2014–2018). 85	
Abbildung 21: Änderung der Anzahl der Nächtigungen bis 2050	86

Abbildung 22: Monatsmittelwerte (März–September) der potentiellen Evapotranspiration in mm pro Monat für den Ist-Stand	87
Abbildung 23: Änderungen der Monatsmittelwerte (März–September) der potentiellen Evapotranspiration in mm pro Monat bis 2050 für das Szenario RCP8.5 trocken (Differenz Szenario RCP8.5 trocken – Ist-Stand)	88
Abbildung 24: Zusammensetzung der landwirtschaftlichen Produktion im Jahr 2019	105
Abbildung 25: Versorgungsleistung der österreichischen Landwirtschaft	106
Abbildung 26: Selbstversorgungsgrad und Pro-Kopf-Verbrauch für pflanzliche Erzeugnisse für 2018/19 in Österreich	107
Abbildung 27: Bewässerungsanlagen am Kaunerberghang	109
Abbildung 28: Verteilung der bewässerten und der bewässerbaren Flächen der ASE 2010 nach klimatischer Wasserbilanz für die Klimaperiode 1998–2017 und den Zeitraum März bis September	110
Abbildung 29: Darstellung der bewässerbaren Flächen basierend auf den letzten bundesweit verfügbaren Ergebnissen zu Bewässerungsmengen und -flächen der ASE 2010	111
Abbildung 30: Darstellung der Ertragspotentiale der Böden des österreichischen Ackerlandes ermittelt aus den Daten der Finanzbodenschätzung	112
Abbildung 31: Verteilung der Projekte, ausbezahlten Förderung und zusätzlich bewässerte Fläche auf die Bundesländer	113
Abbildung 32: Erwerbsobstanlagen 2017 in ha je Gemeinde	115
Abbildung 33: ASE Ergebnisse zu Bewässerung 2010, 2013 und 2016 (Flächenangaben in Hektar)	116
Abbildung 34: Vorgangsweise zur Ermittlung der landwirtschaftlichen Bewässerungsmengen	117
Abbildung 35: Viehbestand in Großvieheinheiten (GVE Eurostat) absolut je Gemeinde, 2018	123
Abbildung 36: Entwicklung des Schadholzanteils am Gesamteinschlag	126
Abbildung 37: Schadholzmengen durch Sturm, Schnee und Borkenkäferbefall	127
Abbildung 38: Fischteichanlagen basierend auf den digitalen Wasserbüchern der Bundesländer	130
Abbildung 39: Wassereinsatz im Produzierenden Bereich (ÖNACE 2008 B-F) und im Bereich Herstellung von Waren (ÖNACE2008 C) entsprechend Gütereinsatzenerhebung 2019	133
Abbildung 40: Wassernutzung nach Branchen im Produzierenden Bereich im Jahr 2019 laut Gütereinsatzstatistik	135

Abbildung 41: Schwerpunktregionen des Sektors Industrie und Gewerbe in Österreich basierend auf CORINE Landcover 2018.....	137
Abbildung 42: Herkunft des selbstgeförderten Wassers nach Branchen im Produzierenden Bereich.....	138
Abbildung 43: Datengrundlagen und potentielle Erhebungspfade für den Wasserbedarf des Sektors Industrie und Gewerbe (Produzierender Bereich) im Projekt „Wasserschatz Österreichs“.....	140
Abbildung 44: Anteil der betrieblichen Abwassermengen an Direkteinleitern, die in EMREG gemeldet wurden (Mittelwert 2015–2017)	150
Abbildung 45: Branchenspezifische betriebliche Abwassermengen nach EMREG-OW; Mittelwert des Zeitraums 2015–2017 für ÖNACE-2008-Abteilungen des Produzierenden Bereichs, dargestellt in absteigender Rangfolge.....	151
Abbildung 46: Mittlerer Niederschlag (mm) Ist-Situation (1998–2017) für Teil-Grundwasserkörper.....	174
Abbildung 47: Mittlere jährliche Grundwasserneubildung aus Niederschlag (mm) Ist-Situation (1998–2017) für Teil-Grundwasserkörper	175
Abbildung 48: Mittlere jährliche Grundwasserneubildung aus Niederschlag (mm) Ist-Situation (1998–2017) in Prozent des Niederschlags für Teil-Grundwasserkörper.....	176
Abbildung 49: Mittlere jährliche Grundwasserneubildung aus Niederschlag, Infiltration und Randzuflüssen (mm) Ist-Situation (1998–2017) für Teil-Grundwasserkörper.....	177
Abbildung 50: verfügbare Grundwasserressource (mm) aktuelle Situation auf Ebene der (Teil-) Grundwasserkörper	182
Abbildung 51: Verfügbare Grundwasserressource (mm) aktuelle Situation auf Ebene der Szenarienregionen.....	183
Abbildung 52: Niederwasserführung (MoNQT = kleinster Tageswert des Monats) von 1998–2017 und verfügbare Grundwasserressource am Pegel Waltersdorf am Safenbach in der Südoststeiermark (Pegel Nr. 211011)	186
Abbildung 53: Niederwasserführung (MoNQT = kleinster Tageswert des Monats) von 1998–2017 und verfügbare Grundwasserressource am Pegel Gepatschalm in hochalpiner Lage im Kaunertal (Pegel Nr. 230300).....	188
Abbildung 54: Niederwasserführung (MoNQT = kleinster Tageswert des Monats) von 1998–2017 und verfügbare Grundwasserressource am Pegel Altenmarkt am Oberlauf der Enns (Pegel Nr. 203711)	189
Abbildung 55: Verlauf der flächenbezogenen Veränderungen des Grundwasservolumens (VOLPA: VOLume Per Area) innerhalb eines Jahres (blau: Ganglinie im Jahr 2016, rot: 2017).....	192

Abbildung 56: Durchschnittlicher Pro-Kopf-Wasserverbrauch inkl. sonstigen Verbrauchern und Verlusten	195
Abbildung 57: Wasserversorgung Ist-Stand in Liter pro Hauptwohnsitz und Tag inkl. aller mitversorgten Verbraucher	196
Abbildung 58: Wasserbedarf aus Brunnen Ist-Stand (Angaben in mm)	197
Abbildung 59: Wasserbedarf aus Quellen Ist-Stand (Angaben in mm)	198
Abbildung 60: Wasserbedarf aus Brunnen und Quellen (ohne Tiefengrundwasserkörper) Ist-Stand (Angaben in mm).....	199
Abbildung 61: Wasserbedarf aus Tiefengrundwasserkörpern Ist-Stand (Angaben in mm)	200
Abbildung 62: Wasserbedarf der Wasserversorgung Ist-Stand, alle Zahlen sind Durchschnittswerte 2014–2018, Kennzahlen berechnet in Liter pro Hauptwohnsitz (HW) und Tag, Bevölkerung: 8,7 Mio.	201
Abbildung 63: Durchschnittlicher Landwirtschaftlicher Bewässerungsbedarf in m ³ auf Ebene der (Teil-)Grundwasserkörper	204
Abbildung 64: Wasserbedarf Vieh aktuell auf Ebene der (Teil-)Grundwasserkörper	206
Abbildung 65: Wasserbedarf aus Brunnen, Quellen und Oberflächengewässern von Industrie und Gewerbe.....	210
Abbildung 66: Wasserbedarf von Industrie und Gewerbe aus Brunnen	211
Abbildung 67: Wasserbedarf Industrie und Gewerbe aktuell in mm (in Analogie zur Darstellung der Wasserversorgung).....	212
Abbildung 68: Wasserbedarf Beschneigung aktuell	215
Abbildung 69: Wasserbedarf für die Beschneigung aktuell je Wasserressource	216
Abbildung 70: Vom Niederschlag zur verfügbaren Grundwasserressource	218
Abbildung 71: Gesamter Wasserbedarf und Nutzung der Ressourcen nach wirtschaftlichen Bereichen (Angaben für die Wasserversorgung ohne Nutzung Tiefengrundwasser).....	219
Abbildung 72: Anteil der Wirtschaftssektoren am gesamten Wasserbedarf aktuell	220
Abbildung 73: Gesamter Wasserbedarf aus Grund- und Oberflächenwasser sowie die Aufteilung des Grundwasserbedarfs nach Quellen und Brunnen sowie nach wirtschaftlichen Sektoren	222
Abbildung 74: Gesamter Wasserbedarf und Nutzung der Ressourcen nach wirtschaftlichen Sektoren	222
Abbildung 75: Brunnenentnahmen und Quellnutzungen nach wirtschaftlichen Sektoren aktuell	224
Abbildung 76: Grundwassernutzung der wirtschaftlichen Sektoren für Brunnen und Quellen aktuell	224

Abbildung 77: Grundwassernutzung nach Sektoren sowie Brunnen und Quellen auf Ebene der Szenarienregionen – aktuelle Situation	225
Abbildung 78: Nutzung der Grundwasserressourcen	226
Abbildung 79: Nutzungsintensität der oberflächennahen Grundwasserkörper durch Brunnenentnahmen, aktuelle Situation	229
Abbildung 80: Nutzungsintensität des Grundwassers durch Brunnenentnahmen auf Ebene von (Teil)-Grundwasserkörpern, aktuelle Situation	230
Abbildung 81: Kombiniertes Lufttemperatur-Niederschlag-Diagramm für die einzelnen Jahre 1961 bis 2020 (helle bis dunkle Punkte), angegeben als Flächenmittelwerte über Österreich absolut und als Abweichungen vom Mittelwert des Bezugszeitraumes 1961–1990. Das Berichtsjahr ist rot hervorgehoben. Der Pfeil verfolgt die Verlagerung der laufenden 30-jährigen Mittelwerte von 1961–1990 bis 1991–2020.	232
Abbildung 82: Langfristige Einordnung der Jahresmittelwerte für 2020 für Lufttemperatur, Niederschlagssumme und Sonnenscheindauer	233
Abbildung 83: Aufsummierte Tagessummen des Niederschlags (mm) im Jahr 2020 über die Gesamtfläche Österreichs	234
Abbildung 84: Trockenperioden im Jahr 2017. Die Farben kennzeichnen die Länge der Trockenperioden	234
Abbildung 85: Trockenepisode in den Bezugszeiträumen 1961–1990 (links) und 1991–2020 (rechts) in Österreich.....	235
Abbildung 86: Verhältnis der Grundwasserneubildung in Trockenjahren mit einer Auftretenswahrscheinlichkeit von einmal in zehn Jahren zum langjährigen Mittel der Neubildung	237
Abbildung 87: Abflussdauerlinie des Pegels Niederabsdorf an der Zaya mit Darstellung der aus den Niederwasserführung ermittelten Grundwasserneubildung für das Einzugsgebiet (die Dauerlinie ist nur im Abschnitt 180 bis 365 Tage dargestellt; in der Tabelle ist die Grundwasserneubildung in Trockenjahren angeführt die sich nach verschiedenen Rechenansätzen aus den Werten der Jahresreihe ergibt)	239
Abbildung 88: Abflussganglinie der Zaya am Pegel Niederabsdorf für das Trockenjahr 2017	240
Abbildung 89: Ganglinien der Monatsmittelwerte der Grundwasserstände ausgewählter Grundwasserpegel im Zayagebiet für die Jahresreihe 1998 bis 2017 (Datenquelle HZB eHyd); die Trockenjahre 2003 und 2017 sind hervorgehoben	241
Abbildung 90: Maximaljahr des Wasserbedarfs je Gemeinde im Zeitraum 2014–2018 ...	243
Abbildung 91: Durchschnittlicher Pro-Kopf-Wasserbedarf inkl. sonstiger Verbraucher und Verluste für Ist-Stand, Jahr 2018 und Extremjahr	244

Abbildung 92: Wassernutzung im Extremjahr im Vergleich zum durchschnittlichen Ist-Stand (in %)	245
Abbildung 93: Wasserbedarf der Wasserversorgung in Extremjahren, Zahlendarstellung aus der Summe der höchsten Jahresbedarfe je Gemeinde im Zeitraum 2014–2018, Kennzahlen berechnet in Liter pro Hauptwohnsitz (HW) und Tag, Bevölkerung: 8,9 Mio	246
Abbildung 94: Veränderung der Wassergewinnung aus Brunnen und Quellen (ohne Tiefengrundwasser) vom durchschnittlichen Ist-Stand zum fiktiven Extremjahr (in %)	247
Abbildung 95: Änderung der Jahresmitteltemperatur und Jahresniederschlagssumme von 2071–2100 relativ zu 1981–2010 über Österreich von allen EUROCORDEX EUR11 Szenarien	252
Abbildung 96: Klimaänderungssignal der Temperatur gegenüber der Referenzperiode 1990–2018 für die ausgewählten Szenarien	253
Abbildung 97: Entwicklung des SPEI (Standardized Precipitation Evapotranspiration Index) für unterschiedliche Emissionszenarien	254
Abbildung 98: Wahrscheinlichkeit für Dürreperioden im Jahresverlauf je nach Emissionszenarien	255
Abbildung 99: Szenarientwicklung durch Kombination der ÖKS15-Szenarien mit aktueller Klimaentwicklung (exemplarische Abbildung, nicht maßstäblich)	257
Abbildung 100: Bedarfsänderung im Wasserversorgungssektor	270
Abbildung 101: Veränderung des Wasserbedarfs vom Ist-Stand zu Szenario 2050 RCP4.5 mittel (in %)	271
Abbildung 102: Veränderung des Wasserbedarfs vom Ist-Stand zu Szenario 2050 RCP8.5 mittel (in %)	272
Abbildung 103: Veränderung des Wasserbedarfs vom Ist-Stand zu Szenario 2050 RCP8.5 trocken (in %)	273
Abbildung 104: Szenarien des Wasserbedarfs der Wasserversorgung im Zeitraum um 2050, Kennzahlen berechnet in Liter pro Hauptwohnsitz (HW) und Tag, Bevölkerung: 9,6 Mio	274
Abbildung 105: Veränderung der Wassergewinnung vom Ist-Stand zu Szenario 2050 RCP4.5 mittel (in %)	275
Abbildung 106: Veränderung der Wassergewinnung vom Ist-Stand zu Szenario 2050 RCP8.5 mittel (in %)	276
Abbildung 107: Veränderung der Wassergewinnung vom Ist-Stand zu Szenario 2050 RCP8.5 trocken (in %)	277
Abbildung 108: Bodenverbrauch bzw. Flächeninanspruchnahme in Österreich 2001–2018	278

Abbildung 109: Schäden in der Landwirtschaft nach Schadereignissen und Jahren.....	280
Abbildung 110: Klimatische Wasserbilanz März bis September 2041–2070, RCP8.5 trocken in mm.....	285
Abbildung 111: Entwicklung der landwirtschaftlichen Flächen von 2017 bis 2050. Darstellung in ha.....	286
Abbildung 112: Änderung der Vegetationsperiode für das Szenario RCP8.5 trocken im Zeitraum 2041–2070	289
Abbildung 113: Anteil der bewässerungswürdigen Fruchtarten an den Invekosflächen 2050 je Szenarienregion	291
Abbildung 114: Bewässerungswürdige Flächen 2050 nach Klassen der klimatischen Wasserbilanz März bis September für die jeweiligen Szenarien 2050 und für die aktuelle Situation	292
Abbildung 115: Bewässerungsregionen aktuell auf Ebene der (Teil-)Grundwasserkörper	293
Abbildung 116: Potentielle Bewässerungsregionen 2050, Szenario RCP4.5 mittel.....	294
Abbildung 117: Potentielle Bewässerungsregionen 2050, Szenario RCP8.5 mittel.....	295
Abbildung 118: Potentielle Bewässerungsregionen 2050, Szenario RCP8.5 trocken.....	296
Abbildung 119: Landwirtschaftliche bzw. bewässerungswürdige Flächen 2050 beispielhaft für Szenario RCP4.5 mittel.....	297
Abbildung 120: Flächen bewässerungswürdiger Fruchtarten 2050 (Anteil AMA-Betriebe mit Bewässerungsbewilligung), nach Klassen der klimatischen Wasserbilanz (März–Sept.) für die Szenarien 2050 und aktuell.....	298
Abbildung 121: Entwicklung „Naturschnee plus technischer Schnee“ bis 2050, abgebildet durch die mittlere saisonale Gesamtschneehöhe und Saisonlänge in ca. 1.000 m Seehöhe	312
Abbildung 122: Grundwassernutzung nach Sektoren sowie für Brunnen und Quellen auf Ebene der Szenarienregionen, „Wasserschuttszenario 2050 – ungünstig“	317
Abbildung 123: Wassergewinnung aus Brunnen und Quellen für die Wasserversorgung auf Basis der Szenarienregionen – aktuelle Situation und Änderung im „Wasserschuttszenario 2050 – ungünstig“	318
Abbildung 124: Änderung des derzeitigen Bewässerungsbedarfes (ohne Grünlandbewässerung) im Vergleich zum ungünstigen Wasserschuttszenario.....	320
Abbildung 125: Brunnenentnahmen – aktuell und mögliche Entwicklung bis 2050.....	324
Abbildung 126: Verfügbare Grundwasserressource auf Ebene der Szenarienregionen für das „Wasserschuttszenario 2050 – günstig“	325
Abbildung 127: Änderung der verfügbaren Grundwasserressource auf Ebene der Szenarienregionen unter Annahme des „Wasserschuttszenarios 2050 – günstig“	326

Abbildung 128: Verfügbare Grundwasserressource auf Ebene der Szenarienregionen für das „Wasserschatzscenario 2050 – ungünstig“	327
Abbildung 129: Änderung der verfügbaren Grundwasserressource (%) auf Ebene der Szenarienregionen unter Annahme des „Wasserschatzscenario 2050 – ungünstig“	328
Abbildung 130: Nutzungsintensität des Grundwassers durch Brunnenentnahmen auf Ebene der Szenarienregionen – aktuelle Situation	329
Abbildung 131: Nutzungsintensität des Grundwassers durch Brunnenentnahmen auf Ebene der Szenarienregionen unter Annahme des „Wasserschatzscenario 2050 – günstig“	330
Abbildung 132: Nutzungsintensität des Grundwassers durch Brunnenentnahmen auf Ebene der Szenarienregionen unter Annahme des „Wasserschatzscenario 2050 – ungünstig“	331
Abbildung 133: Zyklus eines Maßnahmenmanagements zu Wasserknappheit und Trockenheit für die Wasserwirtschaft.....	336
Abbildung 134: Wasserbilanz Österreichs, Stand 2021	341
Abbildung 135: Schematische Darstellung der WEI+ Berechnung	345
Abbildung 136: Flussgebietseinheiten und zugehörige Grundwasserkörper	346
Abbildung 137: WEI+ Ergebnisse für Österreich 1990–2017	349

Literaturverzeichnis

Abt. Statistik des Landes OÖ (2020): Bevölkerungsprognosen für die oö. 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.

Akam R. & Gruere G. (2017): Turning Groundwater into farmers' underground insurance against climate change. Global Forum for Food and Agriculture. OECD Trade and Agriculture Directorate. (online 24.06.2021) Verfügbar unter:

<http://oecdinsights.org/2017/01/19/groundwater-agriculture-climate-change/>

Almer M., Legerer Ph., Elster D., Steinbichler A., Schubert, G. (2019): Wasserentnahmen Update und Basisdatenbeschaffung. Geologische Bundesanstalt. Wien.

AMA – AgrarMarkt Austria: Information zu Betrieben mit gemeldeter Bewässerungsbewilligung für die Jahre 2013, 2016, 2017, 2018 und 2019.

Amt der Kärntner Landesregierung (2019): 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 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 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. Verfügbar unter:
<https://vorarlberg.at/documents/302033/472239/Regionale+Bev%C3%B6lkerungsprognose+2019+bis+2050.pdf/ebb17f4e-c498-9a04-0260-ea72794f8146?t=1616163636294>

Aschwanden H. & Kann C. (1999): Die Abflussmenge Q347. Eine Standortbestimmung.- Hydrolog. Mitt. Nr. 27, Eidgen. Dep. d. Inneren, Landeshydrologie und -geologie, Bern.

Auer I., Korus E., Böhm R., Schöner W. (2005): StartClim2004.A. Analyse von Hitze und Dürreperioden in Österreich; Ausweitung des täglichen StartClim Datensatzes um das Element Dampfdruck. Wien: Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Projektbericht.

Austropapier (2020): Branchenbericht der Vereinigung der Österreichischen Papierindustrie, Gumpendorferstraße 6/4, 1060 Wien; Verfügbar unter <https://austropapier.at/>

Baas K., Graveland C., Opperdoes, E. (2015): Physical water flow accounts with Supply and Use and water asset / water balance assessment NL. Final Report on Eurostat Grant Agreement: No. 08233.2015.001-2015.365, Statistics Netherlands (CBS), The Hague.

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

Bender St. & Schaller M. (2014): Vergleichendes Lexikon Wichtige Definitionen, Schwellenwerte, Kenndaten und Indices für Fragestellungen rund um das Thema „Klimawandel und seine Folgen“. Climate Service Center (CSC) Germany.

BMK (2020): Schadholz und Corona. Ein Weg aus der zweifachen Krise.

BMLFUW (2017): Österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel.

BMLFUW (2004): Strategiepapier Grundwasserentnahmen. Wasserrahmenrichtlinie
Arbeitskreis E Grundwasser.

BMLFUW, Bundesanstalt für Agrarwirtschaft und Bundesanstalt für Bergbauernfragen (2017): Invekos Datenpool 2017 des BMLFUW. Übersicht über alle im Ordner „Invekosdaten“ enthaltenen Datenbanken mit ausführlicher Tabellenbeschreibung sowie Informationen zu sonstigen verfügbaren Datenbanken. Ausgewählte Datensätze.

BMLRT (2021a): Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan 2021. Entwurf.

BMLRT (2021b): Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan 2021. Methodik NGP 2021.
Risiko und Zustand.

BMLRT (2021c): Aktualisierte Wasserbilanz, per e-mail übermittelt am 26.05.2021.

BMLRT (2020a): Wasser im Boden, Sammelband zur quantitativen Erfassung und
Auswertung bodenphysikalischer Größen anlässlich 25 Jahre Bodenwasserbeobachtung.

BMLRT (2020b): RMP2021. Umsetzung der EU-Hochwasserrichtlinie (2007/60/EG)
– 2. Nationaler Hochwasserrisikomanagementplan. Entwurf für die
Öffentlichkeitsbeteiligung.

BMLRT (2020c): Hydrographisches Jahrbuch von Österreich 2017, 125. Band.
Hydrographischer Dienst in Österreich.

BMNT (2019a): Bioökonomie. Eine Strategie für Österreich.

BMNT (2019b): Beantwortung der parlamentarischen Anfrage. Geschäftszahl: BMNT-
LE.4.2.4/0202-RD 3/2018. Wien, 12.02.2019.

BMNT (2019c): Hydrographisches Jahrbuch von Österreich 2016, 124. Band.
Hydrographischer Dienst in Österreich.

BMNT (2019d): Grüner Bericht. Die Situation der österreichischen Land- und Forstwirtschaft.

BMNT (2018a): Wasserland Österreich.

BMNT (2018b): Sonderrichtlinie Trockenheit 2018. Sonderrichtlinie der Bundesministerin für Nachhaltigkeit und Tourismus zur Abfederung von Einkommensverlusten aufgrund von Trockenheit im Jahr 2018.

Bundeskanzleramt Österreich (2020): Aus Verantwortung für Österreich.

Regierungsprogramm 2020 – 2024. Verfügbar unter:

<https://www.bundeskanzleramt.gv.at/bundeskanzleramt/die-bundesregierung/regierungsdokumente.html> (Abruf: 23.03.2021).

Casadei St., Peppoloni F., Piereleoni A. (2020): A New Approach to Calculate the Water Exploitation Index (WEI+). In: Water 2020, 12, 3227. doi:10.3390/w12113227.

Cepuder P. (2014): Berechnungstechnik. Lehrveranstaltungsunterlagen.

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., H.Truhetz (2016): ÖKS15 – Klimaszenarien für Österreich. Daten, Methoden und Klimaanalyse. Projektendbericht, Wien.

COIN – Costs of inaction (2015): Die Folgeschäden des Klimawandels in Österreich. Dimensionen unserer Zukunft in zehn Bildern für Österreich. In: Austrian Climate Reserach Programme In Essence. Sonderheft 2015.

Cutter S. L. (2001): American Hazardscapes: The Regionalization of Hazards and Disasters. Natural Hazards and Disasters Series, 211 S.

Dickens Ch., Smakhtin V., Biancalani R., Villholth K. G., Eriyagama N., Marinelli M. (2019): Incorporating environmental flows into “water stress” indicator 6.4.2 Guidelines for a minimum standard method for global reporting. FAO. Verfügbar unter: <https://www.unwater.org/publications/incorporating-environmental-flows-into-water-stress-indicator-6-4-2/>

DLG e.v. (2014): DLG Merkblatt 399. Wasserversorgung für Rinder. Bauliche, technische und bedarfsgerechte Lösungen. Verfügbar unter:
https://www.dlg.org/fileadmin/downloads/landwirtschaft/themen/publikationen/merkblaetter/dlg-merkblatt_399.pdf

EC – European Commission, Directorate General for Agriculture and Rural Development (2020): Evaluation of the Impact of the CAP on Water. Executive Summary.

EC – European Commission (2015): Ecological flows in the implementation of the Water Framework Directive. Guidance Document No. 31. Technical Report 2015-086.

EC – European Commission (2010): Water Scarcity and Drought in the European Union. European Union 2010.

EEA – European Environment Agency (2019): Indicator assessment. Water intensity of crop production in Europe. WAT006. Published. Verfügbar unter:
<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/economic-water-productivity-of-irrigated-2/assessment> (Abruf: 25.6.2021).

EEA – European Environment Agency (2018): Wasser ist Leben. Europas Flüsse, Seen und Meere stehen unter Belastung, durch Umweltverschmutzung, Übernutzung und Klimawandel. Wie können wir eine nachhaltige Nutzung dieser lebenswichtigen Ressource sicherstellen? EUA-Signale 2018.

Eurac Research (2018): Klimareport. Südtirol 2018. Verfügbar unter:
http://www.eurac.edu/de/research/mountains/remsen/projects/Documents/klimareport/Klimareport%202018%20DE_new.pdf

Europäische Wasser-Charta (1968): Europäische Wasser-Charta. Deutsche Fassung der am 6. Mai 1968 vom Europarat in Straßburg in Französisch und Englisch verkündeten Europäischen Wasser-Charta. Artikel aus: Der Aufbau (Bremen, Deutschland): Jg.33, Nr. 2, 1979 S.56-57. Verfügbar unter:
<https://www.baufachinformation.de/zeitschriftenartikel.jsp?z=1980029070099>
(Abruf: 19.1.2021).

Eurostat: Statistics explained. Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Statistics_Explained (Abruf: 25.6.2021).

Fallmann K., Zeilinger M., Wiesenberger H. (2016): Stand der Technik für Anlagen zur Eisenmetallverarbeitung. Anlagen in Österreich. Wien, 2016, Reports, Band 0557, ISBN: 978-3-99004-369-1, 250 S.

FAO (2019): Incorporating environmental flows into “water stress” indicator 6.4.2 - Guidelines for a minimum standard method for global reporting. Rome. 32 pp. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

Färber B., Bartel A., Dolezel M., Ferner B., Gabriel O., Gaugitsch H., Götzl M., Greiter A., Heuber, A. Schaufler K., Weber K., Weiss M., Böhm J., Auer S., Günther Unfer G., Schenekar T., Weiss S., Lewisch E. (2020): Pilotstudie 4 - Umweltdaten der Aquakultur, Endbericht Hrsg. Umweltbundesamt GmbH, Wien 2020.

Fuchs G., Kristelly C., Neuwirth B., Bernsteiner A., Chalupka A., Eller M., Englisch M., Fank J., Gartner K., Godina R., Herndl M., Huber L., Kammerer G., Kogelbauer I., Kohl B., Kuderna M., Lechner V., Leitinger G., Markart G., Maßwohl J., Murer E., Nagl F., Niederscheider K., Nolz R., Pucher D., Schulz K., Stumpp Ch. (2020): Wasser im Boden. Sammelband zur quantitativen Erfassung und Auswertung bodenphysikalischer Größen anlässlich 25 Jahre Bodenwasserbeobachtung, Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen, Tourismus; Sektion Wasserhaushalt, Abteilung I/3. Verfügbar unter: https://www.bmlrt.gv.at/wasser/wasser-oesterreich/hydrographie/wasser-im-blick-das-messnetz/sammelband_wasser_im_boden.html (Abruf: 25.5.2021).

Fuhrer J. (2010): Abschätzung des Bewässerungsbedarfs in der Schweizer Landwirtschaft. Abschlussbericht 2010.

Götzl G. (2019): Rahmenstrategie „Oberflächennahe Geothermie im Rahmen des EU Interreg Projektes GEOPLASMA-CE. Geologische Bundesanstalt. Wien. 2019.

Handler, F. (2019): Evaluierung des Programmes LE 2014-2020. Schwerpunktbereich 5A. Effizienzsteigerung bei der Wassernutzung in der Landwirtschaft. 2019.

Hartl L. & Fischer A. (2015): Beschneidungsklimatologie. Hg. v. Österreichische Akademie der Wissenschaften. Institut für Interdisziplinäre Gebirgsforschung.

Haslinger K., Hofstätter M., Kroisleitner C., Schöner W., Laaha G., Holawe F., Blöschl, G. (2019): Disentangling drivers of meteorological droughts in the European greater Alpine region during the last two centuries. In: Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 124, 12,404–12,425. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1029/>

Haslinger K., Schöner W., Anders I. (2015): Future drought probabilities in the Greater Alpine Region based on COSMO-CLM experiments – spatial patterns and driving forces. ZAMG, Wien. In: Meteorologische Zeitschrift, Vol. 25, No. 2, 137–148 (published online April 4, 2015).

Haslmayr H. P., Baumgarten A., Schwarz M., Huber S., Prokop G., Sedy K. (2018): BEAT–Bodenbedarf für die Ernährungssicherung in Österreich. Projekt BEAT Endbericht.

Hiebl J., Chimani B., Ganekind M., Höfler A., Orlik A. (2021): ZAMG Klimabulletin 2020. Verfügbar unter: https://www.zamg.ac.at/cms/de/dokumente/klima/dok_news/2021/oesterreichisches-klimabulletin-2020

Holler C. (2013): Arbeiten zur Aktualisierung der Ist-Bestandsanalyse im Bereich Grundwasser Quantität.- Studie i. A. des BMLFUW, Wien.

Holler C. (2010): Detailermittlung der verfügbaren Grundwasserressourcen für Gruppen von Grundwasserkörpern gem. EU-WRRL.- Studie i. A. des BMLFUW, Wien.

Holler, C. (2008): Grundlagenstudie zur Quantitätsziel-Verordnung Grundwasser und Präzisierung der Risikoabschätzung und Abschätzung von zulässigen Entnahmemengen für Verschlechterungsverbot bei Einzelporengrundwasserkörpern.- Studie i. A. des BMLFUW, Wien.

Holler C. (2004a): Erstabschätzung der verfügbaren Grundwasserressource für Gruppen von Grundwasserkörpern. Erstmalige Beschreibung und Risikobeurteilung für Gruppen von Grundwasserkörpern gem. EU-WRRL. Studie i. A. des BMLFUW, Wien.

Holler C. (2004b): Weiterführende Arbeiten zur erstmaligen Beschreibung und Risikobeurteilung für Grundwasserkörper gem. EU-WRRL (inkl. Ermittlung der Grundwasserentnahmen für die öffentliche Wasserversorgung und Eigenversorgung der Haushalte). Studie i. A. des BMLFUW, Wien.

Hydrographisches Zentralbüro (2020): Monatliche Abflussdaten Rheineinzugsgebiet, übermittelt am 16.12.2020 von DI Godina. Monatliche Abflussdaten Donaueneinzugsgebiet (ohne March), übermittelt am 25.03.2021 von DI Godina.

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.

IPPC (2012): Management des Risikos von Extremereignissen und Katastrophen zur Förderung der Anpassung an den Klimawandel. Sonderbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC).

Joanneum Research Life Zentrum für Klima, Energie und Gesellschaft (2018): Klimarisiko Landwirtschaft. Fachtagung 2018, Tagungsunterlage. Masterplan Klimarisiko im Auftrag des Landes Steiermark.

KILLE, K. (1970): Das Verfahren MoMNO, ein Beitrag zur Berechnung der mittleren langjährigen Grundwasserneubildung mit Hilfe der monatlichen Niedrigwasserabflüsse.- Z. Deut. Geolog. Ges., Sonderh. Hydrogeologie Hydrochemie, Hannover. S 89-95.

Koch R., Olefs M., Niedermoser B. (2019): Studie zur Schneedeckenentwicklung. Zusammenfassung allgemeiner Ergebnisse. Hrg. v. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik.

KPC (2012): Investitionskostenerhebung Siedlungswasserwirtschaft 2012.

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

Kuhn M., Lambrecht A., Abermann J. (2015): Bestandsaufnahme der österreichischen Gletscher. In: Lozán, J. L., H. Grassl, D. Kasang, D. Notz & H. Escher-Vetter (Hrsg.). Warnsignal Klima: Das Eis der Erde. pp. 138-145. Verfügbar unter: https://www.klima-warnsignale.uni-hamburg.de/wp-content/uploads/pdf/de/eis_der_erde/warnsignal_klima-eis_der_erde-kapitel-4_6.pdf (Abruf: 25.5.2021).

Land Salzburg, Fachabteilung 4/3 Wasserwirtschaft (2011): Beschneigungsanlagen: Leifaden für das wasserrechtliche Behördenverfahren. Band 1: Bewilligung und Überprüfung von Neuanlagen, Salzburg.

Landwirtschaftskammer OÖ (2019): Wasserverbrauch von Tieren. Verfügbar unter: <https://ooe.lko.at/wasserverbrauch-von-tieren+2500+2913907> (Abruf: 9.12.2019).

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.

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).

Marke T., Strasser U., Hanzer F., Stötter J., Wilcke R.A.I., Gobiet A. (2015): Scenarios of Future Snow Conditions in Styria (Austrian Alps). *Journal of Hydrometeorology* **16**(1), 261–277 (2015). doi: 10.1175/JHM-D-14-0035.1

Mitter H. & Schmid E. (2019): Computing the economic value of climate information for water stress management exemplified by crop production in Austria. In: *Agricultural Water Management*. Volume 221, 20 July 2019, Pages 430-448. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.04.005>

Moser G. (2016): Stand der Technik in der Österreichischen Textilindustrie. Anlagen in Österreich. Wien, 2016, Reports, Band 0593, ISBN: 978-3-99004-407-0, 112 S.

Moser G. & Svehla-Stix J. (2015): Stand der Technik bei Anlagen zur Oberflächenbehandlung mit organischen Lösungsmitteln. Wien, 2015, Reports, Band 0545, ISBN: 978-3-99004-356-1, 167 S.

Neunteufel R., Sinemus N., Grunert M., Germann V. (2021): Wasserschätz Österreichs - Bedarfsmodell Wasserversorgung. Herausgeber: Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus, Wien 2021.

Neunteufel R., Perfler R., Germann, V. (2019): Wasserzukunft Niederösterreich 2050 - Strategiekonzept der Wasserversorgung für Niederösterreich 2050. Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, Gruppe Wasser.

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

Neunteufel R., Mayr E., Krakow S., Richard L., Herda R. (2017): Von Netzalter, Wasserverlusten und Schadensraten zur langfristigen Erneuerungsplanung. Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft, 69(5), 254-259.

Neunteufel R., Schleifenlehner E., Biber M. (2012a): Energieeffizienz in der Wasserversorgung. ÖVGW Studie; Herausgegeben von: ÖVGW Österreichische Vereinigung für das Gas- und Wasserfach.

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

Nicolics S., Mayr E., Salamon A., Perfler R. (2018): Störfallplanung Wasserversorgung – Leitlinie für den Umgang mit Störfällen, Notfällen und Krisen von kleinen bis hin zu großen zentralen Wasserversorgungen in der Steiermark. Institut für Siedlungswasserbau, Industrieressourcenmanagement und Gewässerschutz, Universität für Bodenkultur Wien. Im Auftrag des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung, Abteilung 14 Wasserwirtschaft, Ressourcen und Nachhaltigkeit, Referat Siedlungswasserwirtschaft, 2018.

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).

ÖROK (2019): Kleinräumige Bevölkerungsprognose für Österreich 2018 bis 2040 mit einer Projektion bis 2060 und Modellfortschreibung bis 2075 (ÖROK-Prognose) (S. 80).

<https://www.oerok.gv.at/raum/daten-und-grundlagen/oerok-prognosen/oerok-bevoelkerungsprognose-2018> (Abruf: 4.8.2020).

Österreichische Hagelversicherung: Schäden in der Landwirtschaft 2013-2019. Verfügbar unter: https://www.hagel.at/wp-content/uploads/2019/10/Diagramm_Schaeden_2013_2019_pk20191010.pdf (Abruf: 2.3.2021).

ÖWAV – Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (2021): Betrieb von Beschneigungsanlagen. ÖWAV-Regelblatt 210, 3. überarbeitete Auflage, Entwurf 13.01.2021, Wien 2021.

ÖWAV – Österreichischer Wasser und Abwasserwirtschaftsverband (2016a): ÖWAV-Regelblatt 407. Empfehlungen für die Bewässerung. Überarbeitete Neuauflage des ÖWAV-Arbeitsbehelfs Nr. 11 (2003).

ÖWAV – Österreichischer Wasser und Abwasserwirtschaftsverband (2016b): Umweltmerkblatt für temporär betriebene Nassholzlager. Verfügbar unter: <https://www.oewav.at/Page.aspx?target=196960&mode=form&app=134598&edit=0¤t=293461&view=205658&predefQuery=-1>

ÖVGW – Österreichische Vereinigung für das Gas- und Wasserfach (2021): Forum Trinkwasser digital - Teil 1: Die neuen EU-Trinkwasser-Richtlinie. Onlineveranstaltung am 28.01.2021: https://eventmaker.at/oevgw/forum_trinkwasser_digital_-_teil_1/streaming.html (Abruf:11.2.2021).

Pötsch. E. M., Herndl M., Bahn M., Schaumberger A., Schweiger M., Kandolf M., Reinthaler D., Schink M., Adelwöhrer M. (2019): ClimGrass - ein innovatives Freilandexperiment zur Erforschung der Folgen des Klimawandels im Grünland. 2019. 21. Alpenländisches Expertenforum 2019.

Pötsch E. M., Herndl M., Schaumberger A. (2020): Grünland unter Druck - Produktivität von Grünland unter zukünftigen Klimabedingungen. Vortrag im Rahmen der Wintertagung 2020.

Pröbstl-Haider, U., Lund-Durlacher, D., Olefs, M., Prettenthaler, F. (2021): Tourismus und Klimawandel; Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg. ISBN: 978-3-662-61521-8.

Prokop G. (2019): Bodenverbrauch in Österreich: Status-quo Bericht zur Reduktion des Bodenverbrauchs in Österreich. Hrsg.: Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus. Verfügbar unter: <https://info.bmlrt.gv.at/themen/regionen-raumentwicklung/raumentwicklung/bodenverbrauch.html>

Republik Österreich (2020): Österreich und die Agenda 2030. Freiwilliger Nationaler Bericht zur Umsetzung der Nachhaltigen Entwicklungsziele / SDGs (FNU).

Richter D. (1995): Ergebnisse methodischer Untersuchungen zur Korrektur des systematischen Messfehlers des Hellmann-Niederschlagsmessers, Offenbach aM., Selbstverlag des DWD.

Sanchez S., Solera A., Andreu J. (2000): Gestión de sistemas de recursos hídricos basado en la evaluación del riesgo des sequía. In Proc. XIX congreso Lationamericano de Hidráulica, S. 655-664.

Schaumberger A. (2020): CLIWA-STMk Einfluss von Klimaveränderungen auf die Wasserverfügbarkeit in der steirischen Landwirtschaft.

Schmid, S. (2001): Landwirtschaftliche Bodennutzung und Flurbewässerung in einem inneralpinen Trockengebiet. Das Beispiel des Kaunerberghanges.

Schöner W. & Haslinger K. (2020): Extremtemperaturen und Trockenheit.- in: T. Glade, M. Mergili, K. Sattler (Hrsg.), ExtremA 2019. Aktueller Wissensstand zu Extremereignissen alpiner Naturgefahren in Österreich. Vienna University Press.

Sevruk, B. (1985): Systematischer Niederschlagsfehler in der Schweiz, Der Niederschlag der Schweiz, Beiträge zur Geologie der Schweiz – Hydrologie, 31,65-75.

Sinabell F., Schönhart M., Schmid E. (2018): Austrian Agriculture 2020-2050 Scenarios and Sensitivity Analyses on Land Use, Production, Livestock and Production Systems.

SLF (2018): How much water gets lost in artificial snowmaking? Verfügbar unter: <https://www.slf.ch/en/projects/water-loss-and-artificial-snowmaking.html>

Stadt Wien – Wiener Wasser (2020): Geschichte der Wiener Wasserversorgung. Verfügbar unter: <https://www.wien.gv.at/wienwasser/pdf/geschichte-wasserversorgung.pdf> (Abruf: 19.1.2021).

Stangl M., Formayer H., Hiebl J., Orlik A., Höfler A., Klacher M., Michl C. (2021): Klimastatusbericht Österreich 2020, CCCA (Hrsg.) Graz.

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 (2021): Sonderauswertung der Ergebnisse der Gütereinsatzstatistik, Sonderauswertung für das Umweltbundesamt. Wien. 2021.

Statistik Austria (2020a): 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.

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): Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung in Österreich – SDG-Indikatorenbericht. Endbericht, Mai 2020.

Statistik Austria (2019a): Erhebung der Erwerbsobstanlagen 2017. Schnellbericht 1.18. https://www.statistik.at/web_de/statistiken/wirtschaft/land_und_forstwirtschaft/agrastruktur_flaechen_ertraege/obst/index.html#index2

Statistik Austria (2019b): Statistik des Bevölkerungsstandes. <https://www.statistik.at/atlas/> (Abruf: 3.7.2019).

Statistik Austria (2018): Agrarstrukturerhebung 2016. Schnellbericht 1.17.

Statistik Austria (2013): 2010 Agrarstrukturerhebung. Gesamtergebnisse.

Statistik Austria (2011): Organisation und Ablauf der österreichischen Beherbergungsstatistik – ein Leitfaden für Berichtsgemeinden. Verfügbar unter: http://www.statistik.at/web_de/static/leitfaden_beherbergungsstatistik_055547.pdf (Abruf: 20.08.2020).

Statistik Austria (2008): Systematik der Wirtschaftstätigkeiten, ÖNACE 2008 ISBN:978-3-902587-74-9, Wien, 2008.

Steiger R., Stötter H., Veulliet E. (2013): KlimTourB: Auswirkungen des Klimawandels auf Skigebiete im bayerischen Alpenraum. Projektabschlussbericht, Innsbruck.

Svehla-Stix J., Winter B. (2013): Stand der Technik zur Span- und Faserplattenindustrie. Beschreibung von Anlagen in Österreich und Luxemburg. Wien, 2013, Umweltbundesamt Reports, Band 0438, ISBN: 978-3-99004-242-7, 213 S.

Umweltbundesamt: data.umweltbundesamt.at: Golfplätze_2011. 2011. Verfügbar unter: <https://www.data.gv.at/katalog/dataset/39f5a085-5209-4d78-9b8b-dc6e1e79e1ea>.

Thalheimer M. (2017): Wasserhaushalt und Bewässerung in Südtirol. http://www.laimburg.it/de/news.asp?aktuelles_action=4&aktuelles_article_id=576521&news_action=4&news_article_id=579915

Universität für Bodenkultur, Landwirtschaftskammer NÖ, LK Projekt, Betriebsgesellschaft Marchfeldkanal & Umweltbundesamt (2017): Bewässerung in ausgewählten Regionen Niederösterreichs-künftige Entwicklungen. St. Pölten.

UN-Water GEMI (2019): Integrated Monitoring Initiative for SDG 6. Step-by-step monitoring methodology for indicator 6.4.2. Version: 4 February 2019 rev.

Vanham D., Hoekstra A.Y., Wada Y., Bouraoui F., de Roo, A., Mekonnen M.M., van de Bund W.J., Batelaang O., Pavelich P., Bastaanssen W.G.M., Kummu M., Rockström J., Liu J., Bisselink B., Ronco P., Pistocchi A., Bidoglio G.; (2018): Review Physical water scarcity metrics for monitoring progress towards SDG target 6.4: An evaluation of indicator 6.4.2 “Level of water stress”. In: Science of the Total Environment. Volumes 613 – 614, 1 February 2018, Pages 218-232. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.056>

Verband der Brauereien Österreichs (2018): Jahresbericht Verband der Österreichischen Brauereien 2018/19. Gesellschaft für Öffentlichkeitsarbeit der österreichischen Brauwirtschaft. Verfügbar unter: <https://bierland-oesterreich.at/news-medien/jahresberichte.html>

Wallergraber M., Fleischhacker V., Formayer H., Gerersdorfer T., Prutsch A. (2012): Klimawandel und Tourismus in Österreich 2030: Auswirkungen, Chancen & Risiken, Optionen & Strategien. Wien.

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).

Waxwender H., Svehla-Stix J., Zeilinger M. (2016): State of the Art in the Slaughter and Animal By-products Industries. Description of Austrian Plants. Wien, 2016, Reports, Band 0583, ISBN: 978-3-99004-396-7, 185 S.

Wirtschaftskammer Österreich (2019): Factsheet - Technische Beschneidung Österreich.

WPA BERATENDE INGENIEURE (2011): Bewässerte Flächen in Österreich. Endbericht. Evaluierung des Programms LE07-13 „Abschätzung der bewässerten und bewässerungsbedürftigen landwirtschaftlichen Flächen sowie Integration der Daten in die INVEKOS-Datenbank“. Im Auftrag des Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.

Wundt W. (1958): Die Kleinstwasserführung der Flüsse als Maß für die verfügbaren Grundwassermengen.- In: Graumann, R.: Die Grundwässer in der Bundesrepublik Deutschland und ihre Nutzung.- Forsch. Dtsch. Landeskunde, 104, Remagen. S 47-54.

WWF (2021): WWF-BODENREPORT 2021: Die Verbauung Österreichs. Ursachen, Probleme und Lösungen einer wachsenden Umweltkrise.

ZAMG – Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik: Österreichisches Klimabulletin Jahr 2020. Verfügbar unter: https://www.zamg.ac.at/cms/de/dokumente/klima/dok_news/2021/oesterreichisches-klimabulletin-2020 (Abruf: 25.02.2021).

ZAMG – Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik: Frühling 2020: mild, trocken und sonnig. Vorläufige Frühlingsbilanz der ZAMG.

<https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/news/fruehling-2020-mild-trocken-und-sonnig>.

(Abruf: 2.2.2021).

Rechtsvorschriften

Trinkwasserrichtlinie (TWRL; RL 2020/2184): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2020 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Neufassung).

Trinkwasserverordnung (TWV; BGBl. II Nr. 304/2001 i.d.g.F.): Verordnung des Bundesministers für soziale Sicherheit und Generationen über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch.

Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Festlegung des ökologischen Zustandes für Oberflächengewässer (Qualitätszielverordnung Ökologie Oberflächengewässer – QZV Ökologie OG).

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20006736>

Wasserrahmenrichtlinie (WRRL; RL 2000/60/EG): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. ABl. Nr. L 327. Zuletzt geändert durch RL 2014/101/EU. ABl. L 311/32.

Wasserrechtsgesetz (WRG; BGBl. Nr. 215/1959 i.d.g.F.): Kundmachung der Bundesregierung vom 8.9.1959, mit der das Bundesgesetz, betreffend das Wasserrecht, wiederverlautbart wird.

Abkürzungen

Art.	Artikel
AMA	Agrarmarkt Austria
ASE	Agrarstrukturerhebung
BGBL.	Bundesgesetzblatt
Au	gesamte Grundwasserneubildung aus direkter Versickerung von Niederschlag, randlichem Zufluss und Infiltration aus Fließgewässern
BAW	Bundesamt für Wasserwirtschaft
BFW	Bundeforschungszentrum für Wald
BOKU	Universität für Bodenkultur Wien
BREF	Best Available Technique (BAT) Reference Document. Referenzdokument bezüglich der besten verfügbaren Techniken.
EDM	Elektronisches Datenamangement
EEA	Europäische Umweltagentur/European Environment Agency
EMREG	Emissionsregister
GBA	Geologische Bundesanstalt
GES	Gütereinsatzstatistik
GISA	Gewerbeinformationssystem Austria
GRI	Global Reporting Initiative (globalreporting.org)
HAÖ	Hydrologischer Atlas Österreich
IPPC	Integrated Pollution Prevention and Control
KWB	Klimatische Wasserbilanz
MoNQT	arithmetisches Mittel der niedrigsten monatlichen Tagesabflüsse
NGP	Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan
ÖVGW	Österreichische Vereinigung für das Gas- und Wasserfach
ÖWAV	Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband
RCP	Representative Concentration Pathways / Repräsentativer Konzentrationspfad
SDG	Sustainable Development Goal – Ziel für nachhaltige Entwicklung
UID	Umsatzsteueridentifikationsnummer

WEI+	Water Exploitation Index plus
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
WVU	Wasserversorgungsunternehmen
Xu	Prozentanteil der gesamten Grundwasserneubildung, der als verfügbare Grundwasserressource angesetzt wird
ZAMG	Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus

Stubenring 1, 1010 Wien

bmlrt.gv.at