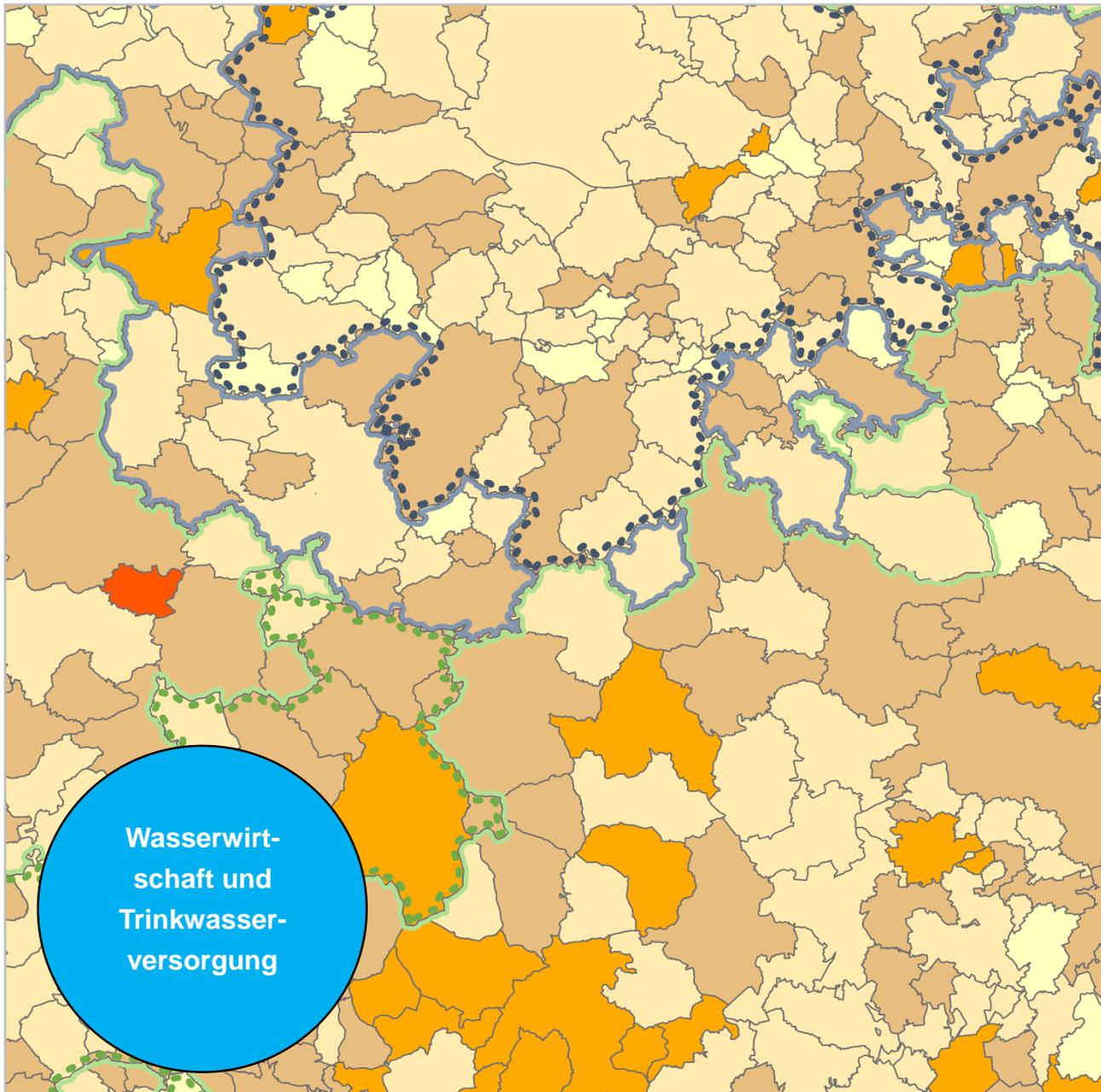


Raumanalyse Baden-Württemberg: Wasserwirtschaft und Trinkwasserversorgung

Kurzbericht Nr. 6



Eduard Rott, Hiraida Perez, Ivo Pfaffenberger, Ralf Minke (2025)

Zahlen, Daten und Fakten sind eine wichtige Grundlage für die Landesentwicklungsplanung und Raumentwicklung. Im Rahmen der Neuaufstellung des Landesentwicklungsplans hat das Ministerium für Landesentwicklung und Wohnen Baden-Württemberg ein Gutachten zur Erstellung einer umfassenden Raumanalyse in Auftrag gegeben. Hierin werden die aktuellen räumlichen Strukturen in Baden-Württemberg sowie die Raumentwicklung seit dem Jahr 2000 und zukünftige Trends in den Blick genommen. Die Inhalte werden in verschiedenen Berichten zur Raumanalyse Baden-Württemberg festgehalten. Diese Befunde fließen neben vielen weiteren Erkenntnissen in den Abwägungs- und Diskussionsprozess im Rahmen der Neuaufstellung des Landesentwicklungsplans ein.

Raumanalyse Baden-Württemberg (2025): Bericht zu Wasserwirtschaft und Trinkwasserversorgung. Kurzbericht Nr. 6

Autoren/-in: Eduard Rott, Hiraida Perez, Ivo Pfaffenberger, Ralf Minke (2025)

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Jörn Birkmann (IREUS)

Federführung des
Berichts: Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft
(ISWA)
Universität Stuttgart
Bandtäle 2
70569 Stuttgart
+49 (0)711 685 63742
info@iswa.uni-stuttgart.de
www.iswa.uni-stuttgart.de

Der Bericht wurde im Auftrag des Landes Baden-Württemberg vertreten durch das Ministerium für Landesentwicklung und Wohnen erstellt. Die Verantwortung für den Inhalt der Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Stuttgart, März 2025

Kurzfassung

Dieser Bericht beinhaltet die Ergebnisse der Raumanalyse Baden-Württemberg zum Thema Wasserwirtschaft und Trinkwasserversorgung. Aus der Perspektive der räumlichen Planung werden zum einen der Status Quo der Wasserressourcen (Wasserdargebot, Wasserschutzgebiete, Grundwasserneubildung), die Wassergewinnung im Generellen (Sektoren wie Energiegewinnung und Industrie) sowie die Trinkwassergewinnung und -versorgung im Speziellen dargestellt. Zum anderen geht der Bericht auf die Herausforderungen der Trinkwasserversorgung in Baden-Württemberg im Zuge des Klimawandels ein.

In Baden-Württemberg sind 28 % der Landesfläche durch Porengrundwasserleiter und 72 % durch Festgesteinsgrundwasserleiter geprägt (39 % davon Karst). Grundsätzlich befinden sich in Baden-Württemberg sehr wasserreiche Gebiete entlang des Oberrheingraben, am Bodensee sowie im Iller- und Donautal. Wasserarme Gebiete liegen hingegen in den nordöstlichen Teilen des Landes, dem mittleren Neckarraum, auf der Hochfläche der Schwäbischen Alb und in einzelnen Regionen des Schwarzwalds. Mit einer Gesamtfläche von 963.536 ha (= 9.635 km²) befanden sich Stand 2022 rund 27 % der Landesfläche unter Wasserschutz.

Die gesamte Wassergewinnung in Baden-Württemberg betrug im Jahr 1995 7,14 Mrd. m³ und fiel bis 2019 stetig auf einen Wert von 3,37 Mrd. m³ ab. Abzüglich der öffentlichen Trinkwasserversorgung betrug die Wasserentnahme in Baden-Württemberg im Jahr 2019 durch die Wirtschaft 2,66 Mrd. m³. Den höchsten Anteil an der Wassergewinnung in Baden-Württemberg trägt die Energiegewinnung (2019: 2,23 Mrd. m³). Der Großteil des Wassers wird aus Oberflächengewässern entnommen, das überwiegend von Kraftwerken und Industriebetrieben zur Kühlung ihrer Produktionsanlagen selbst gewonnen und verwendet wird.

Die öffentliche Wasserversorgung in Baden-Württemberg ist auf drei Ebenen gegliedert: Gemeindeunternehmen, Zweckverbände der Gruppenwasserversorgung und Zweckverbände der Fernwasserversorgung mit den vier Zweckverbänden Bodensee-Wasserversorgung (BWV), Landeswasserversorgung (LW), Wasserversorgung Nordostwürttemberg (NOW) und Wasserversorgung Kleine Kinzig (WKK). Täglich fördern diese Fernwasserversorger Hunderttausende Kubikmeter Wasser in die wasserärmeren bzw. verbrauchsstarken Regionen des Landes mit ihren Siedlungs- und Wirtschaftsbereichen. Die Trinkwassergewinnung nahm seit den 1990er Jahren ab. Anfang der 2010er-Jahre schien eine gewisse Grenze hinsichtlich der Einsparung von Trinkwasser erreicht worden zu sein. Die Trinkwassergewinnung erreichte im Jahr 2019 mit 703,1 Mio. m³ wieder einen vergleichsweise hohen Wert. Der Anteil an Grund- und Quellwasser (einschließlich Uferfiltrat und angereichertes Grundwasser) an der Gewinnung von 703,1 Mio. m³ betrug im Jahr 2019 500 Mio. m³ (71 %). Im Kreisvergleich wies die

höchste Entnahme im Jahr 2019 mit 151,1 Mio. m³ der Bodenseekreis mit seiner BWV auf. Entnahmestellen der LW im Landkreis Heidenheim (43,9 Mio. m³) und dem Alb-Donau-Kreis (24,5 Mio. m³) trugen zu überdurchschnittlich hohen Entnahmen in diesen Landkreisen bei. Der Anteil der Gemeindeunternehmen an der Trinkwassergewinnung nahm seit 1979 von 57 % bis zum Jahr 2019 auf 45 % stetig ab. Der Anteil der Fernwasserversorger dagegen nahm von 1979 mit 27 % stetig bis ins Jahr 2019 auf 36 % zu.

2019 wies Baden-Württemberg einen Anschlussgrad an die Trinkwasserversorgung von 99,6 % auf. Seit 2016 ist ein Anstieg des Wasserbedarfs zu verzeichnen. Von den im Jahr 2019 gewonnenen 703,1 Mio. m³ Wasser gingen ca. 599 Mio. m³ an Letztverbraucher (davon ca. 502 Mio. m³ an Haushalte und Kleingewerbe und ca. 97 Mio. m³ an Gewerbe, Industrie, öffentliche Einrichtungen etc.). 97 Mio. m³ wurden zu Leitungsverlusten (83 Mio. m³) und Wasserwerkseigenverbrauch (14 Mio. m³) gezählt, der Rest (ca. 7 Mio. m³) ging an Letztverbraucher und Wasserversorgungsunternehmen in anderen Bundesländern. Der Anteil der Haushalte und Kleingewerbe an der gesamten Trinkwasserabgabe wuchs von 1977 mit 58,8 % bis 2019 auf 71,4 % stetig an. Der Anteil der Wasserverluste nahm dagegen seit 1991 mit 13,7 % bis 2019 auf einen Wert von 11,7 % ab.

Auf Gemeindeebene ist hinsichtlich des Trinkwasserverbrauchs eine große regionale Streuung zu erkennen. Die maximale spezifische Wasserabgabe auf Gemeindeebene im Jahr 2019 lag bei 187 Liter je Einwohner und Tag, die geringste bei 73 Liter je Einwohner und Tag. Der landesweite durchschnittliche Pro-Kopf-Verbrauch von 125 Liter je Einwohner und Tag wurde im Jahr 2019 von 36 % der Gemeinden überschritten und von 62 % unterschritten. 73 % der Gemeinden wiesen über die Jahre 2007 bis 2019 eine zunehmende Wasserabgabe auf. Es wird in Baden-Württemberg vermehrt Wasser im ländlichen Raum entnommen und den Verdichtungsräumen über Fernwasserversorger zugeführt. In den vier Raumkategorien lässt sich bzgl. des Pro-Kopf-Verbrauchs kein wesentlicher Unterschied feststellen.

Steigende Temperaturen, ökologische Schäden, Waldbrandgefahr und erhöhter Wasserbedarf sind wichtige Herausforderungen im Zuge des Klimawandels in Baden-Württemberg, denen in Form von interdisziplinärer Abstimmung, Oberflächenabflussminimierung, Förderung der Grundwasserneubildung, Wasserschutzgebietsausweisung, Umweltüberwachung, Förderung gemeinsamer Bewässerungsinfrastruktur und Reglemente zur Sauerstoff- und Verdunstungskontrolle von Flüssen, urbanes Wasserressourcenmanagement und Notfallplänen begegnet werden soll. Die Wassermangelstrategie des Landes, im Rahmen derer diese Maßnahmen vorgesehen sind, ist ein zentraler Baustein, um den Herausforderungen des Klimawandels zu begegnen und die langfristige Verfügbarkeit und Qualität der Wasserressourcen im Land zu sichern. Im Rahmen des noch laufenden Masterplan Wasserversorgung Baden-Württemberg werden die Entwicklung der Trinkwasserressourcen und des Trinkwasserbedarfs bis ins Jahr 2050 sowie die Struktur der öffentlichen Wasserversorgung analysiert. Dabei wird geprüft, inwiefern die Wasserversorgung des Landes an die Folgen des Klimawandels angepasst werden muss.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	3
1 Wasserressourcen in Baden-Württemberg	9
1.1 Wasserdargebot.....	9
1.2 Wasserschutzgebiete.....	11
1.3 Grundwasserneubildung	14
2 Struktur der Wasserversorgung in Baden-Württemberg	17
2.1 Gemeinde- und Gruppenwasserversorger	19
2.2 Bodensee-Wasserversorgung.....	21
2.3 Landeswasserversorgung.....	21
2.4 Wasserversorgung Nordostwürttemberg.....	22
2.5 Wasserversorgung Kleine Kinzig	23
3 Wassergewinnung und Wassereinsatz nach Sektoren	24
3.1 Betrachtung auf Landesebene	24
3.2 Betrachtung auf Kreisebene.....	27
3.3 Wassernutzung in der Wirtschaft	29
4 Gewinnung von Trinkwasser für die öffentliche Wasserversorgung	32
4.1 Terminologie.....	32
4.2 Betrachtung auf Landesebene	32
4.3 Betrachtung auf Kreisebene.....	35
4.4 Betrachtung auf Gemeindeebene	37
4.5 Raumkategorien.....	39
5 Wasserabgabe der öffentlichen Wasserversorgung	41
5.1 Betrachtung auf Landesebene	41
5.2 Betrachtung auf Kreisebene.....	43
5.3 Betrachtung auf Gemeindeebene	47
5.4 Raumkategorien.....	50
6 Herausforderungen des Klimawandels	51
6.1 Wassermangelstrategie Baden-Württemberg	51
6.2 Situation und Anpassungsstrategien der größten Wasserversorger in Baden- Württemberg	57
6.2.1 Bodensee-Wasserversorgung.....	57
6.2.2 Landeswasserversorgung.....	59
6.3 Masterplan Wasserversorgung Baden-Württemberg	60
7 Zusammenfassung	62
8 Literatur	66

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Einteilung von Baden-Württemberg in Klassen hinsichtlich der technischen Ergiebigkeit und Transmissivität (Durchlässigkeit) der oberen grundwasserführenden Gesteinseinheiten (extrahiert aus WaBoA, 2012, Kapitel 5.3).....	10
Abbildung 2: Wasserschutzgebiete in Baden-Württemberg (LUBW, 2023a) (Gewässer: LUBW, 2023b).....	13
Abbildung 3: Verteilung der mittleren Grundwasserneubildung aus Niederschlag als 30-jähriges Mittel der Periode 1991–2020 in mm/a (LUBW, 2023d) (Kreiskarte: LGL, 2023; Gewässer: EEA, 2022).	16
Abbildung 4: Verteilung der mittleren Grundwasserneubildung aus Niederschlag als 30-jähriges Mittel der Periode 2036–2065 gemäß dem unteren Rand des erweiterten KLIWA-Ensembles in mm/a (LUBW, 2023d) (Kreiskarte: LGL, 2023; Gewässer: EEA, 2022).	16
Abbildung 5: Die Versorgungsleitungen der vier großen Fernwasserversorger Baden-Württembergs Stand 2015 (Quelle: Landeswasserversorgung Stuttgart, modifizierte Abbildung aus LW (2015), Änderung der Farbe der LW-Leitungen).	19
Abbildung 6: Trinkwassergewinnung in Baden-Württemberg nach Versorgungsebenen sowie Anzahl der Zweckverbände der Fernwasserversorgung, der Gruppenwasserversorgung und der Gemeindeunternehmen (links) und Anteil der Versorgungsebenen an der Trinkwassergewinnung in Baden-Württemberg (rechts) (StaLa, 2022k).....	20
Abbildung 7: Wassergewinnung in Baden-Württemberg seit 1991 nach Wirtschaftsbereichen, aufgegliedert in Wasserressourcen (StaLa, 2022b).	26
Abbildung 8: Wassergewinnung in Baden-Württemberg seit 2007 nach Wirtschaftsbereichen (StaLa, 2022b).....	27
Abbildung 9: Wasserbedarf in Baden-Württemberg seit 1991 nach Wirtschaftsbereichen, dargestellt mit Kühlwasser (links) sowie ohne Kühlwasser (rechts) (StaLa, 2022c).	27
Abbildung 10: Wassergewinnung und -bezug in Baden-Württemberg durch die Wirtschaft im Jahr 2019 (StaLa, 2022d). Die Kreisflächen sind proportional zur jährlichen Entnahme. Kreiskarte: LGL (2023); Gewässer: EEA (2022).....	28
Abbildung 11: Trinkwassergewinnung für Baden-Württemberg (links oben), der Anteil der Trinkwassergewinnung auf bayerischem Gebiet daran (rechts oben) sowie der Anteil an Grund- und Quellwasser an der Gesamttrinkwassergewinnung für Baden-Württemberg seit 1975 (unten) (StaLa, 2022g).....	34
Abbildung 12: Wassergewinnung der öffentlichen Wasserversorgung in Baden-Württemberg einschließlich Zweckverbände abzüglich der Wassergewinnung auf bayerischem Gebiet (StaLa, 2022h).	34
Abbildung 13: Trinkwassergewinnung in den Stadt- und Landkreisen in Baden-Württemberg im Jahr 2019 (StaLa, 2022i). Die Kreisflächen sind proportional zur jährlichen Entnahme. Kreiskarte: LGL (2023).	36

Abbildung 14: Trinkwassergewinnung in den Gemeinden in Baden-Württemberg im Jahr 2019 (StaLa, 2022a). Die Kreisflächen sind proportional zur jährlichen Entnahme. Kreis- und Gemeindekarte: LGL (2023); Gewässer: EEA (2022).	38
Abbildung 15: Raumkategorien in Baden-Württemberg (StaLa, 2023). Kreis- und Gemeindekarte: LGL (2023); Gewässer: EEA (2022).	39
Abbildung 16: Bevölkerungszahl und Bevölkerung mit öffentlicher Trinkwasserversorgung (Anschlussgrad bezogen auf die Bevölkerung insgesamt) in Baden-Württemberg (StaLa, 2022l).....	41
Abbildung 17: Trinkwasserversorgung in Baden-Württemberg (StaLa, 2022l & 2022c). Sonstige: öffentliche Einrichtungen, Landwirtschaft und Industrie.....	42
Abbildung 18: Pro-Kopf-Verbrauch von Trinkwasser in Baden-Württemberg (StaLa, 2022l). 42	
Abbildung 19: Trinkwasserabgabe insgesamt in den Stadt- und Landkreisen in Baden-Württemberg im Jahr 2019 (StaLa, 2022m). Kreiskarte: LGL (2023); Gewässer: EEA (2022).	44
Abbildung 20: Trinkwasserabgabe insgesamt sowie Trinkwassergewinnung in den Stadt- und Landkreisen in Baden-Württemberg im Jahr 2019 (StaLa, 2022m; StaLa, 2022i). Die Kreisflächen sind proportional zur jährlichen Entnahme. Kreiskarte: LGL (2023); Gewässer: EEA (2022).	45
Abbildung 21: Trinkwasserabgabe an Haushalte und Kleingewerbe in den Stadt- und Landkreisen in Baden-Württemberg im Jahr 2019 (StaLa, 2022m). Kreiskarte: LGL (2023); Gewässer: EEA (2022).....	46
Abbildung 22: Pro-Kopf-Verbrauch von Haushalten und Kleingewerbe (Liter je Einwohner und Tag) in den Stadt- und Landkreisen in Baden-Württemberg im Jahr 2019 (StaLa, 2022m). Kreiskarte: LGL (2023); Gewässer: EEA (2022).....	47
Abbildung 23: Trinkwasserabgabe insgesamt in den Gemeinden in Baden-Württemberg (StaLa, 2022a). Kreis- und Gemeindekarte: LGL (2023); Gewässer: EEA (2022).	48
Abbildung 24: Pro-Kopf-Trinkwasserverbrauch (Haushalte und Kleingewerbe) in den Gemeinden in Baden-Württemberg (StaLa, 2022a). Kreis- und Gemeindekarte: LGL (2023); Gewässer: EEA (2022).....	49

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Wasserschutzgebiete in Baden-Württemberg nach Zonen (Daten: LUBW, 2022; Aufbereitung: MLR, 2023).....	12
Tabelle 2:	Wasserschutzgebiete in Baden-Württemberg nach Gebietsart (Daten: LUBW, 2022; Aufbereitung: MLR, 2023).	13
Tabelle 3:	Trinkwassergewinnungsmengen in Baden-Württemberg nach Versorgungsebenen in Mio. m ³ im Jahr 2019 (StaLa, 2022k).....	21
Tabelle 4:	Jahreswasserabgabe der Bodensee-Wasserversorgung (BWV, 2021a).	21
Tabelle 5:	Jahreswasserabgabe der Landeswasserversorgung (LW, 2020 und 2021). ..	22
Tabelle 6:	Wasserdargebot der NOW in Mio. m ³ (NOW, 2023a).....	22
Tabelle 7:	Jahreswasserabgabe der Wasserversorgung Kleine Kinzig (WKK, 2023d)....	23
Tabelle 8:	Wassergewinnung und -bezug in der Wirtschaft in den Regierungsbezirken Baden-Württembergs 2019 in Tsd. m ³ (StaLa, 2022d).	29
Tabelle 9:	Wassergewinnung und -bezug in der Wirtschaft in Baden-Württemberg im Jahr 2019 (StaLa, 2022e).....	30
Tabelle 10:	Wassereinsatz und ungenutztes Wasser in der Wirtschaft in Baden-Württemberg im Jahr 2019 (StaLa, 2022f).....	31
Tabelle 11:	Trinkwassergewinnung in den Regierungsbezirken Baden-Württembergs im Jahr 2019 in Mio. m ³ (StaLa, 2022i).....	36
Tabelle 12:	Wassergewinnung für die öffentliche Wasserversorgung in Baden-Württemberg nach Raumkategorien in Mio. m ³ im Jahr 2019 (StaLa, 2022j).....	40
Tabelle 13:	Wasserabgabe der öffentlichen Wasserversorgung in Baden-Württemberg nach Raumkategorien in Mio. m ³ bzw. Liter je Einwohner und Tag (Pro-Kopf-Verbrauch) im Jahr 2019 (StaLa, 2022j).	50

1 Wasserressourcen in Baden-Württemberg

1.1 Wasserdargebot

In Baden-Württemberg herrscht ein Wasserdargebot von etwa 49 Mrd. m³ pro Jahr vor (Heitzmann, 2012; LW, 2012).¹ In Baden-Württemberg sind 28 % der Landesfläche von Porengrundwasserleitern geprägt, 72 % sind durch Festgesteinsgrundwasserleiter belegt, davon 39 % durch Karst (WaBoA, 2012). Grundsätzlich befinden sich in Baden-Württemberg sehr wasserreiche Gebiete entlang des Oberrheingrabens, am Bodensee sowie im Iller- und Donautal (Heitzmann, 2012) (Abbildung 1). Wasserarme Gebiete liegen hingegen in den nordöstlichen Teilen des Landes, dem mittleren Neckarraum, auf der Hochfläche der Schwäbischen Alb und in einzelnen Regionen des Schwarzwalds (Heitzmann, 2012) (Abbildung 1). In Baden-Württemberg sind die Grundwasservorkommen in verschiedenen Gesteinsschichten unterschiedlich ergiebig (WaBoA, 2012) (Abbildung 1): Der Oberrheingraben beherbergt den größten zusammenhängenden Porengrundwasserleiter, dessen Ergiebigkeit von Süden nach Norden abnimmt. Das Oberschwäbische Molassebecken und die Kluft-/Karstgrundwasserleiter des Oberjuras und des Oberen Muschelkalks weisen ebenfalls hohe Ergiebigkeiten auf. Dagegen sind Gesteine wie der Buntsandstein, der Untere Muschelkalk, der Keuper und die Obere Meeresmolasse mittelmäßig ergiebig und oft lokal begrenzt. Gebiete mit geringer Ergiebigkeit umfassen das Kristallin von Schwarzwald und Odenwald, bestimmte Regionen im Unter- und Mitteljura sowie Teile von Oberschwaben. Tiefere Grundwasservorkommen, vor allem im südlichen Molassebecken, haben geringere Neubildungsraten und Ergiebigkeiten im Vergleich zu oberflächennahen Vorkommen. (WaBoA, 2012)

¹ Berücksichtigt werden der Zufluss aus dem Ausland sowie die Differenz von Niederschlag und Verdunstung durch Boden und Pflanzen. Wert kann von Jahr zu Jahr variieren.

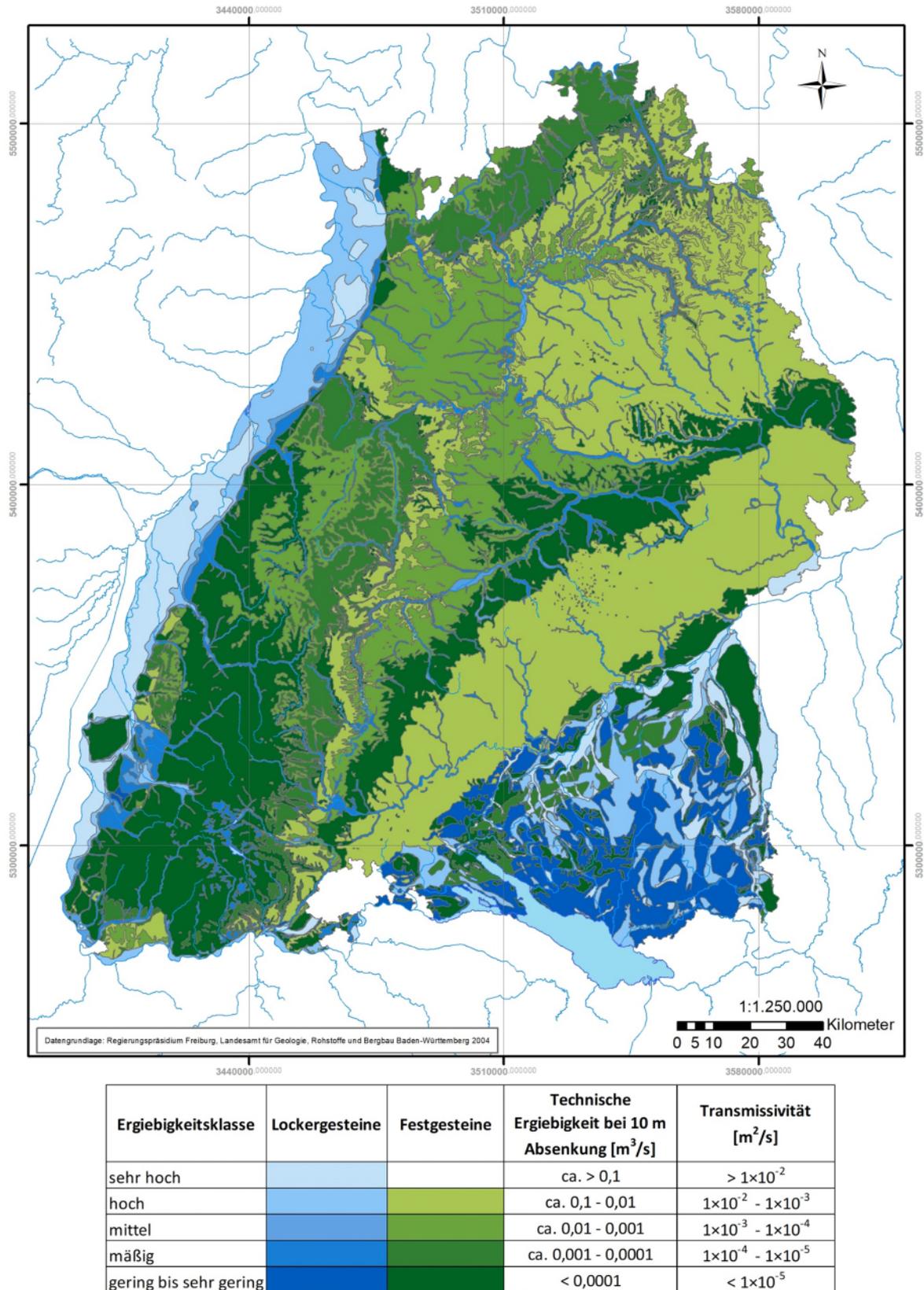


Abbildung 1: Einteilung von Baden-Württemberg in Klassen hinsichtlich der technischen Ergiebigkeit und Transmissivität (Durchlässigkeit) der oberen grundwasserführenden Gesteinseinheiten (extrahiert aus WaBoA, 2012, Kapitel 5.3).

1.2 Wasserschutzgebiete

Mit einem Anteil von 71 % waren Grund- und Quellwasser (einschließlich Uferfiltrat und angereichertes Grundwasser) im Jahr 2019 in Baden-Württemberg die am häufigsten für die Trinkwassergewinnung verwendeten Wasserressourcen (Rommel, 2022). Grundwasser gehört zu den am besten geschützten Wasserressourcen, da es vor Verunreinigungen durch eine Deckschicht geschützt ist und im Grundwasserleiter durch verschiedene Eliminationsprozesse wie Adsorption, Filtration und biologischer Abbau eine gute Wasserqualität aufrechterhalten wird. Ungeachtet dessen ist es von großer Wichtigkeit, gemäß dem Vorsorgeprinzip dem Schutz des Grundwassers eine hohe Priorität einzuräumen. Das Ziel der Wasserschutzgebiete besteht darin, die Qualität des Wasserdargebots aufrechtzuerhalten oder zu verbessern und gesundheitsgefährdende und qualitätsmindernde Stoffe und Organismen fernzuhalten (WaBoA, 2012). Anlagenabhängige Schutzgebiete dienen dem Schutz der Gewässer im Interesse der bestehenden oder zukünftigen Wasserversorgung, anlagenunabhängige Schutzgebiete hingegen werden beispielsweise eingerichtet, um die Grundwasseranreicherung zu fördern oder Bodenabschwemmung oder den Eintrag von Düngemitteln und Pflanzenschutzmitteln in Gewässer zu verhindern (WaBoA, 2012).

In Wasserschutzgebieten werden verschiedene Schutzzonen festgelegt: Zone I, Zone II und Zone III (A und B). Je nach Gefahrenherd und Eigenschaften des Gebiets werden angemessene Nutzungsbeschränkungen festgelegt (WaBoA, 2012):

- Die Zone I, auch als Fassungsgebiet bezeichnet, schützt die Trinkwassergewinnungsanlage und ihr unmittelbares Umfeld vor jeglichen Verunreinigungen und Beeinträchtigungen. Diese Zone ist normalerweise eingezäunt und beträgt in der Regel nur wenige Meter um die Gewinnungsanlage.
- Die Zone II, auch als engere Schutzzone bezeichnet, hat den Zweck, Verunreinigungen durch Mikroorganismen und andere schädliche Einflüsse zu verhindern. Es wird eine Mindestfließzeit von 50 Tagen vom Rand der Zone bis zur Gewinnungsanlage gefordert, um sicherzustellen, dass potenziell gefährliche Mikroorganismen zurückgehalten werden.
- Die Zone III, auch als weitere Schutzzone bezeichnet, hat das Ziel, vor weitreichenden Beeinträchtigungen, insbesondere durch nicht oder nur schwer abbaubare chemische oder radioaktive Verunreinigungen, zu schützen. In der Regel erstreckt sie sich über den größten Teil des Einzugsgebiets einer Wassergewinnungsanlage. Falls das Einzugsgebiet einer Anlage weiter als 2 km reicht, wird die Zone III in die Zonen III A und III B unterteilt.

Abbildung 2 fasst aktuelle Wasserschutzgebiete in Baden-Württemberg zusammen. Die Wasserschutzgebietskarte unterliegt einem steten Wandel. Rechtskräftige Wasserschutzgebiete sind mit dem Status „festgesetzt“ belegt, nicht-rechtskräftige Wasserschutzgebiete tragen die Bezeichnung „im Verfahren“ (laufender Prozess, fachtechnische Abgrenzung noch nicht abgeschlossen) oder „fachtechnisch abgegrenzt“ (Abgrenzung des Wasserschutzgebiets bereits fachlich definiert und festgelegt). In Baden-Württemberg lagen, Stand 2022, rund 2.249 festgesetzte Wasserschutzgebiete vor. Mit einer Gesamtfläche von 963.536 ha (= 9.635 km²) befanden sich folglich rund 27 % der Landesfläche unter Wasserschutz, davon 90 % als Zone III eingestuft (s. Tabelle 1) (MLR, 2023).

Tabelle 1: *Wasserschutzgebiete in Baden-Württemberg nach Zonen (Daten: LUBW, 2022; Aufbereitung: MLR, 2023).*

Schutzgebiet	Gesamt	I	II	IIA	IIB	III	IIIA	IIIB
Fläche / ha	963.536	2.597	73.900	5.424	9.921	462.131	202.824	206.738
Anteil / %	100,00	0,27	7,67	0,56	1,03	47,96	21,05	21,46

Gemäß Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung (SchALVO, 2001) können bestimmte Wasserschutzgebiete als Problem- und Sanierungsgebiet besonderen Schutzbestimmungen unterliegen. In den engeren und weiteren Schutzzonen von Problem- und Sanierungsgebieten gelten besondere Schutzbestimmungen bzgl. Stickstoffdüngung, Ausbringung von Wirtschaftsdüngern und Sekundärrohstoffdüngern, Begrünung und Grünland, Einarbeitung von Begrünungspflanzen und Bodenbearbeitung, Bewässerung, Anpassung betrieblicher Fruchtfolgen und Gewächshäuser. Diese Gebiete werden gemäß SchALVO (2001) wie folgt definiert:

- **Nitratproblemgebiet:** Aufweisen einer durchschnittlichen Nitratkonzentration von mehr als 35 mg/L über die Dauer von zwei Jahren oder einer durchschnittlichen Nitratkonzentration von mehr als 25 mg/L und gleichzeitig eines mittleren jährlichen Konzentrationsanstiegs von mehr als 0,5 mg/L über die Dauer von fünf Jahren.
- **Nitratsanierungsgebiet:** Aufweisen einer durchschnittlichen Nitratkonzentration von mehr als 50 mg/L über die Dauer von zwei Jahren oder einer durchschnittlichen Nitratkonzentration von mehr als 40 mg/L und gleichzeitig eines mittleren jährlichen Konzentrationsanstiegs von mehr als 0,5 mg/L über die Dauer von fünf Jahren.
- **Pflanzenschutzmittelsanierungsgebiet:** Überschreiten einer Konzentration an Pflanzenschutzmittelwirkstoffen oder Pflanzenstärkungsmitteln oder anderen Abbauprodukten von 0,1 µg/L und bei pflanzenschutzrechtlich zulässiger Anwendung.

Gemäß Tabelle 2 gehörten im Jahr 2022 75 % der festgesetzten Wasserschutzgebietsfläche der Kategorie „Normalgebiete“ an. 13 % der Wasserschutzgebietsfläche wurden als Problemgebiete definiert, 10 % wurden als Teilbereich² ausgesondert, 2 % waren Sanierungsgebiete (SchALVO, 2001).

Seit der Einführung der Schutzgebietsverordnung für das Grundwasser (SchALVO) im Jahr 1988 konnte die zuvor stark ansteigende Nitratbelastung gestoppt werden. Seit 1994 lässt sich ein rückläufiger Trend feststellen und landesweit hat die anthropogene Zusatzbelastung mit Nitrat von 1994 bis 2011 um rund 26 Prozent abgenommen (UM BW, 2023a).

² „Teilbereiche finden Verwendung bei der Umsetzung der Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung SchALVO, wenn hydrogeologisch abgegrenzte Teilbereiche eines Wasserschutzgebiets unterschiedliche Nitratklassen aufweisen. Wasserschutzgebiete werden in Abhängigkeit des Nitrat- bzw. Pflanzenschutzmittelgehalts im Grundwasser in „Normalgebiete“, „Nitrat-Problemgebiete“ und „Nitrat-Sanierungsgebiete“ eingestuft. In Wasserschutzgebieten mit mehreren Wasserfassungen kann die untere Wasserbehörde Teileinzugsgebiete festsetzen, wenn innerhalb dieser Teilgebiete unterschiedliche Rohwasserqualitäten vorhanden sind und die hydrogeologischen Verhältnisse eine Teilbereichsabgrenzung ermöglichen. Ein Wasserschutzgebiet muss aus mindestens zwei Teilbereichen bestehen.“ (Metainformationssystem GDI-BW, 2024)

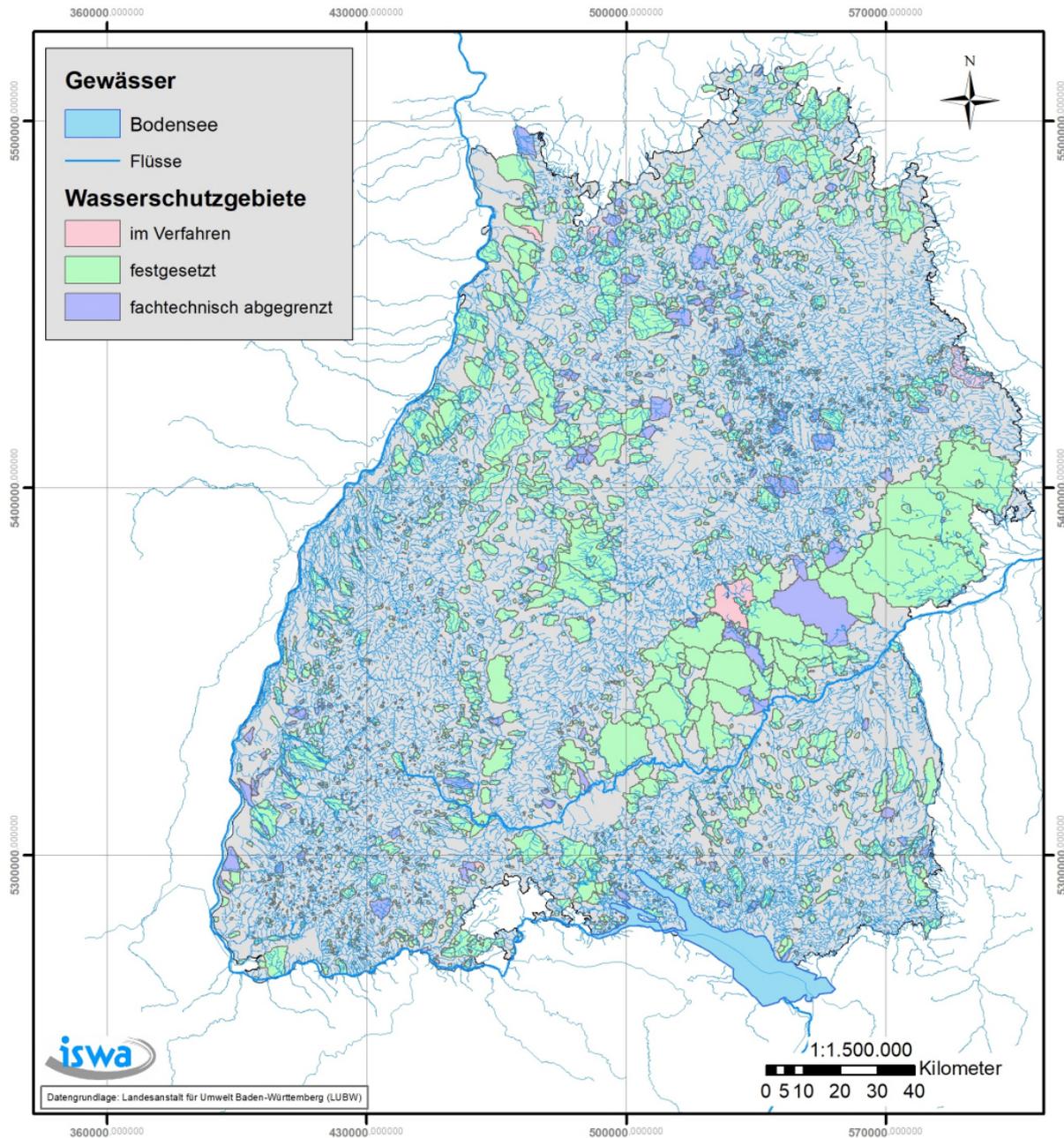


Abbildung 2: Wasserschutzgebiete in Baden-Württemberg (LUBW, 2023a) (Gewässer: LUBW, 2023b).

Tabelle 2: Wasserschutzgebiete in Baden-Württemberg nach Gebietsart (Daten: LUBW, 2022; Aufbereitung: MLR, 2023).

Gebietsart	Anzahl	Fläche / ha	Anteil
Normalgebiete	1.948	721.380	75 %
Problemgebiete	224	125.015	13 %
Teilbereiche	18	101.393	10 %
Sanierungsgebiete	59	15.748	2 %
Gesamt	2.249	963.536	100 %

1.3 Grundwasserneubildung

Der Schutz von Grundwasser und seine sichere Bereitstellung sind essenziell für die Versorgung der Bevölkerung Baden-Württembergs mit Trinkwasser. Die Grundwasserneubildung (GWN) ist ein Maß für die „erneuerbaren Grundwasserressourcen“ (WaBoA, 2012). Gemäß WaBoA (2012) findet zu 75 % der Großteil der Grundwasserneubildung in Baden-Württemberg im hydrologischen Winterhalbjahr (1. November bis 30. April) und zu 25 % im hydrologischen Sommerhalbjahr statt (mit regionalen Abweichungen). Folgende negative Einflüsse sind gemäß LUBW (2023c) auf die Grundwasserneubildung mit erhöhten Lufttemperaturen zu erwarten:

- Erhöhung der Evapotranspiration durch verlängerte Vegetationsperioden und damit einhergehend geringere Sickerraten.
- Schnellerer Niederschlagsabfluss aufgrund verringerter Schneemengen in den Wintermonaten.
- Erhöhung des Anteils lateraler Abflusskomponenten, die nicht für die Grundwasserneubildung zur Verfügung stehen, durch mehr Starkregenereignisse.

Abbildung 3 zeigt die Verteilung der mittleren Grundwasserneubildung aus Niederschlag als 30-jähriges Mittel der Periode 1991–2020 gemäß LUBW (2023d). Besonders hohe Grundwasserneubildungsraten sind gemäß Abbildung 3 im Nordschwarzwald und im Westallgäu zu finden. Auch die Schwäbische Alb profitiert von hohen Niederschlägen (WaBoA, 2012). Im Kraichgau und im nördlichen Oberrheingraben sowie auf der Hohenloher Ebene und im Keuperbergland finden sich die Regionen mit den geringsten Grundwasserneubildungsraten.

Die Grundlage für die durchgeführten Berechnungen der Grundwasserneubildung in Baden-Württemberg durch die LUBW bildete das Bodenwasserhaushaltsmodell GWN-BW. Hierbei wurden CORINE-Daten³ zur Landnutzung, Informationen aus der Bodenkarte BK50 und REGNIE-Niederschlagsdaten⁴ verwendet. Die Grundwasserneubildung wurde durch die multiplikative Verknüpfung der berechneten Sickerwasserrate und eines regionalisierten Base-Flow-Index (BFI) abgeschätzt. Dieser Ansatz trennt schnelle laterale Abflusskomponenten ab, die nicht zur Grundwasserneubildung beitragen.

Für die Modellierung der in die Zukunft projizierten Grundwasserneubildungsraten wurde von der LUBW ein Ensembleansatz aus regionalen Klimaprojektionen mit Bandbreiten der möglichen Entwicklungen (unterer Rand, Median und oberer Rand des KLIWA-Ensembles⁵) gewählt. Die Änderungssignale aus dem KLIWA-Ensemble (in %) können mit den aktuellen Grundwasserneubildungsraten in mm/a multipliziert werden, um die projizierten Grundwasserneubildungsraten in mm/a zu erhalten. Diese Modellierungen stützen sich auf das Emissionsszenario RCP8.5, das einen sehr hohen Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur prognostiziert und daher oft als 'Business as Usual' oder 'Worst-Case-Szenario' bezeichnet wird. Im laufenden Projekt Masterplan (MP) Wasserversorgung Baden-Württemberg (s. Abschnitt 6.3) werden kommunenscharf Daten zur Kernwasserinfrastruktur erhoben und die öffentliche

³ CORINE: Coordination of Information on the Environment

⁴ REGNIE: Regionalisierte Niederschläge

⁵ KLIWA: Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft

Wasserversorgung einem Stresstest unterzogen (Winkler, 2023). Das im MP verwendete mittlere Änderungssignal der Grundwasserneubildung 2036–2065 zu 1991–2020 entspricht gemäß dem Vorsorgeprinzip dem unteren Rand des erweiterten KLIWA-Ensembles. Abbildung 4 zeigt daher die projizierten Grundwasserneubildungsraten für den Zeitraum 2036–2065 gemäß dem unteren Rand des KLIWA-Ensembles. Gut zu erkennen ist, dass bei pessimistischer Auslegung selbst jene Regionen, die bisher durch eine hohe Grundwasserneubildung begünstigt waren – wie speziell der Nordschwarzwald, die Schwarzwaldregion insgesamt und das Alpenvorland im Südosten Baden-Württembergs – mit erheblichen Einbußen bei der Grundwasserneubildung zu rechnen hätten. Der bereits heute sehr wasserarme Norden Baden-Württembergs würde noch stärker unter der verringerten Grundwasserneubildung leiden. Aber auch die Entnahmestellen der Landeswasserversorgung in der Schwäbischen Alb wären betroffen, da hier ebenfalls mit einer spürbaren Abnahme der verfügbaren Grundwasserressourcen zu rechnen ist.

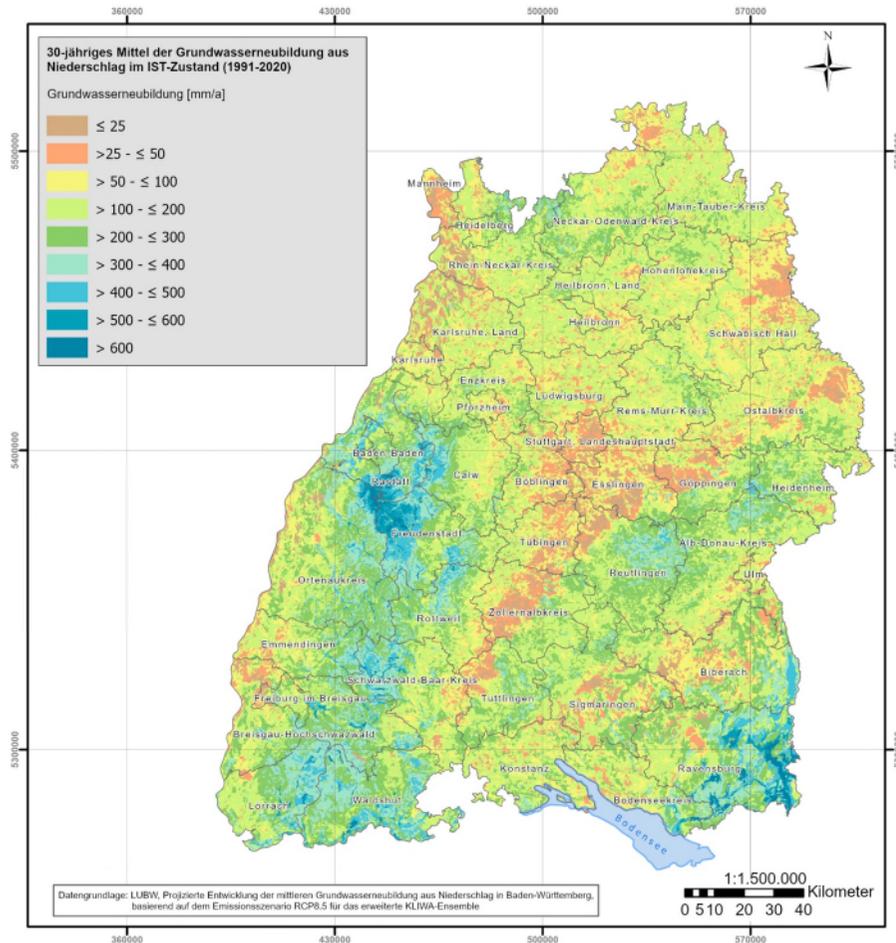


Abbildung 3: Verteilung der mittleren Grundwasserneubildung aus Niederschlag als 30-jähriges Mittel der Periode 1991–2020 in mm/a (LUBW, 2023d) (Kreiskarte: LGL, 2023; Gewässer: EEA, 2022).

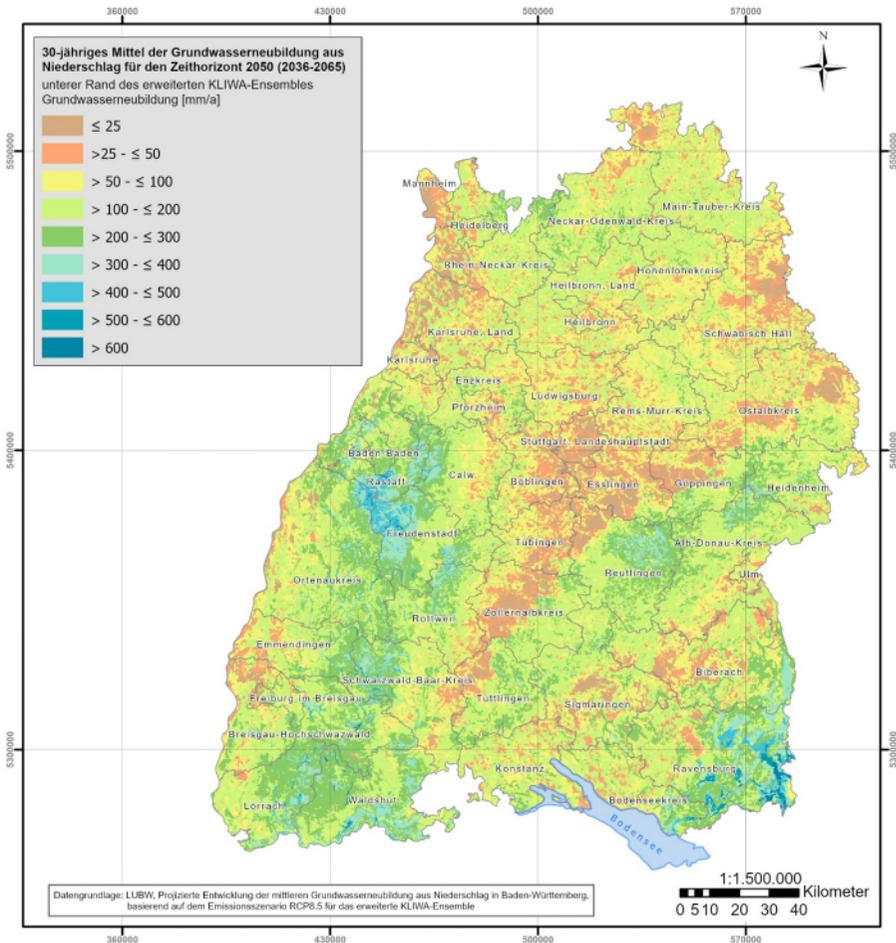


Abbildung 4: Verteilung der mittleren Grundwasserneubildung aus Niederschlag als 30-jähriges Mittel der Periode 2036–2065 gemäß dem unteren Rand des erweiterten KLIWA-Ensembles in mm/a (LUBW, 2023d) (Kreiskarte: LGL, 2023; Gewässer: EEA, 2022).

2 Struktur der Wasserversorgung in Baden-Württemberg

In Baden-Württemberg existieren sowohl wasserreiche als auch wasserarme Gebiete, wobei letztere teilweise auch Ballungsgebiete mit hoher Bevölkerungs- und Industriedichte umfassen und aus diesem Grund mehr Wasser benötigen als zur Verfügung steht. Um diesem Ungleichgewicht gerecht zu werden und eine qualitativ hochwertige Trinkwasserversorgung in ganz Baden-Württemberg zu gewährleisten, musste daher eine komplexe Versorgungsstruktur aufgebaut werden (Heitzmann, 2012). Die Wasserversorgung in Baden-Württemberg besteht aus drei Ebenen:

- Versorgung aus örtlichen Wasservorkommen,
- Gruppenwasserversorgung,
- Fernwasserversorgung.

Im 19. Jahrhundert waren die Menschen in Baden-Württemberg in der Regel auf einzelne Brunnen angewiesen, um ihr Trinkwasser zu erhalten. Erst ab der Mitte des 19. Jahrhunderts wurde ein Wasserversorgungsnetz mit Hochbehältern und Druckrohren entwickelt, das es ermöglichte, Wasser bis in die Haushalte zu liefern (KgL, 2007; Heitzmann, 2012). Die erste Gruppenwasserversorgung Baden-Württembergs, sogar Europas, entstand aufgrund weniger Oberflächengewässer und schlechter Wasserqualität auf der Schwäbischen Alb, wo sich im Jahr 1869 benachbarte Gemeinden zur Albwasserversorgungsgruppe zusammenschlossen (Heitzmann, 2012).

Im Zuge der Industrialisierung und dem Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum im Raum Stuttgart stellte sich die lokale Wasserversorgung als unzureichend heraus. Daher wurde im Jahr 1912 die Landeswasserversorgung gegründet, die den Raum Stuttgart mit Wasser aus dem Donauried versorgte (Heitzmann, 2012). Nach dem Zweiten Weltkrieg kam es erneut zu Versorgungsengpässen aufgrund des wirtschaftlichen Aufschwungs und des Bevölkerungswachstums. Kleinere lokale Wasserversorger hatten Schwierigkeiten, den steigenden Anforderungen an Qualität, Versorgungssicherheit und Kundenwünschen gerecht zu werden. Gleichzeitig spielte der Schutz lokaler Wasservorkommen eine wichtige Rolle (Heitzmann, 2012). Es galt, die gesamte Bevölkerung mit sauberem Trinkwasser zu versorgen, insbesondere galt es eine Lösung für die wasserarmen Gebiete in Baden-Württemberg zu finden. Der Schwerpunkt wurde daher auf den Ausbau der Fernwasserversorgung gelegt. Die Idee, den Bodensee zur dauerhaften Lösung der Wasserversorgungsprobleme zu nutzen, führte letzten Endes 1954 zur Gründung der Bodensee-Wasserversorgung, mit der Inbetriebnahme der ers-

ten Anlagen der Bodensee-Wasserversorgung bereits im Jahr 1958 (Heitzmann, 2012). Zusätzlich wurde 1953 die Wasserversorgung Nordostwürttemberg für die Versorgung der nordostwürttembergischen Gebiete gegründet (Heitzmann, 2012). Der Zweckverband Kleine Kinzig versorgt die Bevölkerung mit Wasser aus der Talsperre Kleine Kinzig, die im Schwarzwald im Jahr 1984 in Betrieb genommen wurde (Heitzmann, 2012).

Heute spielen die Fernwasserversorgungsunternehmen eine wichtige Rolle bei der Bereitstellung beträchtlicher Wassermengen in die verbrauchsstarken Regionen des Landes über weit verzweigte Leitungsnetze. Die vier großen Fernwasserversorgungszweckverbände sind für fast 36 % (Stand 2019) der gesamten im Land gewonnenen Wassermenge verantwortlich:

- Bodensee-Wasserversorgung (BWV): Bodenseewassergewinnung (2021: 130,6 Mio. m³ Abgabe) (BWV, 2021a),
- Landeswasserversorgung (LW): Grund-, Quell- und Donauwassergewinnung (2021: 96 Mio. m³ Abgabe) (LW, 2021),
- Wasserversorgung Nordostwürttemberg (NOW): Eigenwasserproduktion aus Brunn- und Quellwasser (2021: 10,5 Mio. m³ Abgabe), Fremdwasserbezug (19,2 Mio. m³ Abgabe) (NOW, 2023a),
- Wasserversorgung Kleine Kinzig (WKK): Talsperrenwassergewinnung (2022: 6 Mio. m³ Abgabe) (WKK, 2023a).

Abbildung 5 zeigt das Versorgungsnetz der vier großen Fernwasserversorger Baden-Württembergs.

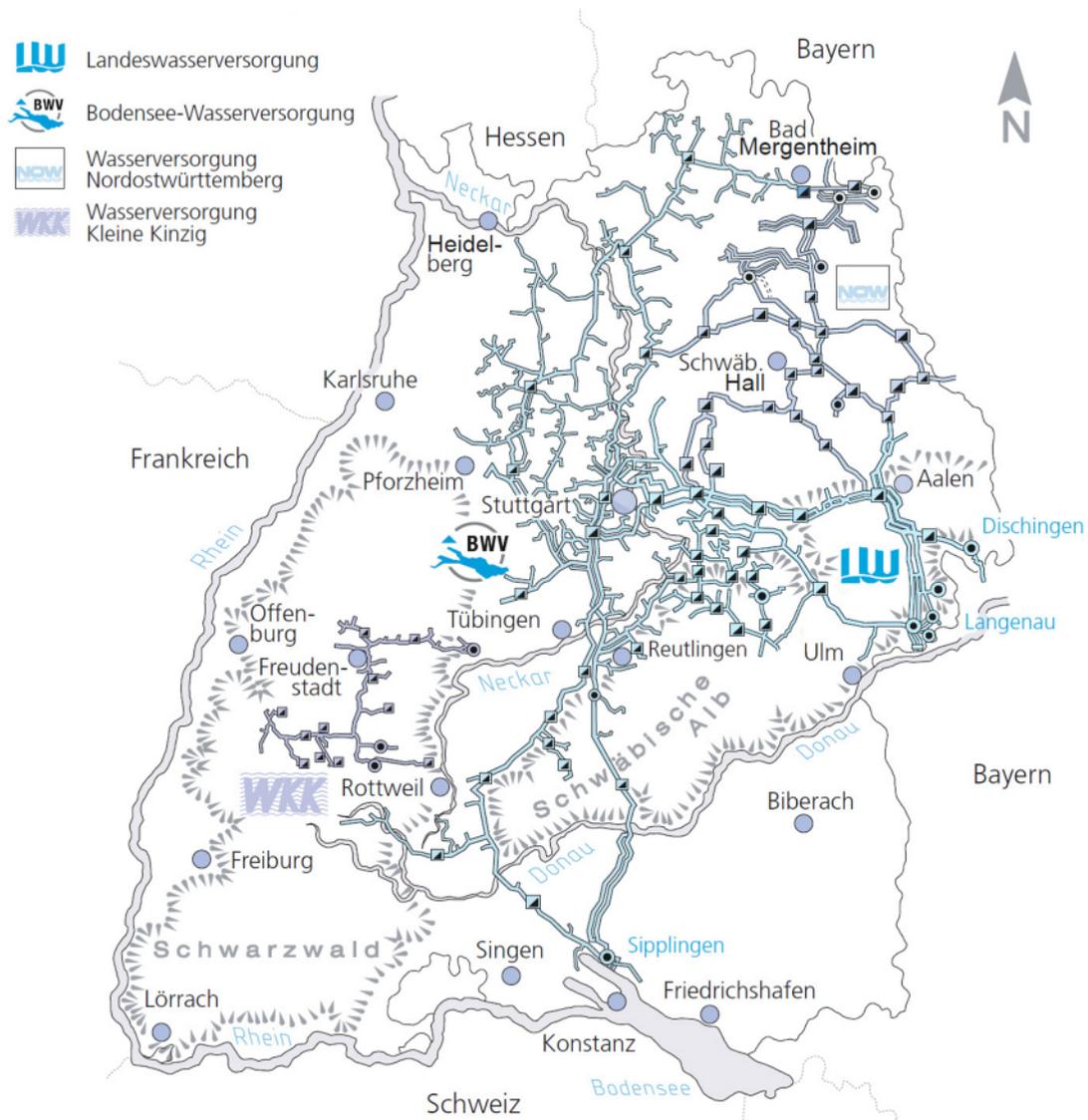


Abbildung 5: Die Versorgungsleitungen der vier großen Fernwasserversorger Baden-Württembergs Stand 2015 (Quelle: Landeswasserversorgung Stuttgart, modifizierte Abbildung aus LW (2015), Änderung der Farbe der LW-Leitungen).

2.1 Gemeinde- und Gruppenwasserversorger

In den letzten Jahrzehnten ist in Baden-Württemberg der Anteil von Gemeindeunternehmen an der Trinkwassergewinnung zurückgegangen (Abbildung 6). 1979 trugen diese noch 57 % zu den gesamten Trinkwassergewinnungsmengen bei, 2019 waren es nur noch 45 %. Das wird auch daran deutlich, dass die Anzahl der Gemeindeunternehmen mit eigener Wassergewinnung abgenommen hat (1979: 816, 2019: 605). Die gesamte Anzahl der Gemeindeunternehmen (mit und ohne Wassergewinnung) ist dagegen in etwa gleichgeblieben (1982: 1069, 2019: 1058). Trotz des abnehmenden Anteils der Gemeindeunternehmen an der Trinkwassergewinnung in Baden-Württemberg stellt die Wasserversorgung durch Gemeindeunternehmen und damit die Gewinnung des Trinkwassers aus lokalen Wasservorkommen weiterhin den höchsten Prozentsatz dar.

Der Anteil der Gruppenwasserversorger an der Gesamtwassergewinnung in Baden-Württemberg lag 1979 noch bei 16 %, stieg bis 1998 auf 19 % an und verblieb bis 2019 auf diesem

Wert. Die Anzahl der Zweckverbände der Gruppenwasserversorger verringerte sich seit 1983 von 200 auf 169 im Jahr 2019 und die Anzahl davon mit eigener Wassergewinnung nahm ebenfalls ab von 180 im Jahr 1979 auf 140 im Jahr 2019. Demgegenüber nahm der Anteil der Zweckverbände der Fernwasserversorgung von 1979 mit 27 % stetig bis ins Jahr 2019 auf 36 % zu (s. Abschnitte 2.2 bis 2.5). Der seit 1998 miterfasste Anteil der Kleinversorger (Wassergemeinschaften/-genossenschaften für rund 20 bis 100 versorgte Menschen) betrug bis zum Jahr 2019 weniger als 0,3 % (aufgrund dieses geringen Anteils in Abbildung 6 (links) nur ansatzweise zu erkennen). Im Jahr 2019 verteilten sich die Rohwasserressourcen der Versorgungsebenen gemäß Tabelle 3.

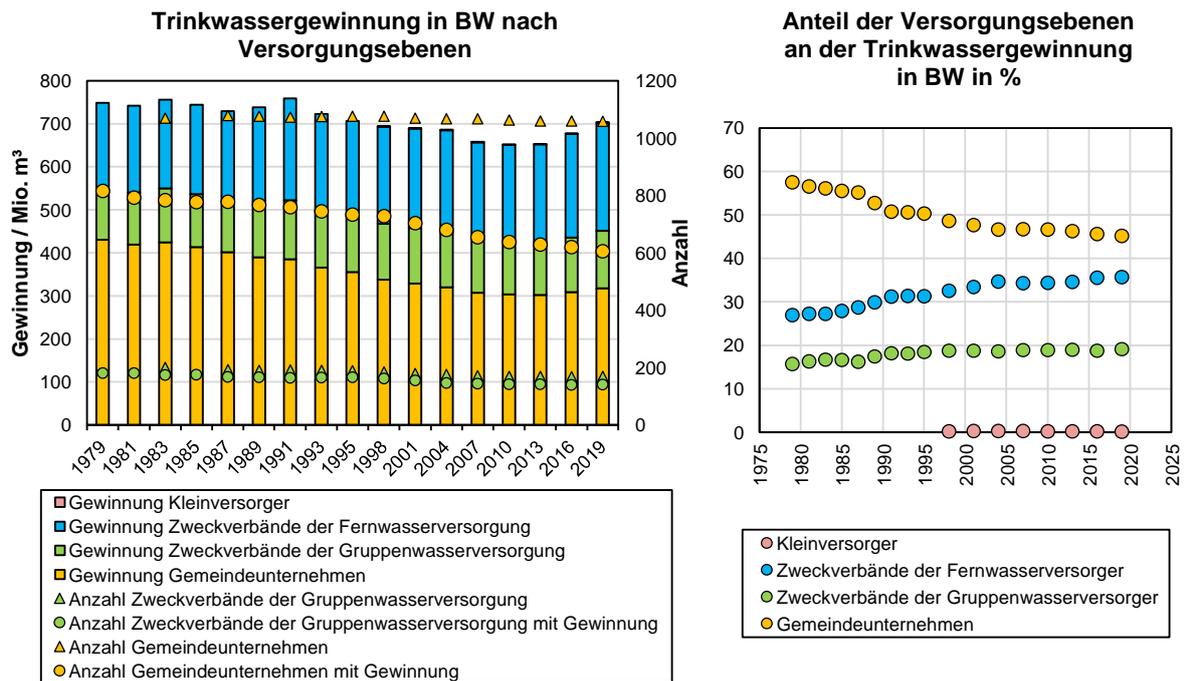


Abbildung 6: Trinkwassergewinnung in Baden-Württemberg nach Versorgungsebenen sowie Anzahl der Zweckverbände der Fernwasserversorgung, der Gruppenwasserversorgung und der Gemeindeunternehmen (links) und Anteil der Versorgungsebenen an der Trinkwassergewinnung in Baden-Württemberg (rechts) (StLa, 2022k).

Tabelle 3: *Trinkwassergewinnungsmengen in Baden-Württemberg nach Versorgungsebenen in Mio. m³ im Jahr 2019 (StaLa, 2022k).*

Ebene	Insgesamt	Grundwasser¹	Quellwasser	Oberflächenwasser²
Gemeinde	317,3	229,9	74,2	13,2
Gruppenwasserversorgung	134,2	109,2	25,0	-
Fernwasserversorgung	250,8	39,2	21,4	190,1
Kleinversorger	0,7	0,4	0,3	-
Insgesamt	703,1	378,7	121,1	203,3

¹ Einschließlich Uferfiltrat und angereichertes Grundwasser

² Fluss-, See- und Talsperrenwasser

2.2 Bodensee-Wasserversorgung

Die Bodensee-Wasserversorgung (BWV) wurde am 25. Oktober 1954 gegründet. Sie versorgt 183 Mitgliedsgemeinden und -verbände in Baden-Württemberg mit Wasser. Insgesamt liegen 320 Städte und Gemeinden in ihrem Einzugsgebiet mit etwa vier Mio. Menschen. Sie hat ein Entnahmerecht von täglich bis zu 670.000 Kubikmeter Rohwasser. Die Infrastruktur der BWV umfasst ein Leitungsnetz von über 1.700 km Länge (Leitungen mit Rohrdurchmessern von bis zu 1,60 Metern), 29 Wasserbehälter mit einer Gesamtkapazität von 486.000 m³ sowie etwa 450 Übergabepunkte zu den Mitgliedsgemeinden. (BWV, 2023a)

An einem durchschnittlichen Tag werden rund 356.000 m³ Wasser geliefert. Die durchschnittliche Tageskapazität beträgt 7.755 Liter pro Sekunde. Im Jahr 2021 lieferte die BWV insgesamt 130,6 Mio. m³ Wasser an ihre Mitglieder (weniger als im Vorjahr mit 138,2 Mio. m³) (Tabelle 4). Die gelieferte Wassermenge kann variieren und wird von Faktoren wie Temperatur und Niederschlag beeinflusst. Das Wasser wird aus einer Tiefe von 60 Metern aus dem Bodensee entnommen, wo das Wasser das ganze Jahr über eine konstant niedrige Temperatur von etwa 5 °C aufweist. (BWV, 2023a)

Tabelle 4: *Jahreswasserabgabe der Bodensee-Wasserversorgung (BWV, 2021a).*

		2021	2020	2019	2018	2017
Jahresabgabe	Mio. m³	130,6	138,2	134,3	137,6	133,3

2.3 Landeswasserversorgung

Die Landeswasserversorgung (LW) wurde 1912 gegründet und ging bereits 1917 mit ersten Anlagen in Betrieb. Der Zweckverband zählt 106 Verbandsmitglieder, darunter Städte, Gemeinden, Verbände und Versorgungsunternehmen in Baden-Württemberg und Bayern. Die LW beliefert rund 250 Städte und Gemeinden. Über ein Fernleitungsnetz von etwa 775 km Länge versorgen die beiden Wasserwerke in Langenau und Dischingen ungefähr drei Millionen Menschen (vier Hauptleitungen mit Durchmessern von bis zu 1,50 Meter und zahlreiche Zubringerleitungen mit Durchmessern von bis zu 0,70 Meter). Es können täglich bis zu 450.000 Kubikmeter Wasser gefördert werden (5.200 Liter pro Sekunde). (LW, 2015)

Die LW bezieht ihr Wasser aus verschiedenen Vorkommen, um eine ausreichende Versorgungssicherheit gewährleisten zu können (Zahlen für 2021 gemäß LW (2021)):

- Donauried: Grundwassergewinnung (27,5 Mio. m³),
- Donauwasser: Flusswassergewinnung aus der Donau (45,3 Mio. m³),
- Egauwasserwerk: Quellwassergewinnung (14,6 Mio. m³),
- Wasserwerk Burgberg: Grundwassergewinnung (5,6 Mio. m³),
- Wasserbezug (3 Mio. m³).

Tabelle 5 stellt die Entwicklung der Wasserabgabe der LW der letzten Jahre dar. Auffällig sind die drei aufeinanderfolgenden trockenen Jahre 2018–2020 mit relativ hohen Jahreswasserabgaben. Der besonders feuchte Sommer 2021 führte zu einer überdurchschnittlichen Grundwasserneubildung, sodass die Mitglieder des Verbands vermehrt auf ihr eigenes Grundwasser zurückgreifen konnten (LW, 2021).

Tabelle 5: Jahreswasserabgabe der Landeswasserversorgung (LW, 2020 und 2021).

		2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013
Jahresabgabe	Mio. m³	96,2	101,7	98,3	102,7	98,6	94,9	93,7	89,0	87,4

2.4 Wasserversorgung Nordostwürttemberg

Die Wasserversorgung Nordostwürttemberg (NOW) wurde im Jahr 1953 als kommunaler Zweckverband gegründet. Seitdem wurde ein regionales Wasserversorgungsnetz aufgebaut, das es ermöglicht, Trinkwasser aus wasserreichen Gebieten Baden-Württembergs in den Nordosten von Baden-Württemberg zu transportieren. Die NOW ist der drittgrößte Fernwasserversorger Baden-Württembergs. Der nordöstliche Teil Baden-Württembergs ist als Wassermangelgebiet bekannt, durch die NOW hat sich jedoch die Wassersituation in diesem Gebiet erheblich verbessert. Seit den 2000er Jahren hat sich die NOW zum Ziel gesetzt, die vorhandenen Wasserressourcen in der Region bestmöglich für die Trinkwasserversorgung zu nutzen. In Zusammenarbeit mit Verbandsmitgliedern, die über eigene Brunnen und Quellen verfügen, wurden in den vergangenen Jahren mehrere große gemeinsame Projekte zur Trinkwasseraufbereitung realisiert, bekannt als NOW-Versorgungskonzeptionen. Der Zweckverband NOW verteilt jährlich rund 29 Mio. m³ Trinkwasser über ein umfangreiches, 840 km langes Leitungsnetz an seine Mitglieder. Die NOW versorgt rund 600.000 Menschen in etwa 100 Städten und Gemeinden und bezieht Wasser aus Eigenwasservorkommen und Fernwasser von drei Vorlieferanten (Landeswasserversorgung, Bodensee-Wasserversorgung und RiesWasserVersorgung) (Tabelle 6). (NOW, 2023b)

Tabelle 6: Wasserdargebot der NOW in Mio. m³ (NOW, 2023a).

	2021	2018	2014	2010	2000
NOW-Eigenwasseraufkommen	10,5	9,9	6,9	3,6	0,1
Vorlieferanten	19,2	19,2	16,0	17,1	16,3
Wasserabgabe in Mio. m³	29,7	29,1	22,9	20,7	16,4

2.5 Wasserversorgung Kleine Kinzig

Der Zweckverband Wasserversorgung Kleine Kinzig (WKK) wurde 1971 gegründet. Die WKK versorgt 32 Verbandsmitglieder bestehend aus Gemeinden, Städten und weiteren Zweckverbänden (WKK, 2023b). Das Wasser wird aus der Talsperre Kleine Kinzig im Nordschwarzwald in einem weitgehend bewaldeten und kaum erschlossenen Einzugsgebiet gewonnen. Gespeist wird die Talsperre von zahlreichen kleineren und größeren Quellen sowie von drei großen Zuflüssen (Kleine Kinzig, Huttenbächle und Teufelsbächle) (WKK, 2023c). Bis zu 20 Mio. m³ Wasser können in einem Jahr in die Talsperre fließen, davon können bis zu 70 % des jährlichen Zulaufs die wasserreichen Wintermonate einbringen (WKK, 2023c). Das Leitungsnetz ist rund 220 km lang (WKK, 2023b). Derzeit werden rund 250.000 Menschen täglich mit Trinkwasser versorgt (WKK, 2023b).

Tabelle 7: Jahreswasserabgabe der Wasserversorgung Kleine Kinzig (WKK, 2023d).

		2023	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016
Jahresabgabe	Mio. m³	5,86	5,98	5,20	5,74	5,82	6,04	5,74	5,27

3 Wassergewinnung und Wassereinsatz nach Sektoren

3.1 Betrachtung auf Landesebene

In ganz Baden-Württemberg wird Wasser für die Energiegewinnung, die öffentliche Wasserversorgung, das produzierende Gewerbe, Dienstleistungsbereiche und die Land- und Forstwirtschaft gewonnen. Abbildung 7 stellt die gesamte Wassergewinnung in Baden-Württemberg sowie aufgeschlüsselt in diese einzelnen Wirtschaftssektoren zusammen. In den Daten zur öffentlichen Trinkwasserversorgung sind die Entnahmen auf bayerischem Gebiet für baden-württembergische Wasserversorgungsunternehmen mitberücksichtigt.

Die gesamte Wassergewinnung in Baden-Württemberg betrug 1995 7,14 Mrd. m³ und fiel bis 2019 stetig auf einen Wert von 3,37 Mrd. m³ ab, was einer Abnahme von ca. 53 % entspricht (im Mittel eine Abnahme von ca. 134 Mio. m³ pro Jahr). Dieser Rückgang ist auf technologische Fortschritte, finanzieller Anreize (UM BW, 2022) und im Wesentlichen auf den Rückgang der Nutzung von Kühlwasser zurückzuführen (s. nachfolgende Erläuterungen). Abzüglich der öffentlichen Trinkwasserversorgung betrug die Wasserentnahme in Baden-Württemberg im Jahr 2019 durch die Wirtschaft 2,66 Mrd. m³. Der Anteil der öffentlichen Wasserversorgung an der Gesamtwassergewinnung in Baden-Württemberg betrug 2007 noch 13,1 % und wuchs stetig auf 20,9 % bis ins Jahr 2019 an (Abbildung 8). Insgesamt betrug die Wasserentnahme für die öffentliche Wasserversorgung in Baden-Württemberg im Jahr 2019 703 Mio. m³. Der vergleichsweise geringe Anteil der öffentlichen Trinkwasserversorgung an der gesamten Wassergewinnung in Baden-Württemberg verdeutlicht, dass andere Sektoren wie insbesondere die Energieerzeugung eine deutlich stärkere Rolle in der Wassergewinnung des Landes spielen. In Kapitel 4 wird im Detail auf die öffentliche Trinkwasserversorgung eingegangen.

Den höchsten Anteil an der Wassergewinnung in Baden-Württemberg trägt der Sektor Energiegewinnung. 1995 entnahm dieser Wirtschaftszweig noch 5,87 Mrd. m³ Wasser, ist aber bis zum Jahr 2019 um 62 % auf eine Entnahme von 2,23 Mrd. m³ geschrumpft. Der Anteil der Energieversorgung an der gesamten Wassergewinnung in Baden-Württemberg betrug 2007 77,7 % und sank bis zum Jahr 2019 auf einen Wert von 66,1 %. Im Jahr 2019 entnahm das produzierende Gewerbe 393,1 Mio. m³. Eine konstante Entnahme scheint hier erreicht. Die Dienstleistungsbereiche (2019: 24,2 Mio. m³) sowie die Land- und Forstwirtschaft (2019: 20,9 Mio. m³) fallen im Vergleich kaum ins Gewicht. Der vergleichsweise geringe Wert für die Land- und Forstwirtschaft kann trügen, da der Wassergebrauch dieses Wirtschaftszweigs in Trockenzeiten sehr hohen Spitzenentnahmen unterliegt. Angesichts steigender Temperaturen ist mit einer Zunahme des Wasserbedarfs in der Landwirtschaft zu rechnen (UM BW, 2022).

Die Wasserentnahme erfolgt überwiegend aus Oberflächenwasser, welches von Kraftwerken und Industrieanlagen direkt gewonnen und zur Kühlung ihrer Produktionsanlagen eingesetzt wird (Büringer, 2006). Flusswasser ist im Gegensatz zu Grund- und Quellwasser viel stärker äußeren Einflüssen ausgesetzt, sodass dessen Qualität großen Schwankungen unterliegt und Flusswasser in der Regel stärker belastet ist. Für die Energiegewinnung und Produktion in Industriebetrieben ist meist keine Trinkwasserqualität erforderlich, weshalb hier auf Flusswasser zurückgegriffen wird. Für die öffentliche Trinkwasserversorgung wird dagegen eher auf Grund- und Quellwasser (71 %) gesetzt.

Abbildung 9 (links) verdeutlicht, wie sehr Kühlwasser für Produktions- und Stromerzeugungsanlagen aus der Energiegewinnung und Industrie bzgl. der gesamten Wassergewinnung in Baden-Württemberg heraussticht. Der Anteil von Kühlwasser an der gesamten Wassergewinnung in Baden-Württemberg betrug 1995 noch 86 %, 2019 war er durch stetige Abnahme auf 73 % gefallen. Die Ursachen dafür sind sowohl in der effizienteren Funktionsweise der Kühlsysteme als auch in der wachsenden Nutzung von Wasserkreisläufen (WaBoA, 2012), aber auch in der Stilllegung von Kraftwerken zu finden. Hinsichtlich des einsparbaren Wasserpotentials gilt es zu beachten, dass neue durch die Energiewende angetriebene Wasserstofftechnologien ebenfalls einen hohen Wasserbedarf verursachen können (UM BW, 2022).

Hinsichtlich des Wasserbedarfs ohne Kühlwasser in Baden-Württemberg ist ebenfalls eine kontinuierliche Abnahme zu verzeichnen (Abbildung 9 rechts), die hauptsächlich auf den Rückgang von Produktionswasser zurückzuführen ist. Der Anteil der Haushalte und Kleingewerbe betrug 1991 noch 7,4 %, stieg bis zum Jahr 2019 jedoch auf 14,9 % (502,1 Mio. m³) an. Leitungsverluste der öffentlichen Trinkwasserversorgung trugen im Jahr 2019 zu 2,5 % (82,6 Mio. m³) an dem gesamten in Baden-Württemberg gewonnenen Wasser bei.

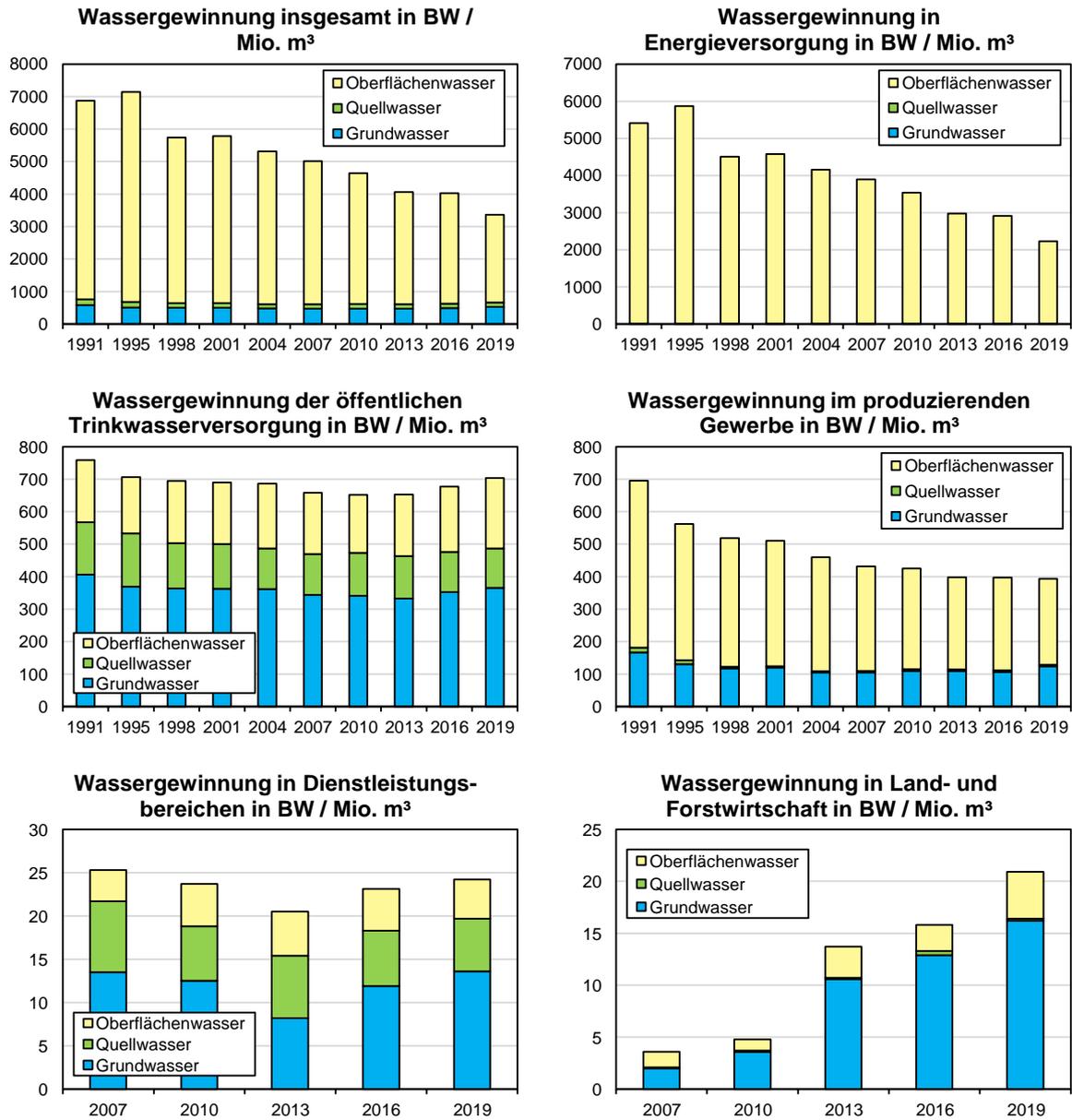


Abbildung 7: Wassergewinnung in Baden-Württemberg seit 1991 nach Wirtschaftsbereichen, aufgliedert in Wasserressourcen (StLa, 2022b).⁶

⁶ Oberflächenwasser schließt Fluss-, See-, Talsperrenwasser, Uferfiltrat und angereichertes Grundwasser mit ein.

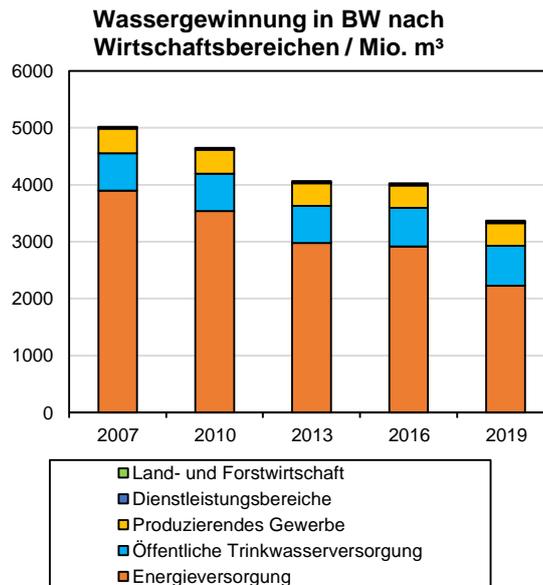


Abbildung 8: Wassergewinnung in Baden-Württemberg seit 2007 nach Wirtschaftsbereichen (StaLa, 2022b).

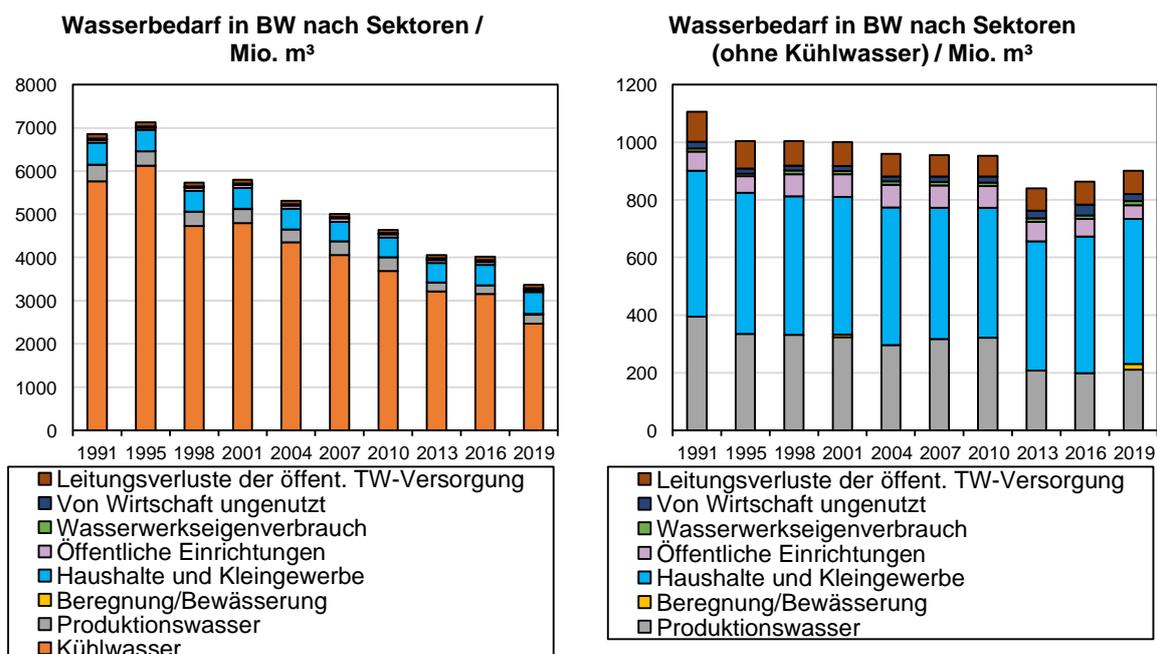


Abbildung 9: Wasserbedarf in Baden-Württemberg seit 1991 nach Wirtschaftsbereichen, dargestellt mit Kühlwasser (links) sowie ohne Kühlwasser (rechts) (StaLa, 2022c).

3.2 Betrachtung auf Kreisebene

In Abbildung 10 sind die Wasseraufkommen auf Stadt- und Landkreisebene für die Wirtschaft (entspricht gesamter Wassergewinnung samt Fremdbezug in Baden-Württemberg abzüglich Wassergewinnung durch öffentliche Wasserversorgung) dargestellt. Die meisten Entnahmen der Wirtschaft in Baden-Württemberg erfolgen in den nördlichen Landesteilen, wo Kühlwasser aus den Flüssen Rhein und Neckar von Wärmekraftwerken gewonnen wird und eine hohe Industrie- und Bevölkerungsdichte vorherrschen (WaBoA, 2012).

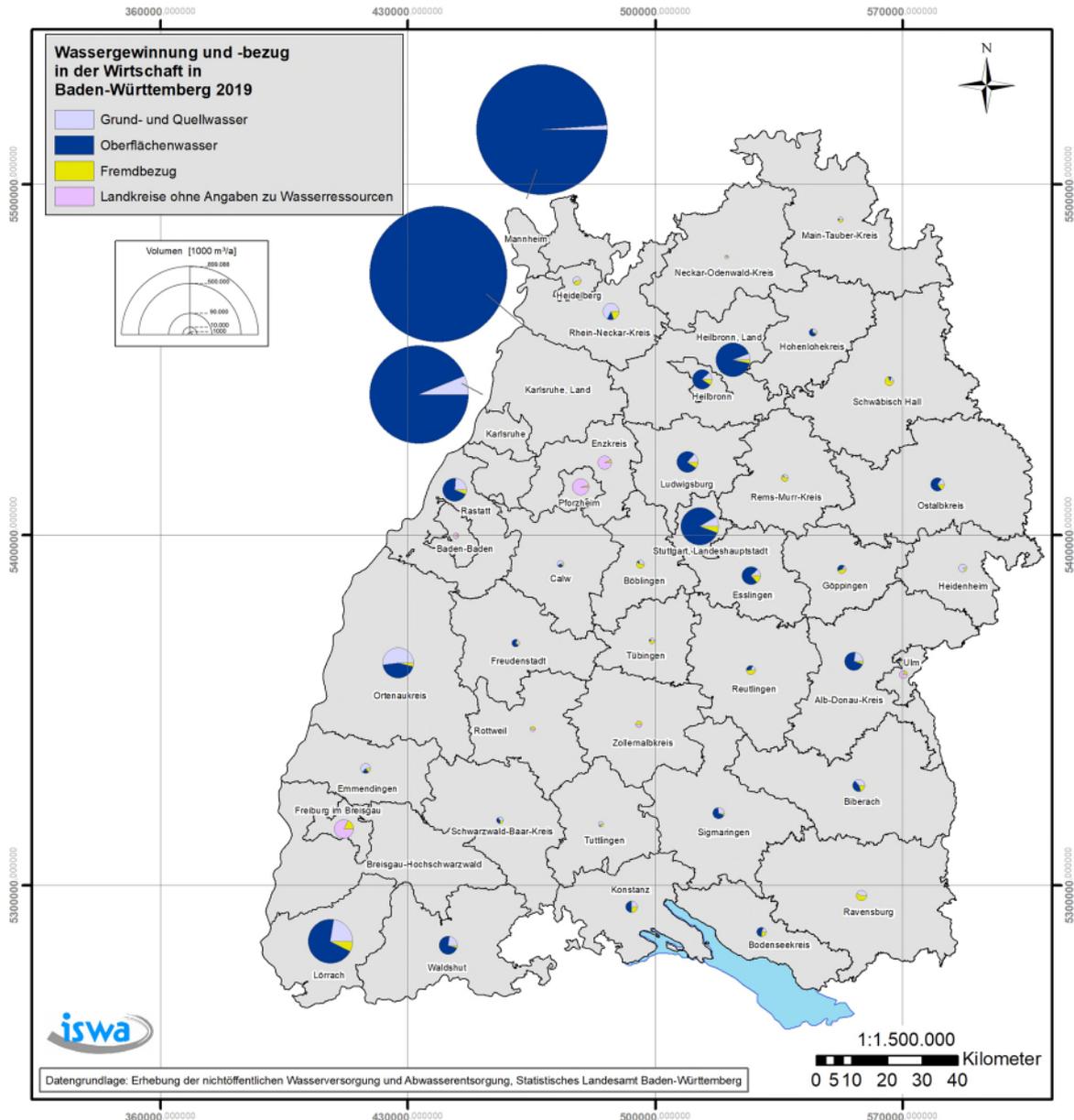


Abbildung 10: Wassergewinnung und -bezug in Baden-Württemberg durch die Wirtschaft im Jahr 2019 (StaLa, 2022d). Die Kreisflächen sind proportional zur jährlichen Entnahme. Kreiskarte: LGL (2023); Gewässer: EEA (2022).

Tabelle 8 fasst für die vier Regierungsbezirke und für das Jahr 2019 die Wassergewinnungsmengen und den Fremdbezug der Wirtschaft sowie die Anzahl der Betriebe mit mind. 2.000 m³ Wassergewinnung oder mind. 10.000 m³ Fremdbezug zusammen. Die mit Abstand höchste Entnahme lag im Regierungsbezirk Karlsruhe vor (2,25 Mrd. m³), gefolgt von Freiburg (189 Mio. m³) und Stuttgart (187 Mio. m³). Der Fremdbezug war gemessen an der Eigenwassergewinnung der Betriebe vergleichsweise gering. Insgesamt gab es im Jahr 2019 2520 entsprechende Betriebe in Baden-Württemberg. Die Anzahl der Betriebe mit eigener Wassergewinnung im Regierungsbezirk Karlsruhe war 2019 genauso hoch wie in Stuttgart (517). Mit 596 lag die höchste Anzahl an entsprechenden Betrieben mit eigener Wassergewinnung im Regierungsbezirk Freiburg.

Tabelle 8: Wassergewinnung und -bezug in der Wirtschaft in den Regierungsbezirken Baden-Württembergs 2019 in Tsd. m³ (StaLa, 2022d).

Regierungsbezirk	Betriebe ¹⁾			Wassergewinnung			Fremdbezug
	Insgesamt	und zwar		Insgesamt	davon		
		Mit Wassergewinnung	Mit Fremdbezug ²⁾		Grund- & Quellwasser	Oberflächenwasser	
Stuttgart	751	517	578	186.598	24.072	162.526	22.061
Karlsruhe	656	517	434	2.249.831	61.282	2.188.549	13.800
Freiburg	768	596	490	188.945	72.578	116.366	20.520
Tübingen	345	245	269	38.972	14.129	24.843	10.267
Land	2.520	1.875	1.771	2.664.346	172.061	2.492.284	66.648³⁾

1) Betriebe mit mindestens 2 Tsd. m³ Wassergewinnung oder 10 Tsd. m³ Fremdbezug aus dem öffentlichen Netz oder von anderen Niederlassungen, Unternehmen, Einrichtungen oder Verbänden. Betriebe mit ausschließlichem Fremdbezug sind unterrepräsentiert (Bedarfsdeckung durch Wasserversorgungsunternehmen und Beregnungsverbände). 2) Doppelnennungen möglich.

3) In Quelle: 67.099 (falsche Summe).

3.3 Wassernutzung in der Wirtschaft

Tabelle 9 und Tabelle 10 fassen die Wassergewinnungsmengen bzw. den -bezug sowie den Wassereinsatz für die Wirtschaft in Baden-Württemberg tabellarisch für einzelne Wirtschaftszweige zusammen. Insgesamt lag im Jahr 2019 das gesamte Wasseraufkommen der Wirtschaft bei 2,73 Mrd. m³, ohne Berücksichtigung des Fremdbezugs lag dieses bei 2,66 Mrd. m³.

In Tabelle 10 wird der sehr hohe Bedarf an Kühlwasser durch die Energieversorger und das verarbeitende Gewerbe deutlich. Ebenfalls zeigt sich, dass eine Vielzahl von Wirtschaftszweigen einen hohen Eigenwasserförderungsanteil aufweisen. Insgesamt betrug der Anteil an Fremdwasserbezug in Baden-Württemberg im Jahr 2019 lediglich 2,5 %. Mit über 100 Mio. m³ sind die größten gewerblichen Verbraucher die Papier- und Chemieindustrie.

Tabelle 9: Wassergewinnung und -bezug in der Wirtschaft in Baden-Württemberg im Jahr 2019 (StaLa, 2022e).

Wirtschaftsabschnitt	Betriebe ¹⁾			Wasseraufkommen			
	insgesamt	und zwar ²⁾		insgesamt	davon Wassergewinnung		davon Fremd- bezug ⁴⁾
		mit Wasser- gewinnung	mit Fremd- bezug		Grund- und Quellwas- ser	Oberflächen- wasser ³⁾	
		Anzahl			1.000 m ³	%	
Land- und Forstwirtschaft insgesamt	630	564	248	26.855	61,3	16,7	22,0
darunter Landwirtschaft							
Landwirtschaftliche Betriebe ⁵⁾	496	431	234	13.709	49,1	11,0	39,9
Beregnungsverbände/-gemeinschaften	118	117	11	12.026	78,0	18,4	3,6
Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	112	111	61	54.305	17,2	82,4	0,4
Verarbeitendes Gewerbe insgesamt	956	563	658	373.024	30,4	58,3	11,3
darunter							
Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln, Getränkeherstellung, Tabakverarbeitung	215	111	187	35.278	40,1	25,2	34,7
Herstellung von Papier und Pappe	36	30	34	122.986	7,1	92,0	0,9
Herstellung von chemischen und pharmazeutischen Erzeugnissen, Gummi- und Kunststoffwaren	157	89	149	131.682	29,2	61,7	9,1
Metallerzeugung und -bearbeitung, Herstellung von Metallerzeugnissen	146	82	143	18.973	68,3	16,5	15,2
Maschinen- und Fahrzeugbau	148	75	145	20.020	32,2	23,5	44,3
Energieversorgung	43	38	36	2.227.281	0,3	99,7	0,0
Wasserversorgung ⁶⁾ , Abwasser- und Abfallentsorgung	263	235	180	8.549	66,0	13,7	20,3
Baugewerbe	11	10	6	1.352	42,3	56,2	1,5
Dienstleistungsbereiche	505	354	582	40.079	49,2	11,2	39,6
Wirtschaftszweige insgesamt	2.520	1.875	1.771	2.731.445	6,3	91,2	2,5

1) Betriebe mit mindestens 2 Tsd. m³ Wassergewinnung oder 10 Tsd. m³ Fremdbezug aus dem öffentlichen Netz oder von anderen Betrieben, Unternehmen, Einrichtungen oder Verbänden. Betriebe mit ausschließlichem Fremdbezug sind unterrepräsentiert; ihren Wasserbedarf decken zum Beispiel Wasserversorgungsunternehmen (siehe Rubrik "Öffentliche Wasserversorgung") und Beregnungsverbände. 2) Doppelnennungen möglich. 3) Fluss-, See- und Talsperrenwasser; einschließlich Uferfiltrat, angereichertes Grundwasser und sonstige Wasserarten. 4) Aus dem öffentlichen Netz oder von anderen Betrieben, Einrichtungen oder Verbänden. In der Landwirtschaft zum Beispiel Bezug von Beregnungsverbänden. 5) Überwiegend Beregnung/Bewässerung landwirtschaftlicher und gärtnerischer Flächen; viehhaltende Betriebe sind im Allgemeinen nur einbezogen, wenn sie beregnen/bewässern. 6) Ohne öffentliche Wasserversorgung.

Wasserwirtschaft und Trinkwasserversorgung

Tabelle 10: Wassereinsatz und ungenutztes Wasser in der Wirtschaft in Baden-Württemberg im Jahr 2019 (StaLa, 2022f).

Wirtschaftsabschnitt	Be- triebe ¹⁾	Wasser- aufkom- men ²⁾	Wassereinsatz					Ungenutzt eingelei- tet ^{5)/ Abgabe an Dritte⁶⁾}
			insgesamt	davon				
				Kühlwasser	Produkti- ons- wasser ³⁾	Beleg- schaftswas- ser	Bere- gung/Be- wässerung ⁴⁾	
Anzahl	1.000 m ³							
Land- und Forstwirtschaft	630	26.855	16.276	–	1.877	–	14.399	10.579
darunter Landwirtschaft								
Landwirtschaftliche Betriebe ⁷⁾	496	13.708	13.537	–	882	–	12.656	170
Beregnungsverbände/-gemeinschaften	118	12.026	1.620	–	3	–	1.616	10.407
Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	112	54.304	50.523	8	50.448	64	3	3.782
Verarbeitendes Gewerbe	956	373.024	358.980	239.847	110.753	7.972	410	14.043
darunter								
Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln, Getränkeherstellung, Tabakverarbeitung	215	35.278	33.922	12.694	20.527	615	86	1.356
Herstellung von Papier und Pappe	36	122.985	122.655	76.071	46.085	478	20	330
Herstellung von chemischen und pharmazeuti- schen Erzeugnissen, Gummi- und Kunststoff- waren	157	131.682	123.626	100.538	21.743	1.242	102	8.057
Metallerzeugung und -bearbeitung, Herstellung von Metallerzeugnissen	146	18.973	18.501	14.549	3.142	809	1	472
Maschinen- und Fahrzeugbau	148	20.021	18.923	8.825	6.437	3.543	119	1.098
Energieversorgung	43	2.227.281	2.225.379	2.217.420	7.696	261	2	1.903
Wasserversorgung ⁸⁾ , Abwasser- und Abfallentsor- gung	263	8.549	8.203	662	6.702	145	694	345
Baugewerbe	11	1.353	853	35	808	4	7	499
Dienstleistungsbereiche	505	40.079	34.889	5.991	20.290	3.406	5.203	5.191
Wirtschaftszweige insgesamt	2.520	2.731.445	2.695.103	2.463.961	198.574	11.851	20.717	36.342

1) Betriebe mit mindestens 2 Tsd. m³ Wassergewinnung oder 10 Tsd. m³ Fremdbezug aus dem öffentlichen Netz oder von anderen Betrieben, Unternehmen, Einrichtungen oder Verbänden. Betriebe mit ausschließlichem Fremdbezug sind unterrepräsentiert; ihren Wasserbedarf decken zum Beispiel Wasserversorgungsunternehmen (siehe Rubrik "Öffentliche Wasserversorgung") und Beregnungsverbände. 2) Wassergewinnung und Fremdbezug. 3) Einschließlich Wasser für sonstige Zwecke und in die Produkte eingehendes Wasser. 4) Eingeschränkte Wiederfindung der Wasserabgabe von Beregnungsverbänden an landwirtschaftliche Betriebe, da Betriebe bei ausschließlichem Fremdbezug nicht vollzählig in die Erhebung einbezogen sind. 5) In eine öffentliche Kläranlage, eine betriebseigene Abwasserbehandlungsanlage oder unbehandelt in ein Oberflächengewässer/in den Untergrund. 6) Zum Beispiel Abgabe von Beregnungsverbänden an landwirtschaftliche Betriebe. 7) Überwiegend Beregnung/Bewässerung landwirtschaftlicher und gärtnerischer Flächen. Viehhaltende Betriebe sind im Allgemeinen nur einbezogen, wenn sie beregnen/bewässern. 8) Ohne öffentliche Wasserversorgung.

4 Gewinnung von Trinkwasser für die öffentliche Wasserversorgung

4.1 Terminologie

Hinsichtlich der Wassergewinnung wird grundsätzlich die Herkunft angegeben (Grundwasser, Quellwasser, Uferfiltrat, angereichertes Grundwasser, Fluss-, See- und Talsperrenwasser). Ein Teil des gewonnenen und bezogenen Trinkwassers wird für das Wasserwerk selbst benötigt (z. B. Rückspülung von Aufbereitungsanlagen). Der Großteil des gewonnenen Trinkwassers wird an die Letztverbraucher abgegeben, deren Verbrauch mit Wasserzählern erfasst wird. Die Differenz aus gewonnenem Wasser, das ins Netz eingespeist wird, und der mittels Wasserzähler erfassten Menge, wird Messdifferenzen sowie Wasserverlusten im Netz zugeschrieben. Die Wasserabgabe an die Letztverbraucher wird zudem noch in Wasserabgabe an Privathaushalte samt Kleingewerbe (aus diesen Verbräuchen wird auch der Pro-Kopf-Verbrauch für den Anteil der Bevölkerung berechnet, der an die öffentliche Wasserversorgung angeschlossen ist) sowie Wasserabgabe an gewerbliche und sonstige Abnehmer (z. B. öffentliche Einrichtungen) unterschieden. Die „Wasserabgabe insgesamt“ beinhaltet Privathaushalte, Kleingewerbe, gewerbliche und sonstige Abnehmer.

4.2 Betrachtung auf Landesebene

Die Versorgung von Bevölkerung und Teilen der Wirtschaft mit Trinkwasser wird durch die öffentliche Wasserversorgung sichergestellt. Abbildung 11 (links oben) fasst die Trinkwassergewinnungsmengen für Baden-Württemberg seit 1975 zusammen. Es ist zu erkennen, dass die Trinkwassergewinnung seit den 1990er Jahren im Begriff war abzunehmen (1991 war ein Trockenjahr), obwohl im Zeitraum von 1991 bis 2010 die Zahl der an die öffentliche Wasserversorgung angeschlossenen Menschen um rund 770.000 angestiegen war (Heitzmann, 2012). Diese Abnahme ist auf Sparmaßnahmen insbesondere in den 1990er-Jahren zurückzuführen, d. h. neue Techniken, ein verändertes Verbrauchsverhalten sowie Sanierungsarbeiten, um Leitungsverluste und den Wasserwerkseigenverbrauch zu senken (Heitzmann, 2012). Anfang der 2010er-Jahre schien „eine gewisse Grenze der Einsparmöglichkeiten erreicht“, was sich ebenfalls auf Bundesebene ausdrückte (Büringer, 2006). Die Trinkwassergewinnung erreichte aber im Jahr 2019 (ein Jahr mit außergewöhnlich hohen Temperaturen) mit 703 Mio. m³ Wasser wieder einen vergleichsweise hohen Wert. Der Anteil an Grund- und Quellwasser (einschließlich Uferfiltrat und angereichertes Grundwasser) daran betrug im Jahr 2019 500 Mio. m³. Insgesamt nahm dieser Anteil seit 1975 stetig ab (von 79 % im Jahr 1975 bis 71 % im Jahr 2019) (Abbildung 11 unten). Seit 1998 hat die Gewinnung von See- und Talsperrenwasser den Anteil der Quellwassergewinnung übertroffen (Heitzmann, 2012) (nicht im Diagramm zu sehen). Mit

Wasserwirtschaft und Trinkwasserversorgung

29 % im Jahr 2019 hat Oberflächenwasser (Fluss-, See- und Talsperrenwasser) einen verglichen mit der Bundesebene überdurchschnittlich hohen Anteil an der Trinkwassergewinnung (Bundesdurchschnitt im Jahr 2019: 13,8 %) (UBA, 2022a).

Das obere Diagramm links schließt die Wassergewinnung für Baden-Württemberg auf bayerischem Gebiet mit ein. Dieser Anteil ist in Abbildung 11 rechts oben explizit dargestellt. Die Wassergewinnung auf bayerischem Gebiet ist stetig ansteigend und erreichte im Jahr 2019 einen Wert von 57,6 Mio. m³. Dieser umfasst überwiegend die Donauwasserentnahme bei Leipheim durch die Landeswasserversorgung im Landkreis Günzburg, Bayern (im Jahr 2019: 45,6 Mio. m³) (LW, 2020).

Abbildung 12 fasst die Entwicklung der Wassergewinnung einschließlich Zweckverbände auf baden-württembergischem Gebiet zusammen. Darin nicht enthalten ist die Wassergewinnung auf bayerischem Gebiet (entspricht: Daten aus Abbildung 11 links oben abzüglich der Daten aus Abbildung 11 rechts oben). Auch abzüglich der Wassergewinnung auf bayerischem Gebiet ist eine Zunahme der Wassergewinnung für den öffentlichen Gebrauch im Jahr 2019 zu beobachten (645,5 Mio. m³ Wassergewinnung im Jahr 2019).

Deutschlandweit wurden im Jahr 2019 zur Trinkwassergewinnung ca. 5,4 Mrd. m³ Rohwasser entnommen. Davon stammten mit ca. 3,8 Mrd. m³ 70,5 % aus Grund- und Quellwasser, 7,0 % aus angereichertem Grundwasser, 8,6 % aus Uferfiltrat, 12,6 % aus See- und Talsperrenwasser und 1,2 % aus Flusswasser (DESTATIS, 2022; UBA, 2022a). Der Anteil Baden-Württembergs bzgl. der Rohwasserentnahme in Deutschland lag demnach bei ca. 12 %.

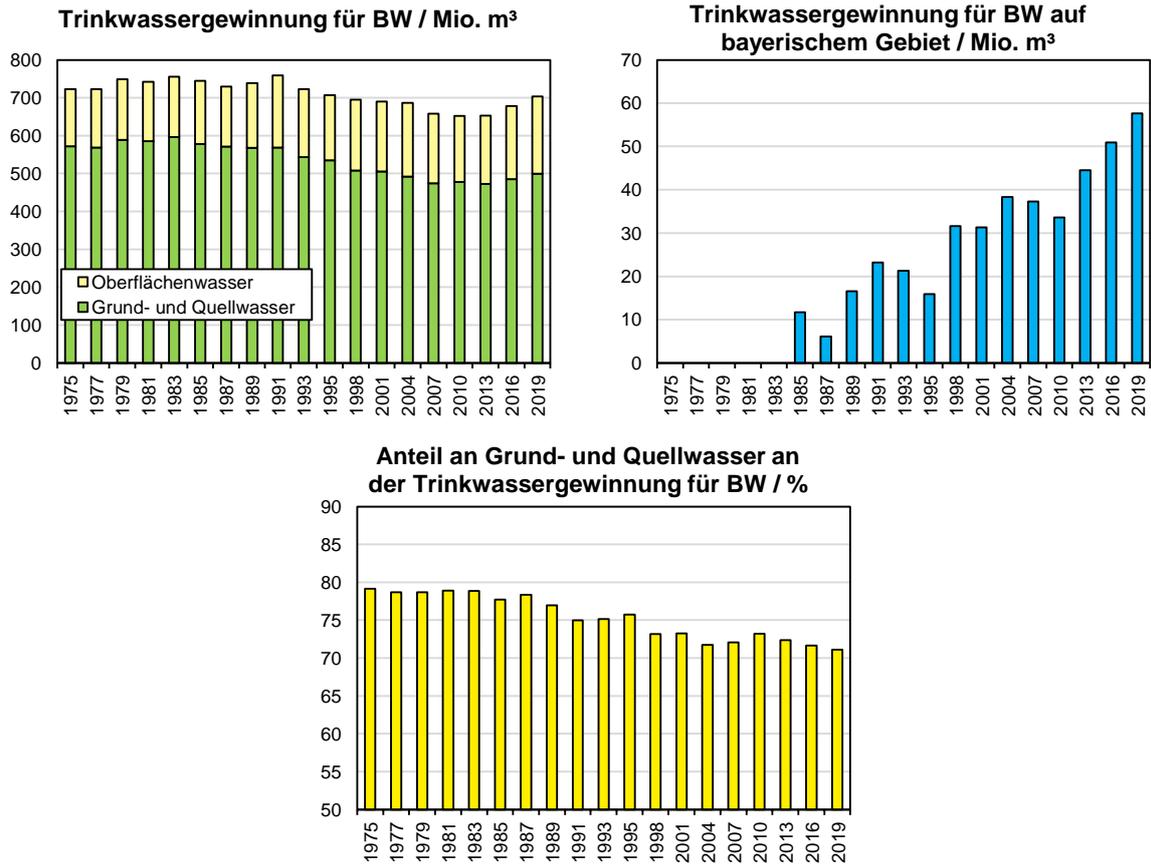


Abbildung 11: Trinkwassergewinnung für Baden-Württemberg (links oben), der Anteil der Trinkwassergewinnung auf bayerischem Gebiet daran (rechts oben) sowie der Anteil an Grund- und Quellwasser an der Gesamtrinkwassergewinnung für Baden-Württemberg seit 1975 (unten) (StaLa, 2022g).⁷

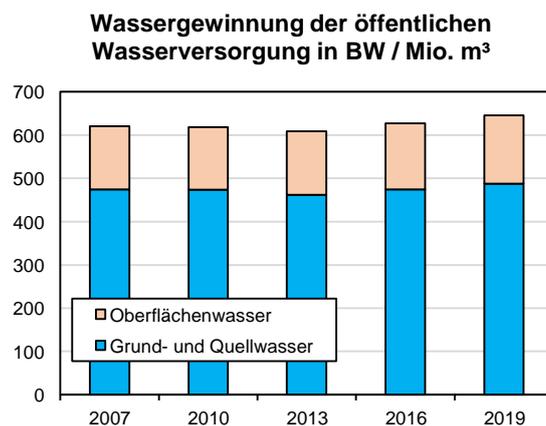


Abbildung 12: Wassergewinnung der öffentlichen Wasserversorgung in Baden-Württemberg einschließlich Zweckverbände abzüglich der Wassergewinnung auf bayerischem Gebiet (StaLa, 2022h).⁸

⁷ Oberflächenwasser enthält Fluss-, See- und Talsperrenwasser. Grund- und Quellwasser schließt Uferfiltrat und angereichertes Grundwasser mit ein.

⁸ Oberflächenwasser enthält Fluss-, See- und Talsperrenwasser. Grund- und Quellwasser schließt Uferfiltrat und angereichertes Grundwasser mit ein.

4.3 Betrachtung auf Kreisebene

Abbildung 13 bietet eine Übersicht über die Trinkwassergewinnung in Stadt- und Landkreisen Baden-Württembergs mit Unterteilung in Grund-, Quell- und Oberflächenwasser für das Jahr 2019. Auf bayerischem Gebiet wurden zusätzlich etwa 12 Mio. m³ Grundwasser (einschließlich Uferfiltrat) sowie 46 Mio. m³ Oberflächenwasser gewonnen (StaLa, 2022i). Insgesamt wurden in Baden-Württemberg im Jahr 2019 645,5 Mio. m³ Wasser für die öffentliche Trinkwasserversorgung gewonnen. Darunter fielen 366,7 Mio. m³ Grundwasser, 121,1 Mio. m³ Quellwasser und 157,7 Mio. m³ Oberflächenwasser. Oberflächenwasser machte also einen Anteil von 24,4 % an der gesamten Trinkwassergewinnung in Baden-Württemberg aus.

Die Standorte der Wassergewinnung liegen überwiegend dort, wo die größten und nutzbaren Wasservorkommen vorliegen (WaBoA, 2012). Aus diesen Wasservorkommen werden über die vier größten Fernwasserversorger auch Regionen mit geringen Wasservorkommen beliefert (WaBoA, 2012).

Die höchste Entnahme wies im Jahr 2019 mit 151,1 Mio. m³ der Bodenseekreis mit der Bodensee-Wasserversorgung auf. Generell konzentriert sich die Grundwasserförderung auf Gebiete mit umfangreichen und ergiebigen Grundwasserleitern, wie beispielsweise im Oberrheingraben und im Donautal, insbesondere in der Nähe von stark besiedelten Ballungszentren mit einer hohen Wassernachfrage (WaBoA, 2012). In den Festgesteinsgebieten der Mittelgebirge wird vorwiegend Quellwasser genutzt (WaBoA, 2012). Entnahmestellen der Landeswasserversorgung im Landkreis Heidenheim (43,9 Mio. m³) und dem Alb-Donau-Kreis (24,5 Mio. m³) trugen zu vergleichsweise hohen Entnahmen in diesen Landkreisen bei. Die Landeswasserversorgung entnimmt Donauwasser bei Leipheim, das zum Bundesland Bayern gehört. Die bayernseitige Entnahme von 45,6 Mio. m³ aus der Donau (LW, 2020) ist folglich in Abbildung 13 nicht dargestellt. Ein großer Anteil des in den drei genannten Landkreisen (Bodenseekreis, Landkreis Heidenheim, Alb-Donau-Kreis) entnommenen Wassers wird nicht in den Landkreisen selbst genutzt, sondern über Fernwasserversorger in andere Bereiche Baden-Württembergs (z. B. Landeshauptstadt Stuttgart und Nordosten Baden-Württembergs) befördert. Der Rhein-Neckar-Kreis mit 37,2 Mio. m³ Entnahme sticht ebenfalls hervor. So enthält der nordwestliche Teil Baden-Württembergs viele Ballungsräume, die sich mit eigenen lokalen Wasserressourcen versorgen.

Den wesentlichsten Einfluss auf die Oberflächenwasserentnahme hatten im Jahr 2019 der Bodenseekreis mit 145,7 Mio. m³ mit der Bodensee-Wasserversorgung und der Landkreis Freudenstadt mit der Talsperre Kleine Kinzig (die einzige Trinkwassertalsperre in Baden-Württemberg (Heitzmann, 2012)) mit 6,5 Mio. m³. Die überwiegende Anzahl der Landkreise entnimmt Grund- und Quellwasser.

Tabelle 11 fasst die Entnahmemengen für die Regierungsbezirke und für ganz Baden-Württemberg zusammen. Die höchste Entnahme ist für den Regierungsbezirk Tübingen, mit Entnahmen der BWV und LW, zu verzeichnen. Hier erfolgt auch gleichzeitig die größte Oberflächenwasserentnahme des Landes. Im Regierungsbezirk Karlsruhe (zweithöchste Entnahme) wird das meiste Grundwasser entnommen.

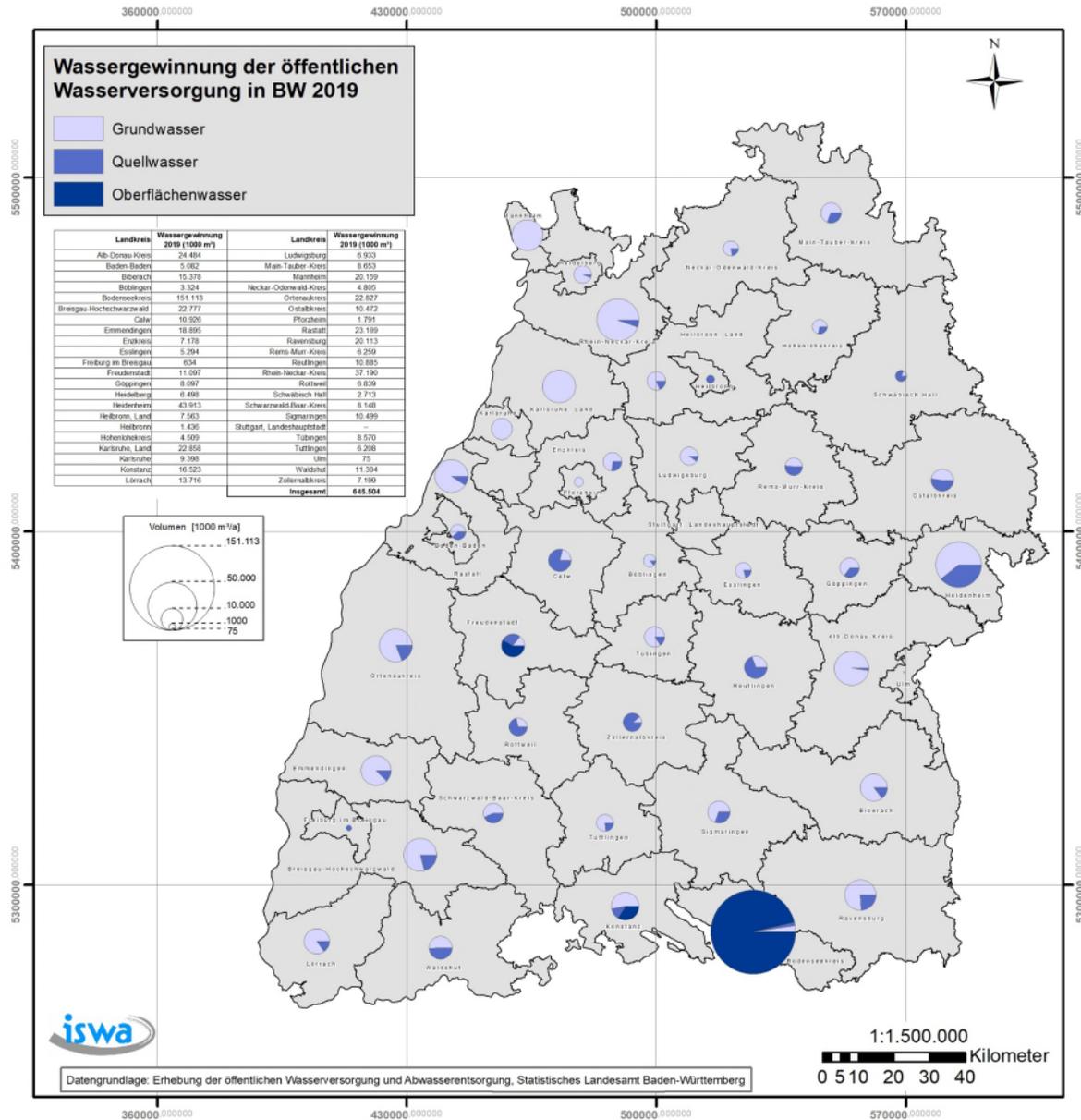


Abbildung 13: Trinkwassergewinnung in den Stadt- und Landkreisen in Baden-Württemberg im Jahr 2019 (StaLa, 2022i). Die Kreisflächen sind proportional zur jährlichen Entnahme. Kreis-karte: LGL (2023).

Tabelle 11: Trinkwassergewinnung in den Regierungsbezirken Baden-Württembergs im Jahr 2019 in Mio. m³ (StaLa, 2022i).

Regierungsbezirke	Insgesamt	Grundwasser	Quellwasser	Oberflächenwasser
Stuttgart	109,2	69,2	40,0	-
Karlsruhe	160,1	132,1	21,5	6,5
Freiburg	127,9	90,6	31,8	5,5
Tübingen	248,3	74,8	27,8	145,7
Baden-Württemberg	645,5	366,7	121,1	157,7

4.4 Betrachtung auf Gemeindeebene

Abbildung 14 stellt die Trinkwassergewinnungsmengen in Baden-Württemberg auf Gemeindeebene mit Unterteilung in Grund-, Quell- und Oberflächenwasser für das Jahr 2019 dar. Bei 30 % der Gemeinden lag keine lokale Wassergewinnung vor. Auch auf Gemeindeebene lässt sich feststellen, dass Oberflächenwasser in Baden-Württemberg zu größten Teilen aus dem Bodensee und aus der Talsperre Kleine Kinzig entnommen wird. Die restliche Entnahme zur Trinkwassergewinnung beläuft sich auf Grund- und Quellwasser.

Es fällt auf, dass die Wassergewinnung in Baden-Württemberg sehr unterschiedlich verteilt ist. Die höchsten Entnahmen sind am Bodensee (Bodensee-Wasserversorgung), im Osten Baden-Württembergs (Landeswasserversorgung) sowie im Nordwesten Baden-Württembergs (lokale Entnahmen) zu verzeichnen, wie es bereits in Abbildung 13 für die Stadt- und Landkreisebene Baden-Württembergs feststellbar ist. Regionen wie Stuttgart im Zentrum von Baden-Württemberg und Heilbronn-Franken im Nordosten Baden-Württembergs liegen in Bezug auf die Wassergewinnung signifikant unter dem Durchschnitt Baden-Württembergs.

Für die Trinkwassergewinnungsdaten der Jahre 2007, 2010, 2013, 2016 und 2019 wurde die Steigung mittels linearer Regression berechnet. Von den insgesamt betrachteten Gemeinden (einschließlich gemeindefreier Gebiete) waren 313 (28,4 %) ohne Wasserentnahme gelistet oder wiesen nur einen Wert auf. Unter den Gemeinden mit Trinkwassergewinnung zeigte sich folgendes Bild: Bei 10 Gemeinden (0,9 %) blieb die Entnahmemenge unverändert, 380 Gemeinden (34,4 %) verzeichneten eine Abnahme (negative Steigung), während 400 Gemeinden (36,3 %) eine Zunahme (positive Steigung) aufwiesen.

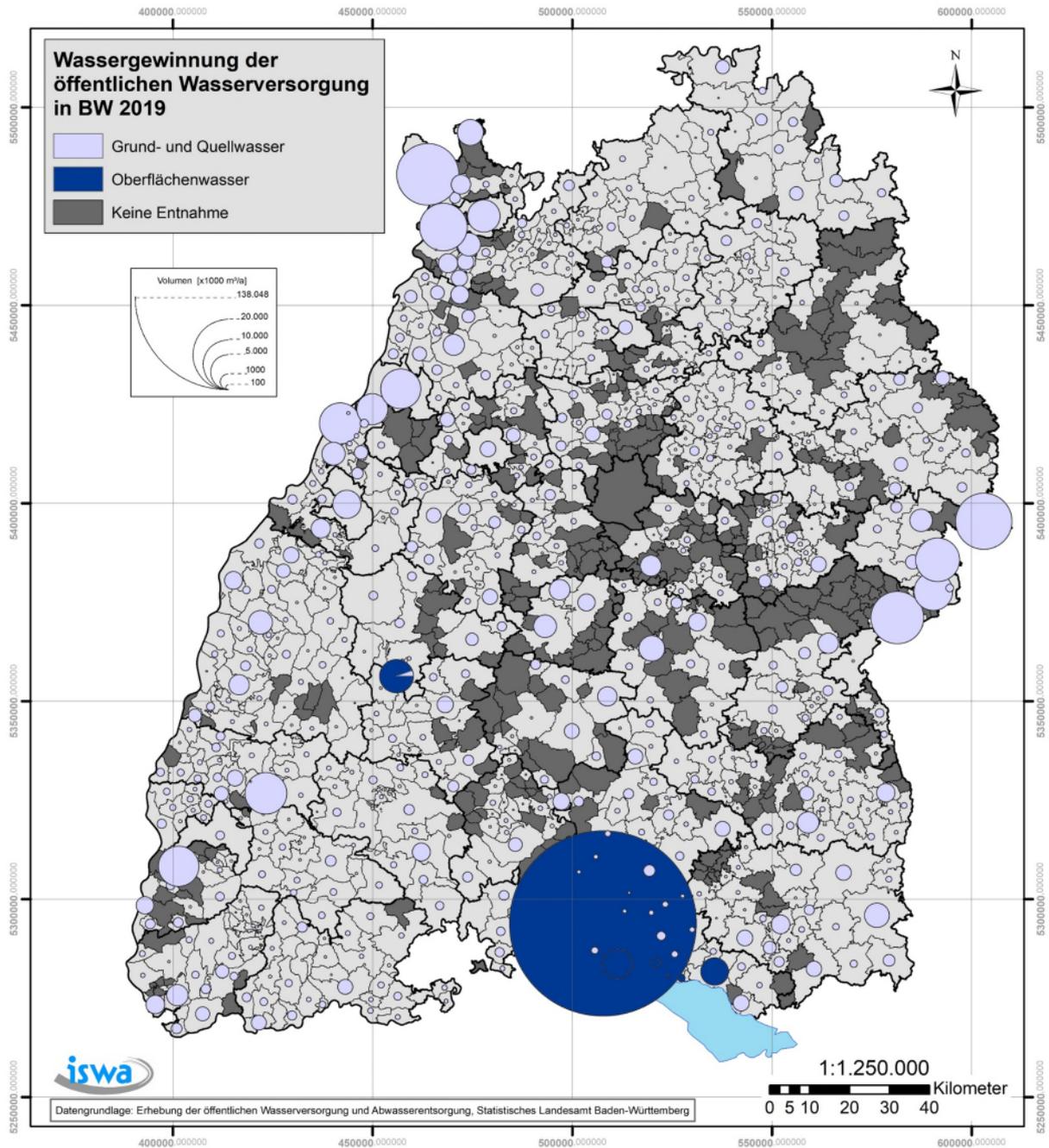


Abbildung 14: Trinkwassergewinnung in den Gemeinden in Baden-Württemberg im Jahr 2019 (StaLa, 2022a). Die Kreisflächen sind proportional zur jährlichen Entnahme. Kreis- und Gemeindegarte: LGL (2023); Gewässer: EEA (2022).

4.5 Raumkategorien

Abbildung 15 bietet eine Übersicht über die Raumkategorien in Baden-Württemberg. Tabelle 12 schlüsselt die Wassergewinnung der öffentlichen Wasserversorgung für diese Raumkategorien für das Jahr 2019 auf. Die höchste Wassermenge (344 Mio. m³) wurde im Ländlichen Raum im engeren Sinne entnommen, gefolgt von den Verdichtungsräumen (155 Mio. m³). Im Ländlichen Raum im engeren Sinne wurde 43 % aus Oberflächengewässern (darin sind die Entnahmen aus dem Bodensee und der Kleinen Kinzig enthalten) entnommen, in den anderen Raumkategorien wurde Wasser praktisch nur aus Grund- und Quellwasser-Ressourcen (einschließlich Uferfiltrat und angereichertes Grundwasser) gewonnen.

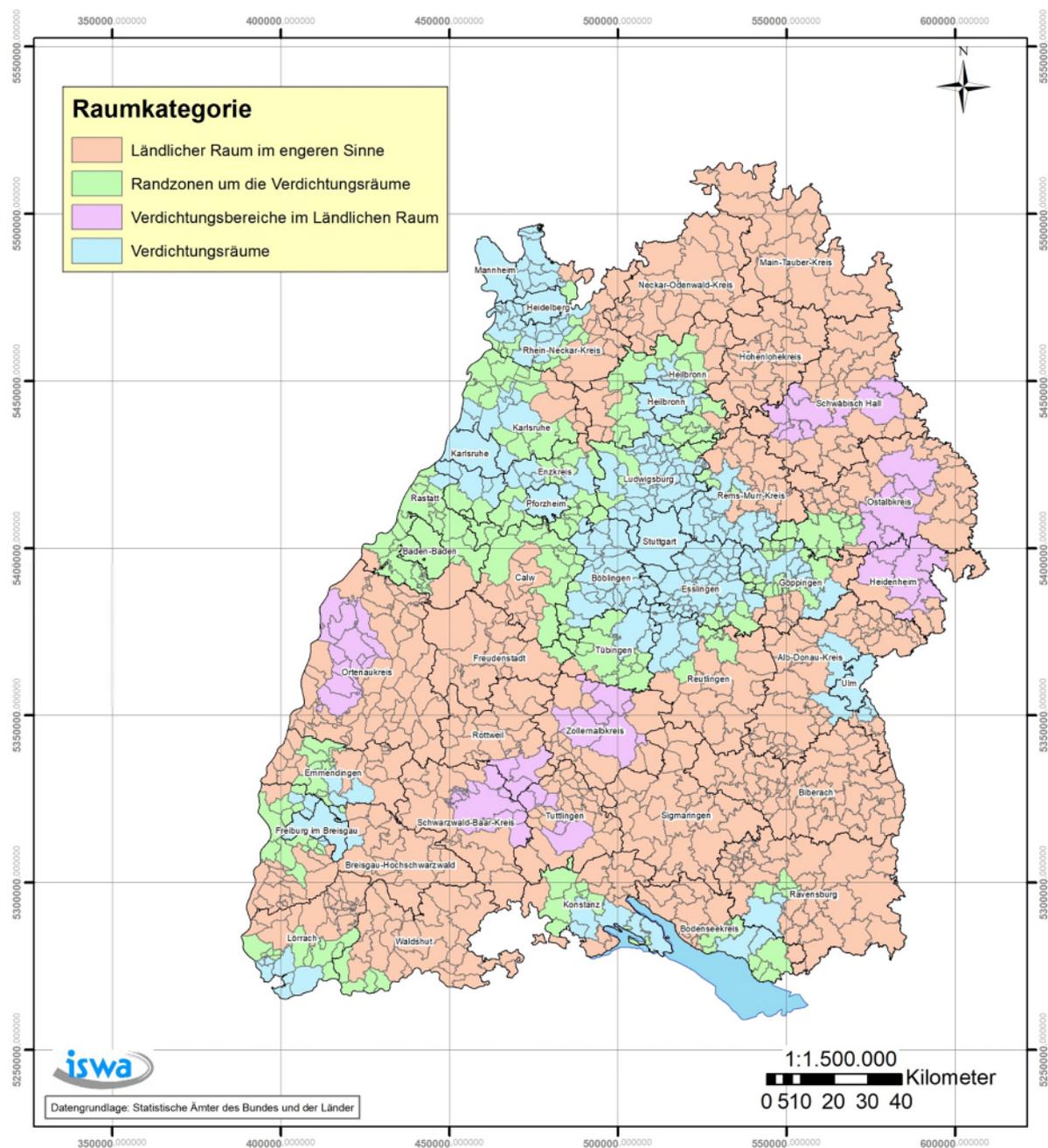


Abbildung 15: Raumkategorien in Baden-Württemberg (StaLa, 2023). Kreis- und Gemeindegkarte: LGL (2023); Gewässer: EEA (2022).

Tabelle 12: Wassergewinnung für die öffentliche Wasserversorgung in Baden-Württemberg nach Raumkategorien in Mio. m³ im Jahr 2019 (StaLa, 2022j).

Raumkategorie	Wassergewinnung		
	Wassermenge insgesamt	davon	
		Grund- & Quellwasser	Oberflächenwasser
Verdichtungsräume	155	145	10
Randzonen um die Verdichtungsräume	103	103	0
Verdichtungsgebiete im Ländlichen Raum	43	43	0
Ländlicher Raum im engeren Sinne	344	197	147
Baden-Württemberg	646	488	158

5 Wasserabgabe der öffentlichen Wasserversorgung

5.1 Betrachtung auf Landesebene

Abbildung 16 zeigt die Bevölkerungsentwicklung in Baden-Württemberg und den Grad des Anschlusses der Bevölkerung an die öffentliche Trinkwasserversorgung. Im Jahr 1975 lebten 9,2 Mio. Menschen in Baden-Württemberg bei einem Anschlussgrad von 97,8 %. 2019 hatte Baden-Württemberg eine Bevölkerung von 11,1 Mio. und einen Anschlussgrad von 99,6 %. Dies ist über dem Bundesdurchschnitt für das Jahr 2019 von 97,3 % (Statista, 2023). Insgesamt konnte also trotz Anstiegs der Bevölkerungszahl der Anschlussgrad aufrechterhalten und sogar leicht angehoben werden. Heutzutage haben alle Gemeinden ein Versorgungsnetz, wobei Einzelversorger mit Hausbrunnen oder eigenen Quelfassungen hauptsächlich in abgelegenen Streusiedlungsbereichen und außerhalb der Ortschaften, beispielsweise kleine Weiler mit Gehöften, zu finden sind (Rommel, 2022).

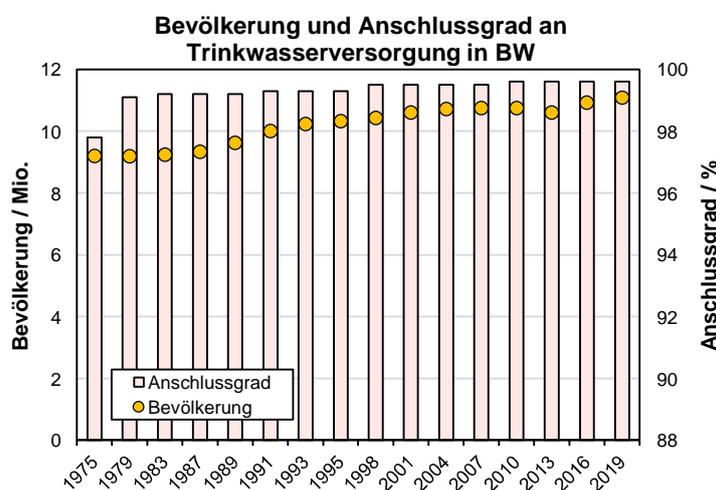


Abbildung 16: Bevölkerungszahl und Bevölkerung mit öffentlicher Trinkwasserversorgung (Anschlussgrad bezogen auf die Bevölkerung insgesamt) in Baden-Württemberg (StaLa, 2022I).

In Abbildung 17 wird aufgezeigt, für welche Zwecke die gewonnene Wassermenge (s. Abbildung 11) in Baden-Württemberg verwendet wurde. Erst seit 1991 werden Wasserverluste und Wasserwerkseigenverbrauch separat angegeben. Daher sind in Abbildung 17 links diese beiden Kategorien noch zusammengefasst und in Abbildung 17 rechts getrennt dargestellt. Aus der Wasserabgabe an Haushalte und Kleingewerbe wird der tägliche Pro-Kopf-Verbrauch berechnet (Abbildung 18).

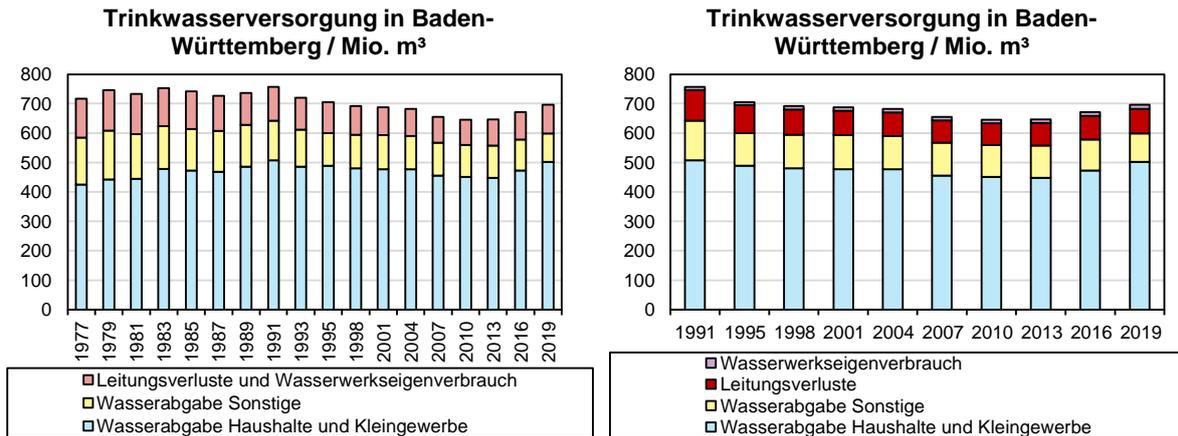


Abbildung 17: Trinkwasserversorgung in Baden-Württemberg (StaLa, 2022I & 2022c). Sonstige: öffentliche Einrichtungen, Landwirtschaft und Industrie.

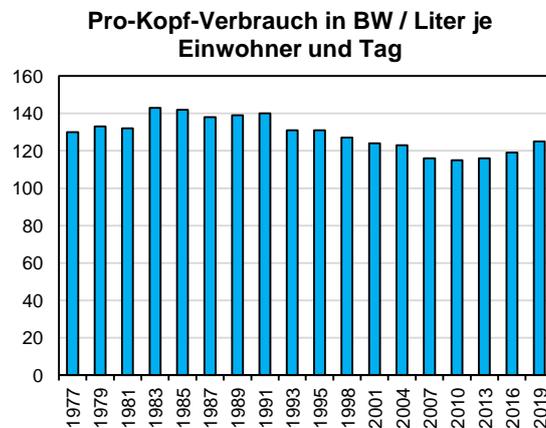


Abbildung 18: Pro-Kopf-Verbrauch von Trinkwasser in Baden-Württemberg (StaLa, 2022I).

Bis 1991 stieg die Wasserabgabe an Letztverbraucher auf 642 Mio. m³ an (507 Mio. m³ davon an Haushalte und Kleingewerbe, 140 Liter je Einwohner und Tag, 10,0 Mio. Bevölkerung). Anschließend fiel diese stetig bis 2013 auf 557 Mio. m³ ab (448 Mio. m³ davon an Haushalte und Kleingewerbe, 116 Liter je Einwohner und Tag, 10,6 Mio. Bevölkerung). Dies erfolgte, obwohl die Bevölkerungszahl in diesem Zeitraum um 600 Tsd. zugenommen hatte. Gründe für den Rückgang des Wasserverbrauchs von 1991 bis 2013 waren (Heitzmann, 2012; Rommel, 2022):

- technologischer Fortschritt: neue wassersparende Haushaltsgeräte und Armaturen,
- verändertes Verbrauchsverhalten durch allgemein bewussteren Umgang mit der Ressource Wasser (verringertes Pro-Kopf-Verbrauch),
- Sanierungsarbeiten, durch die die Leitungsverluste und der Wasserwerkseigenverbrauch gesenkt werden konnten.

Nach den Wassersparmaßnahmen in den 1990er Jahren schien es, dass der Bedarf für die öffentliche Wasserversorgung eine gewisse untere Grenze erreicht hatte (Büringer, 2006). Seit 2016 ist jedoch wieder ein Anstieg des Wasserverbrauchs zu verzeichnen (Abbildung 17). Dieser Anstieg kann zum einen mit dem Bevölkerungswachstum in Baden-Württemberg zusammenhängen, das zwischen 2013 und 2019 bei etwa 4,5 % lag (Rommel, 2022). Zum anderen ist der durchschnittliche Pro-Kopf-Verbrauch zwischen 2013 und 2019 von 116 auf 125 Liter

pro Einwohner und Tag gestiegen (Rommel, 2022). Rommel (2022) nennt als mögliche Ursache für den erhöhten Wasserverbrauch den Klimawandel, der zu höheren Jahresmitteltemperaturen und mehr heißen Tagen führt. Dies lässt den Pro-Kopf-Bedarf wieder steigen, was sich aufgrund des Bevölkerungswachstums verstärkt auf die Wasserabgabe auswirkt. Sowohl die Wasserabgabe an Letztverbraucher als auch der Pro-Kopf-Verbrauch liegen weiterhin unter dem Niveau von 1991 (Rommel, 2022). In der jüngsten Novelle des Umweltstatistikgesetzes blieb die dreijährliche Bestandsaufnahme der öffentlichen Wasserversorgung bestehen, sodass es eintreten kann, dass für extreme Trockenjahre wie das Jahr 2018 keine verfügbaren Daten vorliegen (Rommel, 2022). Obwohl sich eine mögliche Zunahme des Pro-Kopf-Verbrauchs abzeichnet, ist aufgrund des begrenzten Beobachtungszeitraums somit noch keine definitive Aussage möglich (Rommel, 2022).

Im Jahr 2019 lag die Entnahme bei 703,1 Mio. m³. Der Unterschied zur Wasserabgabe an Letztverbraucher von ca. 599 Mio. m³ ergibt sich hauptsächlich aus Leitungsverlusten und dem Eigenverbrauch der Wasserwerke (insgesamt 97 Mio. m³), sowie der Belieferung von Letztverbrauchern (4 Mio. m³) und Wasserversorgungsunternehmen, die sich in anderen Bundesländern befinden (3,6 Mio. m³) (Rommel, 2022). Im Jahr 2019 verteilte sich die gewonnene Wassermenge von 703,1 Mio. m³ wie folgt: Haushalte und Kleingewerbe: 72,1 %, Sonstige: 13,9 %, Wasserverluste: 11,9 %, Wasserwerkseigenverbrauch: 2,1 % (StaLa, 2022I & 2022c). Im Bundesdurchschnitt lag der Pro-Kopf-Verbrauch im Jahr 2019 bei 128 Liter je Einwohner und Tag (UBA, 2022b) und war somit etwas höher als der für Baden-Württemberg mit 125 Liter je Einwohner und Tag. Unter Einbeziehung der gesamten Wasserentnahme für die öffentliche Wasserversorgung (703,1 Mio. m³) errechnet sich für das Jahr 2019 ein Pro-Kopf-Wasseraufkommen von 175 Liter je Einwohner und Tag.

Der Anteil der Haushalte und Kleingewerbe an der gesamten Trinkwasserabgabe wuchs von 1977 mit 58,8 % bis 2019 auf 71,4 % stetig ansteigend an. Der Anteil der Wasserverluste nahm dagegen seit 1991 mit 13,7 % bis 2019 auf einen Wert von 11,7 % ab. Der Anteil des Wasserwerkseigenverbrauchs blieb mit 1–2 % stets vergleichsweise gering.

5.2 Betrachtung auf Kreisebene

Abbildung 19 gibt die gesamte Trinkwasserabgabe an Letztverbraucher (z. B. Haushalte und Kleingewerbe, öffentliche Einrichtungen, Landwirtschaft und Industrie / Leitungsverluste und Wasserwerkseigenverbrauch nicht enthalten) für Stadt- und Landkreise in Baden-Württemberg im Jahr 2019 wieder. Auffällig ist, dass die Intensität der Wasserabgabe mit dem Dichtegrad der Bevölkerung der jeweiligen Stadt- und Landkreise korreliert. Den höchsten Trinkwasserverbrauch wies mit 30,3 Mio. m³ die Landeshauptstadt Stuttgart auf, gefolgt vom Rhein-Neckar-Kreis mit 26,2 Mio. m³, den Landkreisen Ludwigsburg mit 28,3 Mio. m³, Esslingen mit 26,9 Mio. m³ und Karlsruhe mit 23,2 Mio. m³ sowie dem Ortenaukreis mit 22,0 Mio. m³. Im Mittel verbrauchte ein Stadt- und Landkreis 13,6 Mio. m³ Trinkwasser, wobei 17 Stadt- und Landkreise oberhalb dieses Wertes und 27 unterhalb davon lagen. Ein Verschnitt von Abbildung 19 (Wasserabgabe) mit Abbildung 13 (Wassergewinnung) in Abbildung 20 zeigt sehr gut die Situation der Fernwasserversorgung in Baden-Württemberg auf: die geringe Entnahme in der Region Stuttgart wird durch eine hohe Entnahme im Bodenseekreis und im Osten Baden-

Württemberg (Kreis Heidenheim, Alb-Donau-Kreis) kompensiert, um den hohen Bedarf in der Region Stuttgart decken zu können.

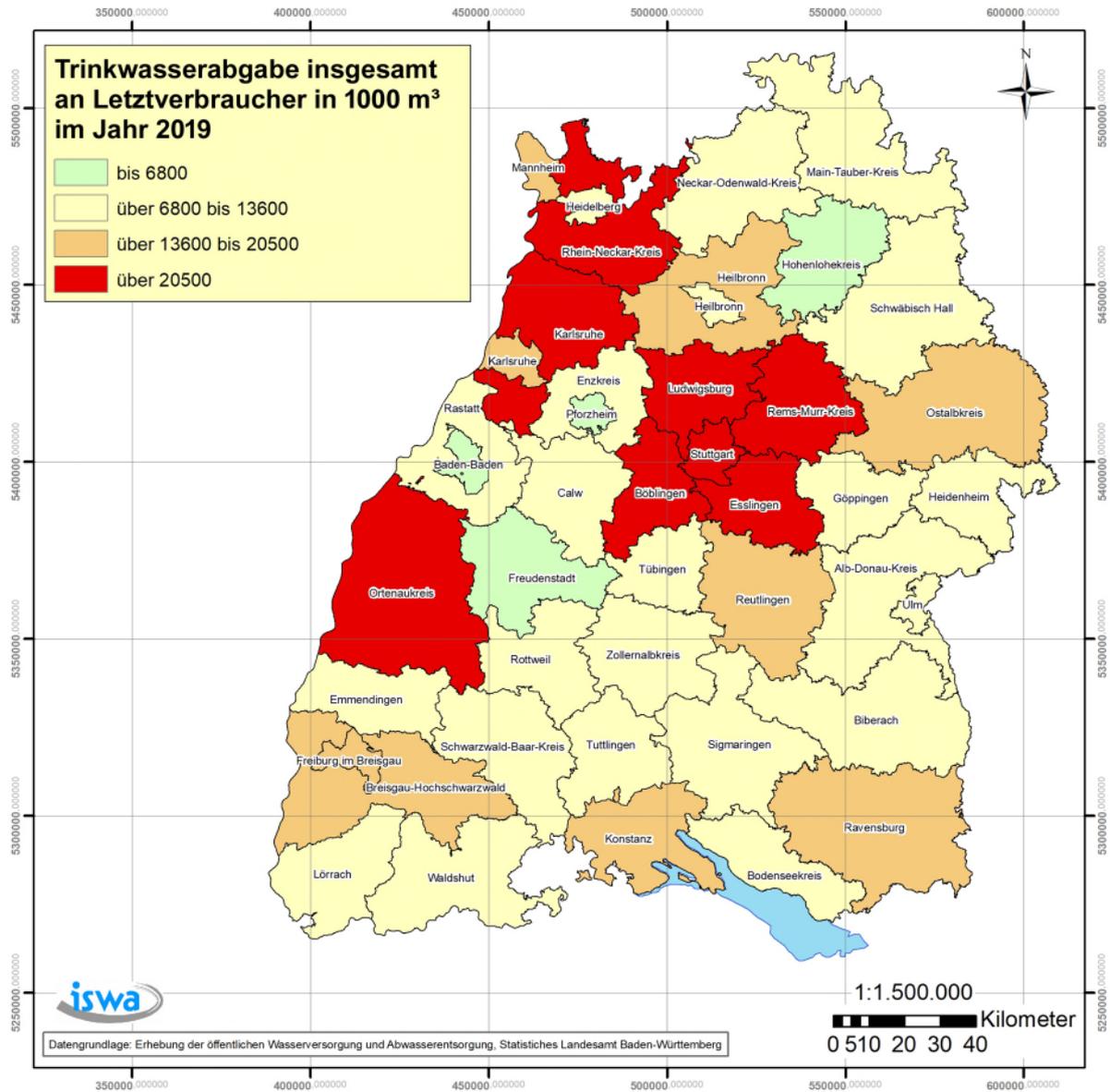


Abbildung 19: Trinkwasserabgabe insgesamt in den Stadt- und Landkreisen in Baden-Württemberg im Jahr 2019 (StaLa, 2022m). Kreiskarte: LGL (2023); Gewässer: EEA (2022).

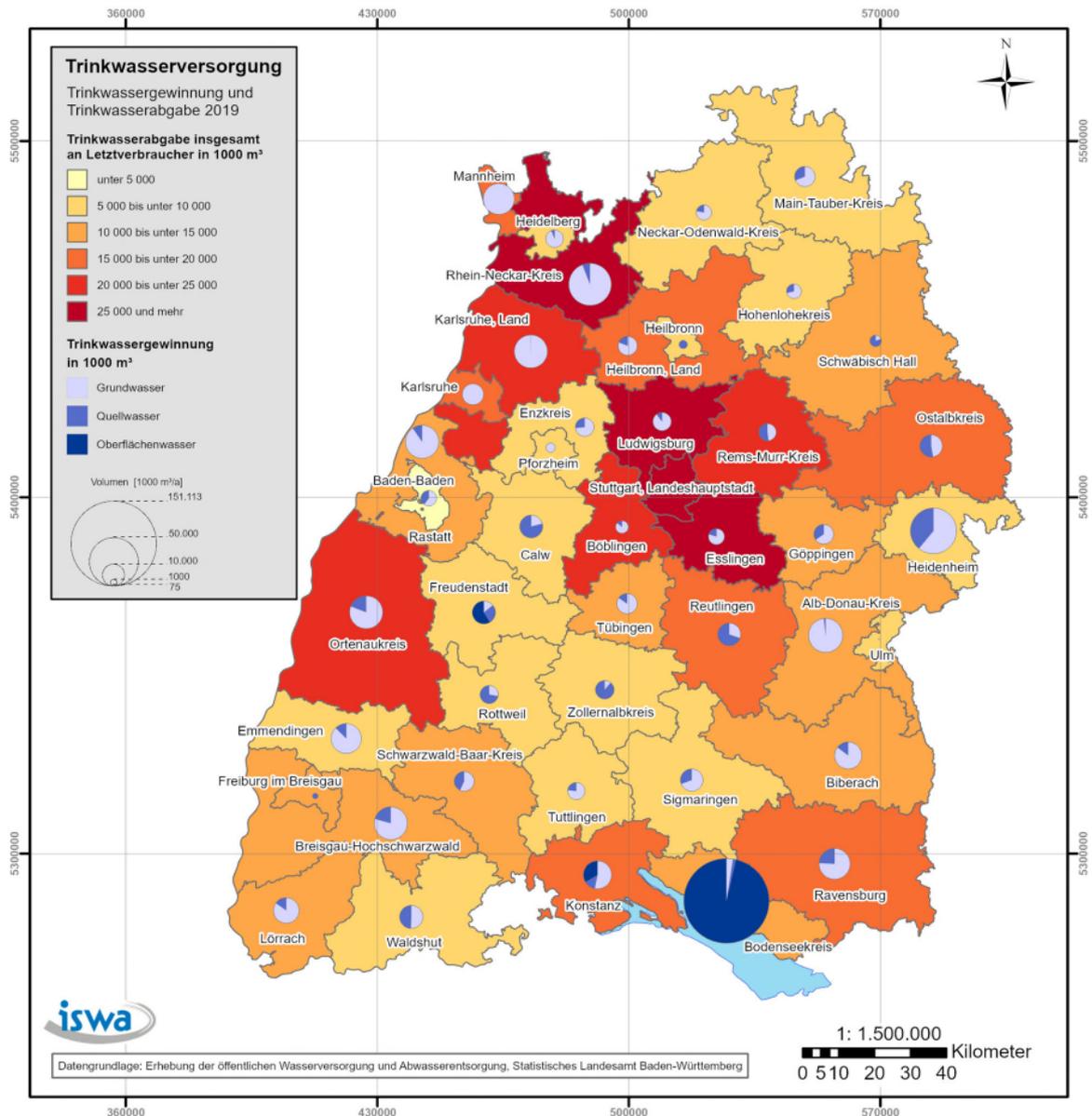


Abbildung 20: Trinkwasserabgabe insgesamt sowie Trinkwassergewinnung in den Stadt- und Landkreisen in Baden-Württemberg im Jahr 2019 (StaLa, 2022m; StaLa, 2022i). Die Kreisflächen sind proportional zur jährlichen Entnahme. Kreiskarte: LGL (2023); Gewässer: EEA (2022).

Abbildung 21 gibt die Wasserabgabe an Haushalte und Kleingewerbe per Stadt- und Landkreis für das Jahr 2019 wieder. Es ergibt sich ein ähnliches Bild wie in Abbildung 19 (Wasserabgabe insgesamt). Die durchschnittliche Wasserabgabe an Haushalte und Kleingewerbe betrug im Jahr 2019 11,4 Mio. m³ pro Stadt- und Landkreis. Auch hier lagen 17 Stadt- und Landkreise oberhalb dieses Werts und 27 unterhalb davon. Der Anteil der Wasserabgabe an Haushalte und Kleingewerbe an der gesamten Trinkwasserabgabe belief sich über alle Stadt- und Landkreise hinweg zwischen 69 % und 91 %.

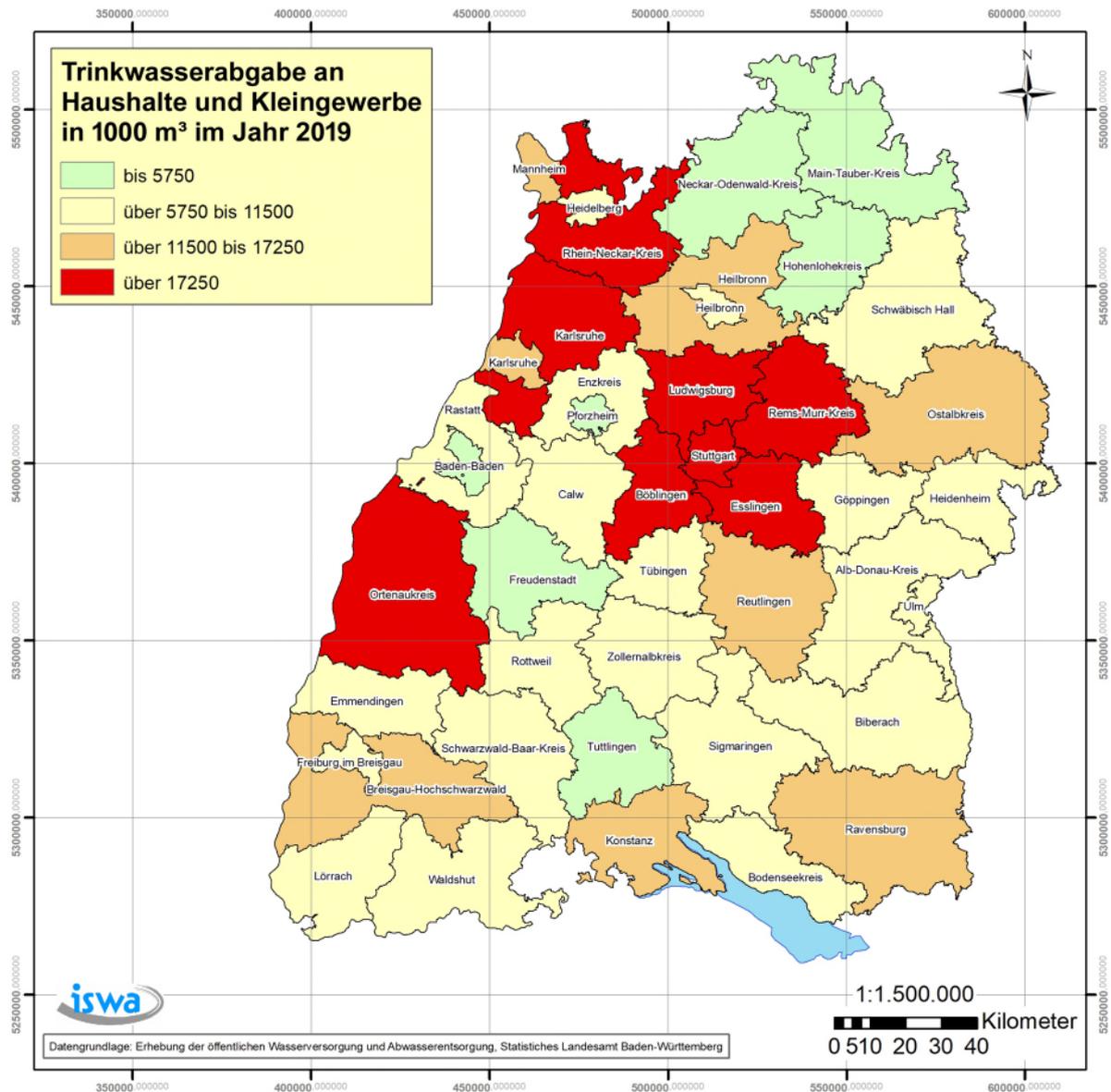


Abbildung 21: Trinkwasserabgabe an Haushalte und Kleingewerbe in den Stadt- und Landkreisen in Baden-Württemberg im Jahr 2019 (StaLa, 2022m). Kreiskarte: LGL (2023); Gewässer: EEA (2022).

Abbildung 22 gibt die Verteilung des Pro-Kopf-Trinkwasserverbrauchs für die Stadt- und Landkreise im Jahr 2019 wieder. Hier lässt sich erkennen, dass die Stadt- und Landkreise, die grundsätzlich eine höhere Trinkwasserabgabe aufweisen (Region Stuttgart, Rhein-Neckar-Kreis, Landkreis Karlsruhe, Ortenaukreis; s. Abbildung 21) auch zu den Stadt- und Landkreisen mit den höchsten Pro-Kopf-Verbräuchen gehören. Gleichzeitig hatten einige Landkreise entlang der südöstlichen Landesgrenze sowie im Schwarzwaldraum, die zu den Landkreisen mit einem unterdurchschnittlichen Wasserverbrauch gehören, einen überdurchschnittlich hohen Pro-Kopf-Verbrauch. Der maximale Pro-Kopf-Verbrauch von 155 Liter je Einwohner und Tag lag im Kreis Baden-Baden vor. Den geringsten Pro-Kopf-Verbrauch mit 109 Liter je Einwohner und Tag wies Pforzheim auf, das ebenfalls zu den Kreisen mit der geringsten Wasserabgabe gehörte.

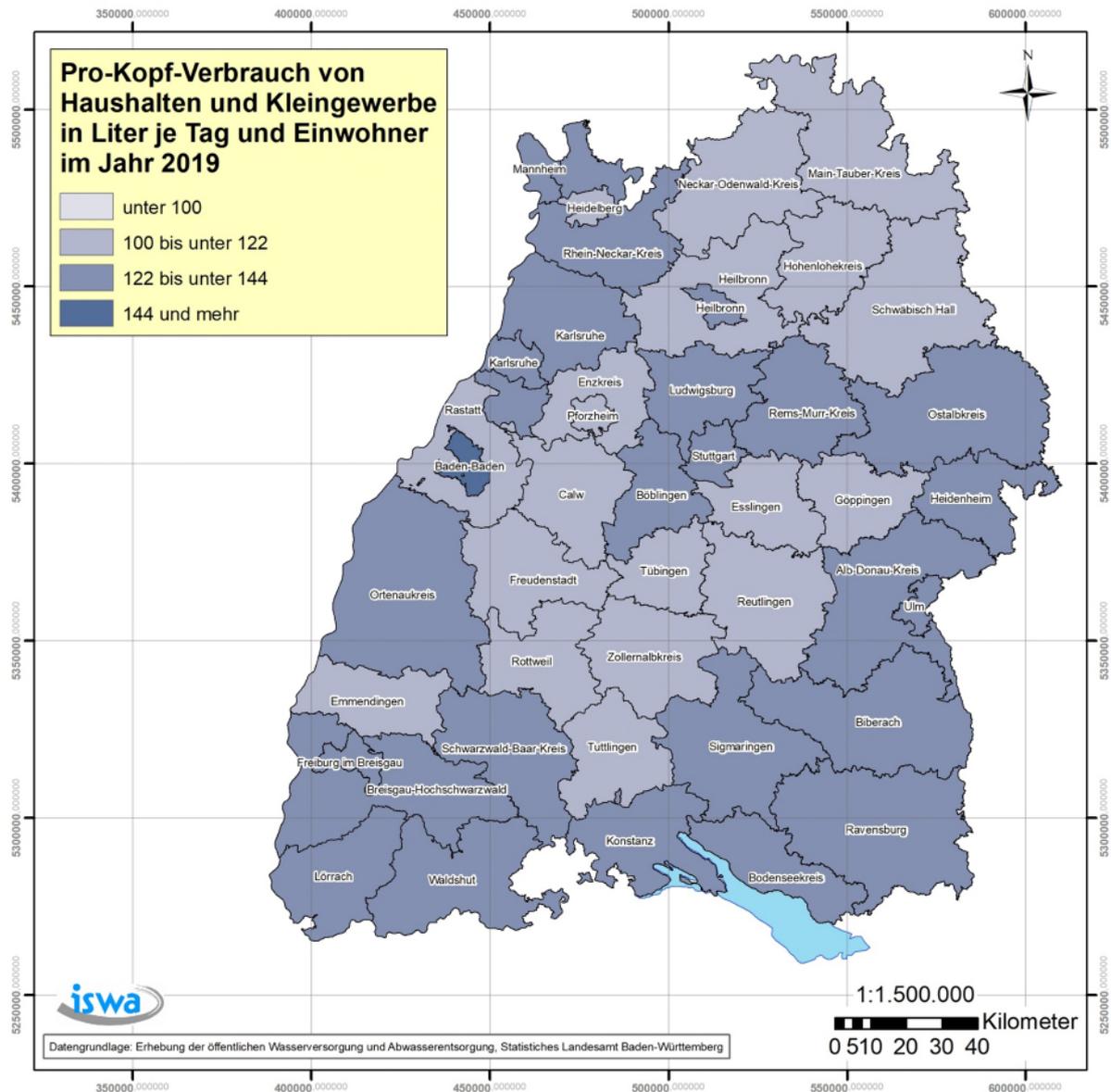


Abbildung 22: Pro-Kopf-Verbrauch von Haushalten und Kleingewerbe (Liter je Einwohner und Tag) in den Stadt- und Landkreisen in Baden-Württemberg im Jahr 2019 (StaLa, 2022m). Kreis-karte: LGL (2023); Gewässer: EEA (2022).

5.3 Betrachtung auf Gemeindeebene

Abbildung 23 gibt die gesamte Trinkwasserabgabe pro Gemeinde für das Jahr 2019 wieder. Analog zu Büringer (2006) ist eine große regionale Streuung bezogen auf den Trinkwasserverbrauch zu erkennen. Mit einer Trinkwasserabgabe von 30,4 Mio. m³ stach im Jahr 2019 die Landeshauptstadt Stuttgart besonders hervor. Zu den ausgeprägtesten Abnehmern zählten auch Karlsruhe (15,8 Mio. m³), Mannheim (15,3 Mio. m³), Freiburg im Breisgau (10,2 Mio. m³) und Heidelberg (6,9 Mio. m³), allesamt Großstädte, die im Westen Baden-Württembergs zu finden sind.

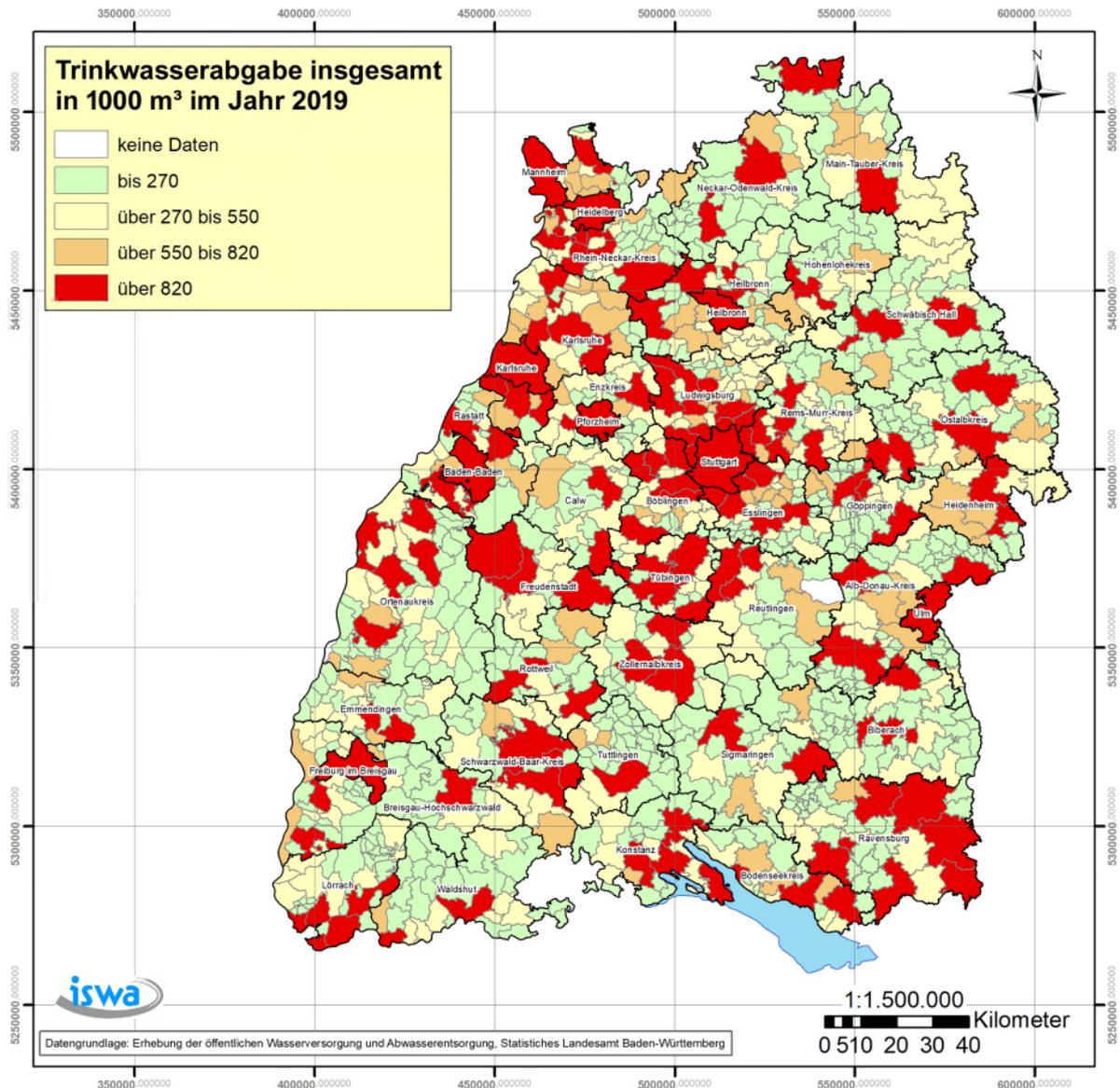


Abbildung 23: Trinkwasserabgabe insgesamt in den Gemeinden in Baden-Württemberg (StaLa, 2022a). Kreis- und Gemeindekarte: LGL (2023); Gewässer: EEA (2022).

Für die Trinkwasserabgabedaten aus den Jahren 2007, 2010, 2013, 2016 und 2019 wurde die Steigung mittels linearer Regression berechnet. Dabei wiesen 13 Gemeinden (1,2 %) keine tendenzielle Veränderung auf (Steigung = 0), 279 Gemeinden (25,3 %) verzeichneten eine Abnahme (negative Steigung), und 809 Gemeinden (73,5 %) zeigten eine Zunahme (positive Steigung). Für die beiden gemeindefreien Gebiete in Baden-Württemberg lagen keine Angaben vor.

Abbildung 24 stellt die Pro-Kopf-Verbräuche der Gemeinden in Baden-Württemberg für das Jahr 2019 dar (StaLa, 2022m). Die maximale Wasserabgabe lag bei 187 Liter je Einwohner und Tag und wurde von den Gemeinden Öllingen im Alb-Donau-Kreis sowie der Stadt Meersburg im Bodenseekreis erreicht. Die geringste Wasserabgabe aller Gemeinden lag bei 73 Liter je Einwohner und Tag (Unterwaldhausen im Landkreis Ravensburg). Die Landeshauptstadt Stuttgart wies einen Pro-Kopf-Verbrauch von 131 Liter je Einwohner und Tag auf. Schon 2006 machte Büringer (2006) die Beobachtung, eine „eindeutige regionale Konzentration von Gemeinden mit niedrigem bzw. überdurchschnittlichem Verbrauch (sei) nicht festzustellen“. Dies gilt auch für das Jahr 2019. Der landesweite durchschnittliche Pro-Kopf-Verbrauch von 125 Liter je Einwohner und Tag wurde im Jahr 2019 von 36 % der Gemeinden überschritten und von 62 % unterschritten (2 % wiesen denselben Pro-Kopf-Verbrauch auf).

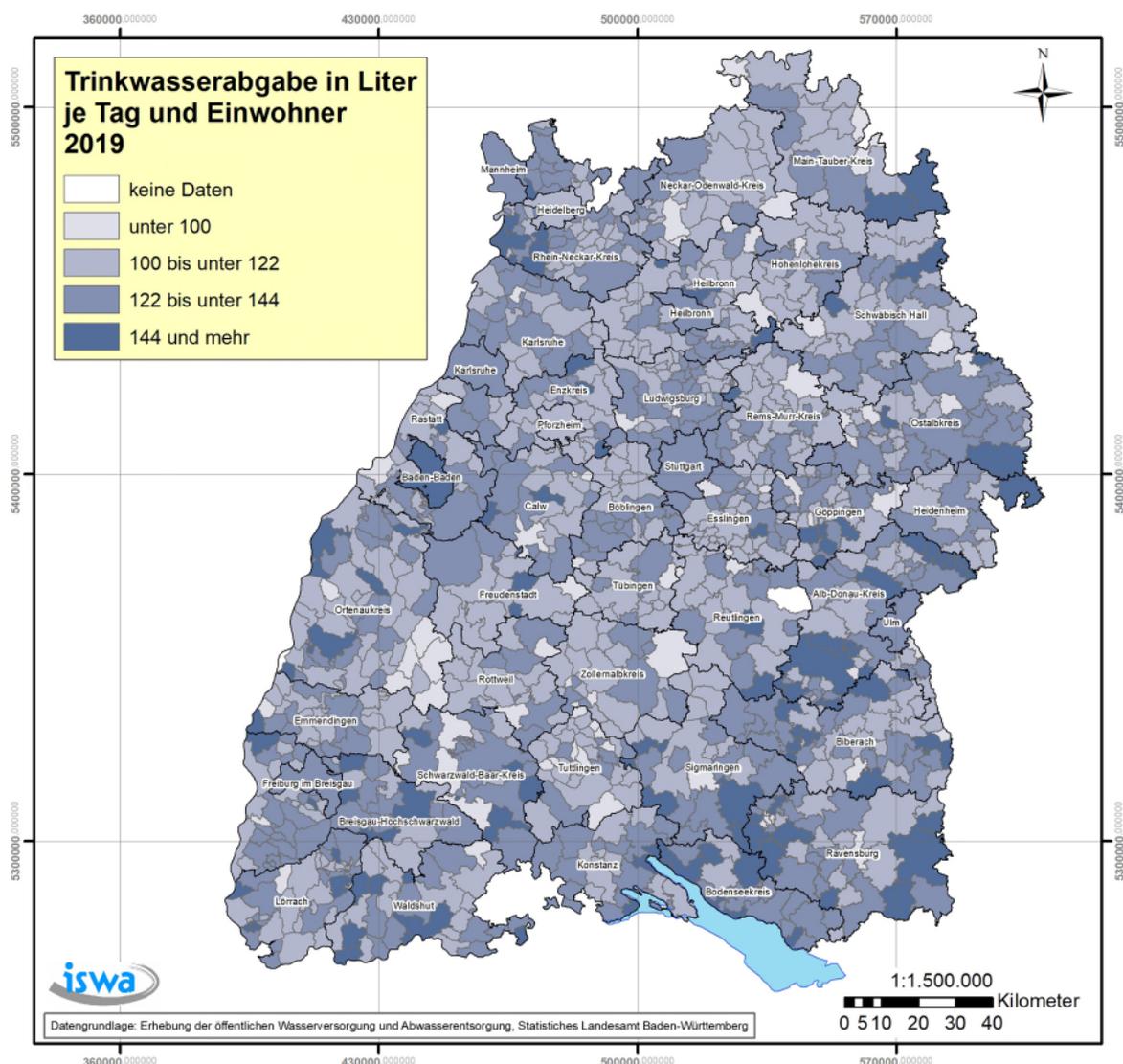


Abbildung 24: Pro-Kopf-Trinkwasserverbrauch (Haushalte und Kleingewerbe) in den Gemeinden in Baden-Württemberg (StaLa, 2022a). Kreis- und Gemeindekarte: LGL (2023); Gewässer: EEA (2022).

Abgesehen von den variierenden Verbrauchsgewohnheiten verschiedener Haushaltstypen, den unterschiedlichen Siedlungsstrukturen und anderen direkten Faktoren, die den Verbrauch

beeinflussen, haben auch der Anteil des Fremdenverkehrs und insbesondere die Verbrauchsmengen, die gemeinsam mit dem Haushaltsverbrauch für Kleingewerbe und Dienstleistungseinrichtungen ausgewiesen werden, erheblichen Einfluss auf die ausgewiesene Höhe des Wasserbedarfs von Haushalten und Kleinverbrauchern (Büringer, 2006).

5.4 Raumkategorien

Tabelle 13 schlüsselt die Wasserabgabe der öffentlichen Wasserversorgung nach Raumkategorien für das Jahr 2019 auf. Die mit Abstand höchste Wasserabgabe insgesamt (314 Mio. m³) bzw. Wasserabgabe an Haushalte und Kleingewerbe (261 Mio. m³) erfolgte in den Verdichtungsräumen, gefolgt von dem Ländlichen Raum im engeren Sinne (150 Mio. m³ bzw. 126 Mio. m³). Dies ist insofern interessant, da hinsichtlich der Wassergewinnung der Ländliche Raum im engeren Sinne mit 344 Mio. m³ überwog (Tabelle 12). Das heißt es wird in Baden-Württemberg vermehrt Wasser im Ländlichen Raum entnommen und den Verdichtungsräumen über Fernwasserversorger zugeführt.

Bezogen auf die Bevölkerung mit Anschluss an die öffentliche Wasserversorgung lag von den 4 Raumkategorien der Pro-Kopf-Verbrauch der Verdichtungsräume mit 126 Liter je Einwohner und Tag nur sehr knapp oberhalb des landesweiten Durchschnitts, gefolgt von den Verdichtungsbereichen im Ländlichen Raum mit 125 Liter je Einwohner und Tag (Tabelle 13). Ein wesentlicher Unterschied bzgl. des Pro-Kopf-Verbrauchs lässt sich in den vier Raumkategorien nicht feststellen.

Tabelle 13: Wasserabgabe der öffentlichen Wasserversorgung in Baden-Württemberg nach Raumkategorien in Mio. m³ bzw. Liter je Einwohner und Tag (Pro-Kopf-Verbrauch) im Jahr 2019 (StaLa, 2022j).

Raumkategorie	Wasserabgabe		
	Wassermenge insgesamt	darunter Haushalte und Kleingewerbe	
		Wassermenge	täglicher Pro-Kopf-Verbrauch*
Verdichtungsräume	314	261	126
Randzonen um die Verdichtungsräume	86	75	123
Verdichtungsgebiete im Ländlichen Raum	49	41	125
Ländlicher Raum im engeren Sinne	150	126	123
Baden-Württemberg	599	502	125

* Bezogen auf die Bevölkerung mit Anschluss an die öffentliche Wasserversorgung

6 Herausforderungen des Klimawandels

6.1 Wassermangelstrategie Baden-Württemberg

Im Jahr 2022 wurde vom Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg die Strategie zum Umgang mit Wassermangel in Baden-Württemberg (Wassermangelstrategie) veröffentlicht (UM BW, 2022). Dieses Dokument präsentiert vor dem Hintergrund des Klimawandels Maßnahmen, die Risiken und Nutzungskonflikte bei Wasserknappheit adressieren und aus Sicht der räumlichen Planung vielfach hohe Relevanz besitzen. Im Folgenden werden daher wesentliche Punkte aus der Wassermangelstrategie zusammengefasst wiedergegeben (UM BW, 2022).

Ursachen für Wassermangel

Die Ursachen für Wassermangel werden in Kapitel 2.1 der Wassermangelstrategie beschrieben. Wasserknappheit im Grundwasser und in Oberflächengewässern kann demnach verschiedenste Ursachen haben. Genannt werden diesbezüglich natürliche Einflussgrößen (natürlich länger andauernde Perioden mit geringem Niederschlag), anthropogene Einflüsse (Wasserentnahmen oder -einleitungen, Bewirtschaftung von Speichern und Seen, bauliche Veränderungen, Flächenversiegelungen, Bodenverdichtungen, Drainagen im Einzugsgebiet) und Einflüsse des Klimawandels (UM BW, 2022, S. 5f).

Gemäß UM BW (2022, S. 6) zeigen die Szenarien aus Klimamodellen für Baden-Württemberg in der nahen Zukunft (2021 bis 2050) einen Temperaturanstieg von +0,8 °C bis +1,8 °C. Für die ferne Zukunft (2071 bis 2100) zeigen die Modelle eine Abnahme der Niederschläge im Sommer, während parallel dazu mehr Niederschläge im Winterhalbjahr auftreten könnten. Eine Abnahme der Niederschläge im Sommer wird bereits beobachtet. Die Veränderungen hinsichtlich Wasserdargebot und -verteilung haben Auswirkungen auf Quantität und Qualität von Grund- und Oberflächenwasser (UM BW, 2022, Kapitel 2, S. 6ff): Höhere Temperaturen beeinflussen die Grundwasserneubildung und reduzieren Wasserreserven für Trinkwasser-, Industrie-, Gewerbe- und Bewässerungszwecke (deren Wasserbedarf voraussichtlich zunehmen wird). Niedrigwasserphasen werden durch Trockenzeiten begünstigt und können ökologische Schäden verursachen. Klimatische Veränderungen führen zunehmend zu Niedrigwasserabflüssen und verändern den Wasserstand von Seen. Steigende Wassertemperaturen beeinträchtigen die Ökologie von Oberflächengewässern und erfordern die Aufrechterhaltung einer guten Wasserqualität für das Ökosystem.

Ansprüche an die Wasserverfügbarkeit

Kapitel 3 der Wassermangelstrategie behandelt die Ansprüche, die von Nutzungen wie z. B. der Trinkwasserversorgung an die Wasserverfügbarkeit gestellt werden. Dabei geht sie auf die wichtigsten Aspekte ein, die bei der Bewirtschaftung von Wasserressourcen im Falle von Wasserknappheit oder -mangel verstärkt berücksichtigt werden müssen (UM BW, 2022, S. 9). Für die aus Sicht der räumlichen Planung besonders relevanten Nutzungen sind das vor allem folgende Aspekte:

- *Trinkwasserversorgung* (UM BW, 2022, S. 10): In Baden-Württemberg stammt der Großteil des Wassers für die öffentliche Wasserversorgung aus Grund- und Quellwasser, wobei ein kleinerer Teil aus Oberflächenwasser gewonnen wird. Langanhaltende Trockenphasen können zu geringen Quellschüttungen führen. Rückläufige Grundwasserneubildungsraten verringern das Entnahmepotential. In sommerlichen Trockenperioden herrscht ein hoher Wasserbedarf. Viele kleinere Wasserversorger verfügen nicht über ein zweites Standbein oder ausreichende Reserven, um Engpässe in der Wasserversorgung zu überbrücken. Qualitative Beeinträchtigungen des Rohwassers sowie steigende Temperaturen erhöhen die Gefahr einer Verkeimung in Trinkwasserleitungen.
- *Bewässerung und Beregnung von Land-, Forst- sowie kommunalen und privaten Grünflächen* (UM BW, 2022, S. 10ff): Bei längeren Trockenphasen während der Vegetationsperiode ist mit Ertragseinbußen in der Landwirtschaft und Dürreschäden im Wald zu rechnen. In der Landwirtschaft führen Spätfröste zu Ertragsverlusten und Qualitätseinbußen. In der Forstwirtschaft bedrohen Trockenheit und Hitze die Wasserverfügbarkeit und erhöhen das Risiko von Waldbränden. Aufgrund der natürlichen Funktionen des Waldes beim Wasserrückhalt und der Grundwasserneubildung kommt vor diesem Hintergrund einer nachhaltigen und multifunktionalen Waldbewirtschaftung eine umso größere Bedeutung zu. Eine gut bewässerte Vegetation in städtischen Gebieten verringert den Hitzestress und verbessert die Frischluftproduktion. Der Bedarf an Wasserentnahmen für die Trockenbewässerung und für die Frostschutzbewässerung wird weiter zunehmen.
- *Fischerei und Speisefischproduktion* (UM BW, 2022, S. 12f): In Baden-Württemberg hängt die Fischereiproduktion sowohl in Teichen als auch in natürlichen Gewässern von ausreichender Wasserqualität und -quantität ab. Aquakulturanlagen benötigen eine konstante Wasserversorgung für ihre Prozesse. Trockenperioden können zu niedrigen Wasserständen führen und die Wassertemperaturen erhöhen, was das Risiko von Fischkrankheiten und die Ausbreitung von Neozoen erhöht.
- *Abwasserbeseitigung* (UM BW, 2022, S. 13): Während die Reinigungsleistung der Kläranlagen normalerweise nicht von Niedrigwasser betroffen ist, kann sich das Mischungsverhältnis von gereinigtem Abwasser und natürlichen Gewässern während Trockenperioden verändern. Bei anhaltendem Niedrigwasser können Kläranlagenabläufe einen größeren Anteil am Gewässerabfluss ausmachen, was zu einer Verschlechterung der Wasserqualität führen kann. Bei starken Regenfällen können Spülstöße aus Misch- und Regenwasserentlastungen die Sauerstoffgehalte in Gewässern verschlechtern, insbesondere aufgrund einer erhöhten organischen Belastung aus Ablagerungen im Kanalnetz nach längeren Trockenperioden.

- *Energiegewinnung, Kühlung und industrielle Produktion* (UM BW, 2022, S. 13ff): In Zeiten von Niedrigwasser beeinträchtigt eine reduzierte verfügbare Wassermenge bei Wasserkraftanlagen die Leistung des Kraftwerks und führt zu zeitlichen Einschränkungen im Betrieb von Turbinen (im Jahr 2019 stammten 7,9 % der Bruttostromerzeugung in Baden-Württemberg aus Wasserkraft). Auch neue Anwendungen wie Wasserstofftechnologien, die durch die Energiewende vorangetrieben werden, können einen hohen Wasserbedarf verursachen. Der Betrieb von Flusswärmepumpen erfordert einen Mindestwasserstand für die Wärmeerzeugung. Die Wärmekraftwerke in der Region haben seit dem Jahr 2000 ihre Wärmeabgabe und seit 1998 ihren Wassereinsatz zur Kühlung reduziert. Darüber hinaus ist der Wasserverbrauch in der Industrie aufgrund technologischer Fortschritte und finanzieller Anreize rückläufig, was einen Trend zu wassersparenden industriellen Produktionsprozessen widerspiegelt.
- *Schifffahrt* (UM BW, 2022, S. 15): Entlang des Rheins und des Neckars gibt es seit 2015 jährlich Einschränkungen der Schifffahrt aufgrund von Niedrigwasser, was den Transport von Massengütern beeinträchtigt und aufgrund der Verlagerung auf andere Verkehrsträger höhere Kosten verursacht.
- *Natur-, Arten- und Bodenschutz* (UM BW, 2022, S. 15f): Ökosysteme wie Moore und Feuchtgebiete sind durch sommerliche Austrocknung gefährdet, was zu einer Verringerung der Gesamt-Wasserbilanz führt. Dies gefährdet bedrohte Arten und Lebensräume. Zudem beeinträchtigen Trockenperioden die Bodenqualität und erhöhen das Risiko von Erosion und Verlust wertvoller archäologischer Fundstücke.
- *Tourismus und Freizeit* (UM BW, 2022, S. 16): Der Tourismus und die Freizeitgestaltung sind ebenfalls betroffen, da niedrige Wasserstände die Attraktivität von Gewässern als Erholungs- und Tourismusziele mindern können. Zudem können Trockenperioden zu Einschränkungen bei Wassersportaktivitäten und Badeverboten führen.
- *Brandschutz* (UM BW, 2022, S. 16): Mit zunehmenden Trockenperioden sind die Waldflächen einer steigenden Waldbrandgefahr ausgesetzt. Im Falle von Waldbränden wird üblicherweise Löschwasser aus offenen Gewässern wie Bächen, Flüssen, Teichen oder Brunnen entnommen. Die Löschwasserversorgung aus offenen Gewässern kann jedoch durch niedrige Wasserstände eingeschränkt sein, was zusätzliche Maßnahmen zur Sicherstellung der Brandbekämpfung erfordert.

Bausteine zum Umgang mit Wasserknappheit

Die Wassermangelstrategie beschreibt in Kapitel 4 verschiedene Bausteine, um aktuell und in Zukunft mit Wasserknappheit umzugehen. Es handelt sich dabei um Bausteine, die sich auf Vorsorge oder Notfallplanung beziehen oder dem Umweltmonitoring oder der Informationsbereitstellung zuzuordnen sind. Für den Bereich der Vorsorge werden in der Wassermangelstrategie u. a. folgende Bausteine ausführlich beschrieben (UM BW, 2022 S. 17ff):

- *Ressourcen schützen und Resilienz der Gewässerökosysteme stärken*: Die Stärkung des Grundwasserschutzes zur Gewährleistung einer nachhaltigen Bewirtschaftung und der Erreichung eines "guten Grundwasserzustands" umfasst den Erhalt und die Verbesserung der Grundwasserneubildung durch Maßnahmen wie den Wasserrückhalt in der Fläche

und die Revitalisierung von Moorebenen. Bodenschonende Bewirtschaftungsmaßnahmen sollen die Infiltrationsleistung der Böden erhalten und verbessern. Zügige Neuausweisungen und Aktualisierungen von Wasserschutzgebieten für die öffentliche Wasserversorgung sowie landesweite Festlegungen von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten zur Sicherung von Wasservorkommen sind wichtige Maßnahmen im Rahmen der Regionalplanung. Ein angemessener Wasserdurchfluss in Oberflächengewässern ist für ihre verschiedenen Funktionen von entscheidender Bedeutung, und die Erhöhung der Widerstandsfähigkeit von Fließgewässerökosystemen gegenüber Niedrigwassereinflüssen (in Zeiten des Niedrigwassers sind die Gewässer besonders anfällig für ökologische Schäden) ist notwendig, um einen "guten ökologischen und chemischen Zustand" der Gewässer zu erreichen. Die Sicherung einer ausreichenden Wasserführung wird durch vorsorgende Nutzungssteuerung und wasserwirtschaftliche Bewirtschaftung in Oberflächengewässern gewährleistet. Eine weitergehende Abwasserbehandlung zielt auf die Reduktion von Phosphor- und Spurenstoffeinträgen ab, sowohl durch den Ausbau der Kläranlagen mit weitergehenden Reinigungsstufen als auch durch Maßnahmen zur Reduktion von Schmutzfrachtabgaben aus Regenwasseranlagen. Die Verbesserung der Gewässerökologie beinhaltet Maßnahmen wie Gewässerumbau, die Schaffung von Rückzugsräumen für die Fauna und die Entwicklung von gewässernahen Bereichen zur Stabilisierung des Ökosystems Gewässer. (UM BW, 2022, S. 18ff)

- *Umweltmonitoring und Informationsbereitstellung:* Um Extremsituationen wie Niedrigwasser und Trockenperioden sowie die Erfüllung verschiedener wasserwirtschaftlicher Anforderungen effektiv zu managen, sind flächendeckende, kontinuierliche Datenaufzeichnungen und schnelle Auswertungen erforderlich. Die Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) überwacht regelmäßig die Wassermenge und -qualität von Grund- und Oberflächengewässern. Das Grundwassermonitoring umfasst die Bewertung von Wassermenge und -qualität sowie die Erfassung von Daten in Wasserschutzgebieten. Für das Oberflächenwasser sind flächendeckende Messungen und zeitnahe Auswertungen erforderlich, um regionale Entwicklungen zu erkennen (Schaffung eines flächendeckenden Niedrigwassermessnetzes mit neuen und optimierten Pegelanlagen an Oberflächengewässern). Ein landesweites Niedrigwassermonitoring und -vorhersagesystem ist notwendig, ebenso wie eine regionale Wasserbilanzierung für Gegenwart und Zukunft. Ein Niedrigwasserinformationszentrum (NIZ) soll relevante Daten bündeln, bewerten und für die Wasserwirtschaft nutzbar machen. (UM BW, 2022, S. 22ff)
- *Bewirtschaftung und Steuerung von Wassernutzungen:* Es bedarf einheitlicher und transparenter Vorschriften im Wasserwirtschaftsbereich, um konkurrierende Nutzungen von Gewässern auszugleichen und Maßnahmen bei niedrigen Wasserständen zu steuern. Die Wasserwirtschaft in Baden-Württemberg zielt darauf ab, eine nachhaltige Nutzung der Wasserressourcen sicherzustellen und die verschiedenen Nutzerinteressen auszugleichen. Dies geschieht durch eine enge Zusammenarbeit zwischen Wasserbehörden, Nutzergruppen und wissenschaftlichen Institutionen, wobei das Wasserrecht den rechtlichen Rahmen vorgibt. Gewässerbenutzungen bedürfen einer wasserrechtlichen Zulassung, bei der Zweck, Art und Maß der Nutzung festgelegt werden. Diese Zulassungen können widerrufen oder angepasst werden, um den Herausforderungen des Klimawandels gerecht

zu werden. Dabei werden verschiedene Maßnahmen ergriffen, um Niedrigwasserereignissen und Trockenheit zu begegnen, einschließlich einer verbesserten Datenlage und operativer Steuerungsmaßnahmen wie tagesaktuelle Wassertemperaturprognosen, Verminderung von Schwall- und Sunk-Effekten sowie Speicher und Speicherbewirtschaftung (z. B. Speicher zur Niedrigwasseraufhöhung, Regenwasser- und Wasserrückhaltesysteme in der Landwirtschaft sowie Reaktivierung von Zisternen und Hochbehältern). Es werden integrierte Konzepte und Vereinbarungen entwickelt, um die verschiedenen Nutzungen untereinander und auf die Erfordernisse des Ressourcenschutzes abzustimmen. Dies erfordert einen intensiven Austausch zwischen den betroffenen Akteuren und die Entwicklung von gemeinsamen Strategien zur nachhaltigen Bewirtschaftung der Wasserressourcen. Das Land Baden-Württemberg hat den "Masterplan Wasserversorgung" ins Leben gerufen, um die Entwicklung der Trinkwasserressourcen bis 2050 abzuschätzen und die Struktur der öffentlichen Wasserversorgung zu analysieren. Die Ergebnisse dieses Masterplans dienen als fachliche Grundlage, auf der die für die öffentliche Wasserversorgung verantwortlichen Gemeinden und Verbände entscheiden können, welche Maßnahmen erforderlich sind, um eine nachhaltige Wasserversorgung für die Zukunft zu gewährleisten. Zusätzlich sollte die Umsetzung dezentraler Lösungen zur Versickerung, Verdunstung, Nutzung sowie Speicherung und gedrosselter Ableitung von Regenwasser in Betracht gezogen werden. Damit steht es für die Grundwasseranreicherung, die Vegetation und die Stadtkühlung zur Verfügung. Gleichzeitig werden dadurch mögliche Schäden durch Überschwemmungen bei starken Regenfällen minimiert. Die konsequente Umstellung auf wassersparende Technik, der Einsatz effizienter Bewässerungsmethoden zur Verringerung von Verdunstungsverlusten sowie die standortbezogene Umstellung auf trockenheitstolerantere Kulturen sind weitere Maßnahmen. (UM BW, 2022, S. 25ff)

- *Anreize, Förderung und Stärkung des Problembewusstseins:* Die Wasserwirtschaft in Baden-Württemberg setzt finanzielle Anreize ein, um den sparsamen Umgang mit Wasser und den Schutz natürlicher Ressourcen zu fördern. Maßnahmen wie das Wasserentnahmeentgelt und die Abwasserabgabe lenken die Nutzung von Gewässern und fördern Investitionen in Kläranlagen und Regenwasserbehandlung. Zudem werden Anreize für die dezentrale Regenwasserbewirtschaftung geschaffen, während Forschung und Förderung wassersparender Technologien vorangetrieben werden. Eine zielgerichtete Kommunikationsstrategie ist entscheidend, um das öffentliche Bewusstsein für Wasserknappheit zu schärfen und die Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Akteuren zu fördern. Die Kommunikation sollte Gefahren und Risiken deutlich machen, Handlungsoptionen für Vorsorge und Konfliktlösungen aufzeigen und die Notfallplanung sowie Priorisierung von Nutzungsmöglichkeiten im Notfall thematisieren. Diese Strategien müssen sowohl landesweite als auch regionale Aspekte berücksichtigen und eine enge Zusammenarbeit zwischen allen Beteiligten ermöglichen. (UM BW, 2022, S. 30f)
- *Notfallplanung:* Um während Trockenperioden Konflikte um die Wasserressourcen zu bewältigen, sind Notfallpläne mit ganzheitlichen Steuerungsmaßnahmen für einzelne besonders kritische Nutzungen wie die Trinkwasserversorgung, die Löschwasserversorgung oder den Energiesektor und das Gewerbe erforderlich. Diese Pläne sollten lokale oder re-

gionale Gegebenheiten berücksichtigen und Aspekte wie Gefahrenabwehr, Handlungsoptionen, Krisenmanagement und Kommunikationsprozesse umfassen. Notfallmanagement-Instrumente wie das Sauerstoffreglement Neckar und das Verdunstungsreglement Neckar dienen als Modelle für den Umgang mit Notsituationen und werden durch Vereinbarungen zwischen dem Land und Betreibern von Anlagen umgesetzt. (UM BW, 2022, S. 32)

12-Punkte-Plan für einen verbesserten Umgang mit Wasserknappheit

In Kapitel 5 der Wassermangelstrategie werden abschließend folgende 12 Maßnahmen vorgeschlagen (UM BW, 2022, S. 34f):

1. *Grundwasser- und Niedrigwassermanagement stärken:* Verbesserungen im Monitoring und der Modellierung. Maßnahmen wie Wasserrückhalt und Revitalisierung von Feuchtgebieten.
2. *Qualitative Verbesserung der Abwassereinleitungen:* Maßnahmen zur Phosphorelimination und zur Elimination von Spurenstoffen müssen vorangetrieben werden (Spurenstoffstrategie des Landes).
3. *Verbesserung der Gewässerökologie:* Die Resilienz von Fließgewässern gegenüber Niedrigwasser muss gestärkt werden. Gewässerrandstreifen müssen geschützt und Revitalisierungsmaßnahmen umgesetzt werden.
4. *Datengrundlagen verbessern:* Das Monitoring von Oberflächengewässern und Grundwasser muss intensiviert und das Messnetz ausgebaut werden.
5. *Einrichtung eines Niedrigwasserinformationszentrums (NIZ):* Das NIZ soll Daten auswerten, Trendanalysen durchführen und Niedrigwasserprognosen erstellen, um Veränderungen rechtzeitig erkennen und kommunizieren zu können.
6. *Wasserinfrastrukturen und Versorgungssicherheit weiter verbessern:* Der Masterplan Wasserversorgung ist umzusetzen und die Zusammenarbeit zwischen Kommunen und Verbundsystemen ist zu stärken.
7. *Entwicklung und Umsetzung eines urbanen Wasserressourcenmanagements:* Maßnahmen wie Versickerung und Speicherung von Regenwasser sollen den natürlichen Wasserkreislauf stärken.
8. *Vollzugsunterstützung anbieten:* Wasserbilanzen und verbesserte Datenbasis mit Vorhersage kritischer Situationen sind notwendig. Vollzugshilfen sollen erstellt werden.
9. *Integrierte Konzepte und Vereinbarungen vorantreiben:* Die Wasserwirtschaft muss mit Akteuren und Interessensgruppen zusammenarbeiten und Vereinbarungen zur Nutzungssteuerung treffen.
10. *Anreize für Maßnahmen zum Wasserressourcenschutz:* Prüfung und Verstärkung von Anreizen für Maßnahmen wie Wassersparen und Nutzung wassersparender Technologien.
11. *Kommunikationsstrategie erarbeiten:* Entwicklung und Installation von Kommunikationssträngen und -plattformen für Anwendung, Planung und Öffentlichkeit sind wichtig, um die Akzeptanz der Gesamtstrategie sicherzustellen.
12. *Prozesse und Entscheidungen für den Krisenfall verbessern:* Notfallpläne mit Schutzmaßnahmen und Priorisierungen müssen erarbeitet werden.

6.2 Situation und Anpassungsstrategien der größten Wasserversorger in Baden-Württemberg

Wasserversorger sind neuen Herausforderungen im Rahmen des Klimawandels ausgesetzt. Im Folgenden werden für die zwei größten Fernwasserversorger Baden-Württembergs kurz die Herausforderungen beschrieben, die sich ihrerseits hinsichtlich des Klimawandels ergeben.

6.2.1 Bodensee-Wasserversorgung

Die Auswirkungen des Klimawandels auf den Bodensee sind sehr vielfältig, wobei folgende Punkte besonders hervorzuheben sind:

- Umverteilung der Niederschläge vom Sommer zum Winter (räumlich und zeitlich unterschiedlich). Im Sommerhalbjahr wird ein verringerter Wasserzufluss aus den Alpen in den Bodensee erwartet, während in den Herbst-/Wintermonaten eine Zunahme erwartet wird (Schick et al., 2013).
- Insgesamt bleibt das Gesamtwasserdargebot relativ konstant (Schick et al., 2013; BWV, 2018). Die langfristige Sicherheit der Wasserversorgung aus dem Bodensee im Vergleich zu schwankenden Quellschüttungen oder lokalen Verringerungen des Grundwasserdargebots ist gewährleistet (BWV, 2018).
- Niedrigwasserstände nehmen seit 2000 zu (Jeromin, 2022) und es wird seit den 1960er Jahren ein zunehmendes Jahresmittel der Bodensee-Wassertemperatur registriert (LUBW, 2019).
- Zunahme von Extremereignissen wie Trockenperioden, Hitzeperioden, Starkniederschlägen, Überschwemmungen mit erhöhten Stoffeinträgen, z. B. Partikeln. Dadurch können sich auch die Wassereigenschaften (Wasserqualität) verändern (Schick et al., 2013).
- Mögliche Veränderungen der Wassereigenschaften durch Anstieg der Wassertemperatur sowie Veränderung der temperaturabhängigen biologisch-chemischen Wechselwirkungen (Schick et al., 2013).
- Stabilere Schichtungsbedingungen, dadurch möglicherweise keine vollständige Zirkulation (fehlende Durchmischung des Wassers im Winter) (Schick et al., 2013). Bleibt diese Zirkulation über einen längeren Zeitraum aus, wird kein Sauerstoff mehr in die tiefen Schichten transportiert und es bilden sich sauerstofffreie Bedingungen am Seeboden aus. Dadurch werden chemische Prozesse in Gang gesetzt, die verschiedene Stoffe (z. B. Phosphat) aus dem Sediment lösen (BWV, 2023b).
- Ökologische Auswirkungen, d. h. Auswirkungen auf aquatische Lebensräume und Lebensgemeinschaften, z. B. Veränderungen des Artenspektrums von Mikroorganismen, Kleinlebewesen, tierischen und pflanzlichen Organismen (Schick et al., 2013). Durch die Ausbreitung der Quagga-Muschel werden Einlaufbauwerke und Rohrleitungen besiedelt (BWV, 2023b).

Der Klimawandel hat demnach auch direkte Auswirkungen auf die BWV. Wenn die erwarteten Klimaprojektionen zur Wasserbilanz zutreffen, sind unter Berücksichtigung der Speicherkapazität des Bodensees für die Seewasserwerke jedoch keine Einschränkungen bezüglich des

Wasserdargebots zu erwarten (Schick et al., 2013). Erwähnenswert ist in diesem Zusammenhang, dass die jährlich entnommene Wassermenge aus dem Bodensee nur etwa 1 % des Zuflusses beträgt (IGKB, 2021). Es deutet sich an, dass die Wasserversorgungsunternehmen am Bodensee (insgesamt 17 Wasserversorger am Bodensee, 75 % der Entnahme auf BWV zurückführbar (IGKB, 2021)) mit kurzfristigen unvorhersehbaren Perioden mit ausgeprägten Spitzenfördermengen konfrontiert sein werden (Schick et al., 2013). Die Abnahmemengen der Verbandsmitglieder nehmen perspektivisch zu (Jeromin, 2022). Auch das Verteilungsnetz kann betroffen sein, da die Lebensdauer von Rohrleitungen durch Faktoren wie Temperaturanstieg, Erosion und Korrosion beeinträchtigt werden kann (Schick et al., 2013). Zwar gibt es noch keine Hinweise für signifikante nachteilige Auswirkungen auf korrosionschemische Wechselwirkungen, doch können extreme Ereignisse die Zahl der Rohrbrüche und Schäden erhöhen, insbesondere bei hohen Wasserabflüssen – diese Schäden sind nicht neu, könnten aber in Zukunft häufiger auftreten (Schick et al., 2013).

Zu den Schlussfolgerungen der Zielnetzplanung 2050 für das gesamte Transport- und Verteilnetz der BWV, im Rahmen derer Abgabemengen für das Jahr 2050 abgeschätzt und daraus erforderliche Maßnahmen abgeleitet wurden, gehören (BWV, 2018):

- Das Netz der BWV soll von heute ca. 7.500 L/s auf eine künftige gleichmäßige Wasserabgabe von 8.100 L/s und auf eine Stundenspitze gemäß bereits heute vorliegender Entnahmebewilligung von 10.500 L/s ausgelegt werden. Ebenfalls soll die Störfallsicherheit an den Hauptleitungen sichergestellt werden. Mithilfe des Ausbaus sollen trotz eines Ausfalls einer Hauptleitung 70 % der Spitzenlast von 8.100 L/s lieferbar sein.
- Um diese Redundanz zu gewährleisten und die Transportkapazitäten nach Norden zu erweitern, identifiziert die Studie drei große Handlungsfelder: das Transportnetz südlich Stuttgart, das Verteilnetz nördlich Stuttgart und das Verteilnetz nördlich Heilbronn. In diesen Bereichen muss das Netz verstärkt werden, um die bereits bestehenden Engpässe zu beseitigen und den prognostizierten erhöhten Wasserbedarf decken zu können.
- Die oben beschriebenen Handlungsfelder werden in konkrete Maßnahmen im Rohrleitungs- und Anlagenbau überführt.

Im Rahmen der Zielnetzplanung 2050 und des Masterplan Wasserversorgung BW werden die zukünftigen Entnahmestellen der Wasserversorgung und Wasserbedarfe sowie die Modernisierung und potentielle Erweiterung bestehender Anlagen betrachtet (UM BW, 2023b). Es wurde das Projekt „Zukunftsquelle – Wasser für Generationen“ gestartet, im Zuge dessen eine Erneuerung von Wasserspeichern und elektrischen Anlagen vorgesehen ist und neue Entnahmeanlagen und Leitungen am Bodensee gebaut werden (BWV, 2023c). Eine dieser Anlagen soll an einem neuen Standort errichtet werden, von dem eine neue Druckleitung zum Wasserwerk auf den Sipplinger Berg führen wird (BWV, 2023c). Ultrafiltrationsanlagen sollen effektiv unerwünschte organische und partikuläre Feststoffe wie Gletscherabrieb, Mikroorganismen und Quagga-Muschellarven entfernen und so die Integrität der nachfolgenden technischen Anlagen und Aufbereitungsstufen sichern (BWV, 2023c).

6.2.2 Landeswasserversorgung

Einfluss des Klimawandels auf die LW heute und in Zukunft gemäß LW (2021) und Haakh (2019):

Unter anderem wird eine zunehmende Knappheit der Eigenwasservorkommen und ein steigender Bedarf bei den Verbandsmitgliedern angenommen. In Phasen von Niedrigwasser treten höhere Schadstoffkonzentrationen im Rohwasser auf, während steigende Wassertemperaturen das Risiko von Algenblüten erhöhen. Zudem sind erhöhte Nitratwerte und Pestizidbelastungen im Grundwasser, insbesondere nach Missernten aufgrund von Trockenstress, zu erwarten. Es wird prognostiziert, dass die Wintersumme der Niederschläge im Gebiet der LW bis 2050 um 5–10% zunehmen wird. Bis 2040 wird ferner eine Zunahme der Anzahl von Sommertagen (25 °C) um 10–16 Tage erwartet. Eine steigende Anzahl an Tagen mit erhöhten Temperaturen führt zu steigenden Rohwassertemperaturen. Trockenheitsbedingte Bodenbewegungen können zu Rohrschäden führen. Temperaturprobleme in elektrischen Anlagen könnten zusätzliche Kühlaggregate erforderlich machen, während reduzierte Filterspülwirkungsgrade infolge abnehmender Viskosität des Wassers bei hohen Temperaturen auftreten können. Bei den Karstgrundwasserständen im Zustrom wird ein leichter Rückgang beobachtet, wie beispielsweise an den Mittelwerten der Messstelle Langenau-Simontal von 1970–1989 (462,63 müNN) über 1990–2010 (462,39 müNN) bis 2010–2020 (462,34 müNN) zu sehen ist.

Das Trockenjahr 2018:

Das Trockenjahr 2018 kennzeichnete ein erhebliches Niederschlagsdefizit, eine weit überdurchschnittliche Sonnenscheindauer und Temperaturen über dem langjährigen Mittel, das bei der LW zur höchsten Wasserabgabe in der Unternehmensgeschichte geführt hat (Haakh, 2019). Das Jahr 2018 war ein Vorbote der Auswirkungen des Klimawandels, könnte aber in Zukunft gemäß Haakh (2019) zum Normaljahr werden. Es folgt ein Überblick über die Erkenntnisse aus dem Trockenjahr 2018 gemäß Haakh (2019):

- In Stuttgart wurde mit einer Jahresdurchschnittstemperatur von 12,1 °C das langjährige Mittel um 2,6 °C übertroffen. Im Rahmen der extrem langen Trockenzeit lagen die Niederschläge in 9 von 12 Monaten deutlich unter dem langjährigen Mittel. Der Jahresniederschlag lag bei 521 mm (im Mittel 663 mm), die Sonne schien 2.111 Stunden/Jahr (im Mittel 1.692 Stunden/Jahr).
- Die Tagesspitze im Jahr 2018 mit knapp 370.000 m³/d reichte nicht an die bisherigen Spitzenwerte von 415.000 m³/d aus den Jahren 2003 und 2017 heran.
- Die Inanspruchnahme des Trinkwassers der Landeswasserversorgung nimmt in der Spitze weiter zu. Wurde 2015 noch ein Wert von 8.714,5 L/s gemessen, war dieser Wert im Jahr 2018 auf 9.846 L/s angestiegen (das 1,57-fache der ausgegebenen Bezugsrechte von 6.260,5 L/s).
- Zwar erreichten im Winterhalbjahr 2017/2018 die Grundwasservorräte im Karst der Schwäbischen Alb vor dem Trockenjahr 2018 zumindest bis Mitte März das langjährige Mittel, davor war jedoch seit dem hydrologischen Winterhalbjahr 2013/2014 die Grundwasserneubildung unterdurchschnittlich.

- Durch die Umschichtung der Rohwasserentnahme auf die Donau wurde das Grundwasservorkommen in der ergiebigsten Fassung im Donauried geschont.
- Das Jahr 2018 verdeutlichte, dass bei einer Auslastung der Anlagen von über 80 % nur noch begrenzte Zeit für Revisionen, Wartung und Reparaturen zur Verfügung steht.

Zukunftsprojektionen der LW (Haakh, 2019):

- Aufgrund der Folgen des Klimawandels, der steigenden zu versorgenden Einwohnerzahlen und der Betriebskostenumlage der Bodensee-Wasserversorgung, welche höhere Bezugsmengen bei der LW nach sich ziehen können, kann die Netzeinspeisung auf 111,75 Mio. m³/a steigen (vor 2018 lag die Jahreswasserabgabe stets unterhalb von 100 Mio. m³/a), was einer Tagesbereitstellung von 306.170 m³/d und bei einem Spitzenfaktor von 1,5 damit einer Tagesspitze von 459.255 m³/d (5.315 L/s) entsprechen würde.
- Unter Berücksichtigung der aktuellen Limitierung der Donauwasseraufbereitungskapazität von ca. 51 Mio. m³ im Jahr, hat eine Analyse ergeben, dass in Trockenjahren zusammen mit den Grundwasserressourcen 124,7 Mio. m³/a bereitgestellt werden können, allerdings ohne Berücksichtigung der n-1-Regel.
- Es werden Engpässe bei der Donauwasseraufbereitung, bei der Kalkwasseranlage und bei der Förderkapazität im Netz auf der Bottwartalleitung sichtbar.

Anpassungsmaßnahmen und Vorbereitungen auf die Zukunft der LW (LW, 2021):

- Analysen zum Wasserdargebot, dem zukünftigen Bedarf, der qualitativen Entwicklung der Rohwasserressourcen, zur Rohwassergewinnungs-, Aufbereitungs- und Förderkapazität der Werke, zur maximalen Transportleistung und der erforderlichen Speicherkapazität im Netz. Die LW setzt diesbezüglich große Hoffnung in den Masterplan Wasserversorgung.
- Prüfung der Erschließung neuer Ressourcen (s. Jupe et al., 2021).
- Erweiterung der Donauwasserfilteranlage zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit, Effizienz und Redundanz der Aufbereitung.
- Altersbedingte Netzerneuerung, die eine Kapazitätsanpassung ohne Mehrkosten erlaubt.
- Ausbau erneuerbarer Energien zur Eigenversorgung mit Pumpenstrom, um die Blackout-Resilienz zu stärken.
- Anpassung und Modernisierung der Anlagen entsprechend den Anforderungen des Klimawandels.

6.3 Masterplan Wasserversorgung Baden-Württemberg

Im Rahmen des Masterplan Wasserversorgung Baden-Württemberg wird die Entwicklung der Trinkwasserressourcen bis ins Jahr 2050 abgeschätzt und die Struktur der öffentlichen Wasserversorgung analysiert (UM BW, 2023b). Dabei steht die Frage im Vordergrund, inwiefern die Wasserversorgung des Landes an die Folgen des Klimawandels angepasst werden muss.

Im Zuge einer Bestandsaufnahme wird das aktuelle und zukünftige Wasserdargebot abgeschätzt. Gleichzeitig wird die Bevölkerungsentwicklung und der künftige Trinkwasserbedarf sowohl für den Grundlast- als auch für den Spitzenlastfall analysiert. Diese Erhebungen erfolgen auf Ebene der Landkreise und einzelner Kommunen. Ein weiterer Bestandteil des Masterplans ist die Erfassung der Wasserversorgungsstrukturen der Kommunen. Dazu zählen unter ande-

rem Rohwasserentnahmestellen, Wassergewinnungs- und Aufbereitungsanlagen. Diese Bestandsaufnahme bildet die Grundlage für die anschließende Evaluation der Versorgungssicherheit. Es wird geprüft, ob alternative Versorgungsmöglichkeiten vorhanden sind, falls die wichtigste Wasserquelle ausfällt, und ob eine zukünftige Nutzung der Wasserressourcen gesichert ist. Auf Basis dieser Analysen werden schließlich kommunale Handlungsempfehlungen abgeleitet, die eine zukunftsfähige Trinkwasserversorgung gewährleisten sollen.

Basierend auf diesen noch laufenden Untersuchungen wird das Datennetz zur regionalen Wasserverfügbarkeit in Baden-Württemberg wesentlich ausgeweitet, sodass hinsichtlich der räumlichen Planung weitaus detailreichere Aussagen und Maßnahmen getroffen werden können als es derzeit möglich ist. Ein wichtiger Bestandteil des Masterplan Wasserversorgung ist, dass Kommunen die heute oder in Zukunft ein Defizit in der Wasserversorgung aufweisen, Kenntnis darüber erhalten und bereits jetzt Gegenmaßnahmen einleiten können. Es ist somit davon auszugehen, dass sich die Anteile der einzelnen Versorgungsebenen an der Trinkwassergewinnung in Baden-Württemberg (siehe Abbildung 6) in naher Zukunft weiter verändern werden. Gleichzeitig setzen sich regionale Wasserversorgungsunternehmen vermehrt zum Ziel, vorhandene Wasserressourcen in der Region bestmöglich für die Trinkwasserversorgung zu nutzen (s. beispielsweise die NOW-Versorgungskonzeptionen) (NOW, 2023b).

7 Zusammenfassung

Baden-Württemberg ist geprägt von einem heterogenen Wasserdargebot. Wasserreiche Gebiete befinden sich entlang des Oberrheingrabens, am Bodensee sowie im Iller- und Donautal. Wasserarme Gebiete liegen in den nordöstlichen Teilen des Landes, dem mittleren Neckarraum, auf der Hochfläche der Schwäbischen Alb und in einzelnen Regionen des Schwarzwalds (Heitzmann, 2012).

Historisch bedingt hat sich die öffentliche Wasserversorgung in Baden-Württemberg auf drei Ebenen gegliedert: Gemeindeunternehmen, Zweckverbände der Gruppenwasserversorgung und Zweckverbände der Fernwasserversorgung mit den vier Zweckverbänden Bodensee-Wasserversorgung (BWV), Landeswasserversorgung (LW), Wasserversorgung Nordostwürttemberg (NOW) und Wasserversorgung Kleine Kinzig (WKK). Aufgrund des heterogenen Wasserdargebots ist Baden-Württemberg hinsichtlich der Wasserversorgung geprägt von einer regionalen Arbeitsteilung und großräumigen Versorgungsstrukturen mit seinem großen, weit verzweigten Fernwasserversorgungsnetz. Täglich fördern diese Fernwasserversorger Hunderttausende Kubikmeter Wasser aus dem Bodensee, Donauebiet und der Schwäbischen Alb in die wasserarmen bzw. siedlungs- und wirtschaftsreichen Regionen des Landes. Das durch die Fernwasserversorger transportierte Wasser wird nach der Nutzung letztendlich über Kläranlagen in Gewässer eingeleitet, die teilweise mehr als hundert Kilometer von ihrem Ursprungsort entfernt sind. Angesichts dieses Umstandes hat sich ein Gewässersystem etabliert, von dem inzwischen verschiedene Sektoren wie die Schifffahrt (insb. bei MNQ) und die Gewässerökologie abhängig sind.

Die gesamte Wassergewinnung in Baden-Württemberg betrug im Jahr 1995 7,14 Mrd. m³ und fiel bis 2019 stetig auf einen Wert von 3,37 Mrd. m³ ab. Die Wasserentnahme durch die Wirtschaft in Baden-Württemberg im Jahr 2019 betrug 2,66 Mrd. m³ (StaLa, 2022b). Den höchsten Anteil an der Wassergewinnung in Baden-Württemberg trägt die Energiegewinnung (2019: 2,23 Mrd. m³) (StaLa, 2022b). Der Großteil des Wassers in Baden-Württemberg wird aus Oberflächengewässern entnommen, das überwiegend von Kraftwerken und Industriebetrieben zur Kühlung ihrer Produktionsanlagen selbst gewonnen und verwendet wird. Der Verbrauchsrückgang wurde durch technologische Fortschritte, finanzielle Anreize und einen signifikanten Rückgang der Kühlwassernutzung erreicht und damit ein Grundsatz des Landesentwicklungsplans (2002), den Nutzwasserbedarf der gewerblichen Wirtschaft durch wassersparende Maßnahmen zu reduzieren und möglichst aus oberirdischen Gewässern zu decken, eingehalten. In Zukunft gilt es den nicht unwesentlichen Wasserbedarf der neuen durch die Energiewende

angetriebenen Anwendungen wie Wasserstofftechnologien zu berücksichtigen. Ferner ist aufgrund steigender Temperaturen mit einem erhöhten Bewässerungsbedarf für Land-, Forst- und urbane Grünflächen zu rechnen (UM BW, 2022).

Die Trinkwasserversorgung in Baden-Württemberg ist gut aufgestellt, wird jedoch voraussichtlich bedingt durch klimatische Veränderungen große Herausforderungen meistern müssen. Die Trinkwassergewinnung nahm seit den 1990er Jahren ab und steigt seit 2016 wieder an. Im Jahr 2019 erreichte sie einen Wert von 703,1 Mio. m³ (StaLa, 2022k). Mit einer Gesamtfläche von 9.635 km² befanden sich Stand 2022 rund 27 % der Landesfläche unter Wasserschutz (MLR, 2023). Der Anteil an Grund- und Quellwasser (einschließlich Uferfiltrat und angereichertes Grundwasser) an der Gewinnung betrug im Jahr 2019 500 Mio. m³ (71 %) (StaLa, 2022b). Im Kreisvergleich wies die höchste Entnahme im Jahr 2019 mit 151,1 Mio. m³ der Bodenseekreis mit seiner BWV auf. Entnahmestellen der LW im Landkreis Heidenheim (43,9 Mio. m³) und dem Alb-Donau-Kreis (24,5 Mio. m³) trugen zu überdurchschnittlich hohen Entnahmen in diesen Landkreisen bei (StaLa, 2022i). Der Anteil der Gemeindeunternehmen an der Trinkwassergewinnung nahm seit 1979 bis zum Jahr 2019 (45 %) stetig ab, während der Anteil der Fernwasserversorger von 1979 bis zum Jahr 2019 (36 %) stetig zunahm (StaLa, 2022k).

Im Zuge des Masterplan Wasserversorgung Baden-Württemberg wird die Entwicklung der Trinkwasserressourcen analysiert und die Struktur der Wasserversorgung überprüft. Die Erweiterung des Datennetzes zur regionalen Wasserverfügbarkeit erlaubt detailliertere räumliche Planungen und ermöglicht, dass Kommunen, die heute oder in Zukunft Defizite in der Wasserversorgung aufweisen, Kenntnisse darüber erhalten und Gegenmaßnahmen einleiten können. Dadurch können lokale und knapper werdende Grundwasserressourcen so gesichert werden, dass ihre Neubildung nicht überschritten wird und die ökologische Funktion erhalten bleibt (Zielsetzung des Landesentwicklungsplan, 2002). Gleichzeitig setzen sich regionale Wasserversorger mit ausreichend Wasserressourcen vermehrt zum Ziel, vorhandene lokale Wasserressourcen bestmöglich für die Trinkwasserversorgung in der Region zu nutzen.

2019 wies Baden-Württemberg einen Anschlussgrad an die Trinkwasserversorgung von 99,6 % auf (StaLa, 2022l). Seit 2016 ist ein Anstieg des Wasserbedarfs zu verzeichnen. Von den im Jahr 2019 gewonnenen 703,1 Mio. m³ Wasser gingen ca. 599 Mio. m³ Trinkwasser an Letztverbraucher (davon ca. 502 Mio. m³ an Haushalte und Kleingewerbe und ca. 97 Mio. m³ an Gewerbe, Industrie, öffentliche Einrichtungen etc.). 97 Mio. m³ wurden zu Leitungsverlusten (83 Mio. m³) und Wasserwerkseigenverbrauch (14 Mio. m³) gezählt, der Rest (ca. 7 Mio. m³) ging an Letztverbraucher und Wasserversorgungsunternehmen in anderen Bundesländern (Rommel, 2022). Der Anteil der Wasserverluste nahm seit 1991 mit 13,7 % bis 2019 auf einen Wert von 11,7 % ab (StaLa, 2022c).

Auf Gemeindeebene ist hinsichtlich des Trinkwasserverbrauchs eine große regionale Streuung zu erkennen. Die maximale spezifische Wasserabgabe auf Gemeindeebene im Jahr 2019 lag bei 187 Liter je Einwohner und Tag, die geringste bei 73 Liter je Einwohner und Tag. Der landesweite durchschnittliche Pro-Kopf-Verbrauch von 125 Liter je Einwohner und Tag wurde im Jahr 2019 von 36 % der Gemeinden überschritten und von 62 % unterschritten (StaLa,

2022a). 73,5 % der Gemeinden wiesen über die Jahre 2007 bis 2019 eine zunehmende Wasserabgabe auf (StaLa, 2022a). In den vier Raumkategorien lässt sich bzgl. des Pro-Kopf-Verbrauchs kein wesentlicher Unterschied feststellen (StaLa, 2022j).

Steigende Temperaturen, ökologische Schäden, Waldbrandgefahr und erhöhter Wasserbedarf sind wichtige Herausforderungen im Zuge des Klimawandels in Baden-Württemberg, denen in Form von interdisziplinärer Abstimmung, Oberflächenabflussminimierung, Förderung der Grundwasserneubildung, Wasserschutzgebietsausweisung, Umweltüberwachung, Förderung gemeinsamer Bewässerungsinfrastruktur und Reglemente zur Sauerstoff- und Verdunstungskontrolle von Flüssen, urbanes Wasserressourcenmanagement und Notfallplänen begegnet werden soll. Die Wassermangelstrategie des Landes, im Rahmen derer diese Maßnahmen vorgesehen sind, ist ein zentraler Baustein, um den Herausforderungen des Klimawandels zu begegnen und die langfristige Verfügbarkeit und Qualität der Wasserressourcen im Land zu sichern (UM BW, 2022).

Die Trinkwasserversorgung in Baden-Württemberg ist im Zuge des Klimawandels mehreren Herausforderungen ausgesetzt: Die Häufigkeit von Extremereignissen wie Trocken- und Hitzeperioden sowie Starkniederschlägen und Überschwemmungen nimmt zu (UM BW, 2022). In Baden-Württemberg sind viele Quellen oberflächennah. Während längerer Trockenperioden kann es folglich dazu führen, dass die Wassermenge abnimmt oder die Quelle versiegt. Die schnelle Reaktion von Quellen auf Niederschläge kann bei Starkregen zu einer Trübung und mikrobiologischen Verunreinigung des Quellwassers führen (Schick et al., 2013). Die Lebensdauer von Rohrleitungen im Verteilungsnetz kann durch Faktoren wie Temperaturanstieg, Erosion, Korrosion, Bodenveränderungen und Extremereignisse beeinträchtigt werden. Trockenrisse im Boden können Leitungsbrüche verursachen oder den direkten Eintritt von verschmutztem Oberflächenwasser in das Grundwasser ermöglichen. Bei Niedrigwasser wird in Oberflächenwasser eingeleitetes Abwasser weniger verdünnt, was zu höheren Schadstoffkonzentrationen im Vorfluter führt und die Wasseraufbereitung beeinträchtigen könnte. Des Weiteren können Algenblüten infolge erhöhter Temperaturen die Trinkwassergewinnung und -aufbereitung beeinträchtigen. Steigende Lufttemperaturen können ferner zu höheren Rohwassertemperaturen und zu Problemen beim Betrieb elektrischer Anlage führen.

BWV-spezifische Klimawandel-Herausforderungen und -Maßnahmen (Schick et al., 2013; BWV, 2018 und 2023b): Im Sommerhalbjahr wird ein verringerter und in den Herbst-/Wintermonaten ein zunehmender Wasserzufluss in den Bodensee erwartet. Seit dem Jahr 2000 nehmen Niedrigwasserstände zu. Seit den 1960er Jahren ist eine Zunahme der Jahresmitteltemperatur im Bodensee feststellbar. Höhere Wassertemperaturen im Winter könnten zu stabilen Schichtungsbedingungen im Bodensee führen und möglicherweise die vollständige Zirkulation des Wassers im Winter beeinträchtigen. Die Besiedelung von Einlaufbauwerken und Rohrleitungen durch die Quagga-Muschel verursacht Probleme. Die Abnahmemengen der Bevölkerung werden perspektivisch steigen und kurzfristig sind unvorhersehbare Perioden mit ausgeprägten Spitzenfördermengen zu erwarten. Um diesen Herausforderungen zu begegnen, plant die BWV die Erweiterung ihres Netzes, die Sicherstellung der Redundanz an den Hauptleitungen, die Erneuerung von Wasserspeichern und elektrischen Anlagen sowie den Austausch

Wasserwirtschaft und Trinkwasserversorgung

von Entnahmeleitungen, die von der Quagga-Muschel betroffen sind. Ein neues Seewasserwerk und der Ausbau der Aufbereitung sind ebenfalls vorgesehen.

LW-spezifische Klimawandel-Herausforderungen und -Maßnahmen (LW, 2021; Haakh, 2019): Knapper werdende Ressourcen und damit einhergehend ein steigender Bedarf bei den Verbandsmitgliedern, höhere Schadstoffkonzentrationen bei Niedrigwasser, zunehmende Algenblüten durch begünstigende Wassertemperaturen sowie erhöhte Nitratwerte im Grundwasser nach Missernten infolge von Trockenstress sind zu erwarten. Im Trockenjahr 2018 verzeichnete die LW ein Rekordjahr in Bezug auf die Wasserabgabe. Die LW plant die Erweiterung von Aufbereitungsanlagen sowie die Netzerneuerung.

8 Literatur

Büringer, H. (2006): Trinkwasserversorgung in Baden-Württemberg. Statistisches Monatsheft Baden-Württemberg 5/2006.

BWV (2018): Geschäftsbericht Bodensee-Wasserversorgung 2018. Unter: <https://www.bodensee-wasserversorgung.de/fileadmin/geschaeftsbericht-2018> (Stand: 14.06.2023), Bodensee-Wasserversorgung.

BWV (2021a): Geschäftsbericht Bodensee-Wasserversorgung 2021. Unter: https://www.bodensee-wasserversorgung.de/fileadmin/user_upload/BWV-GB-2021-V07.pdf (Stand: 12.06.2023), Bodensee-Wasserversorgung.

BWV (2023a): Zahlen, Daten, Fakten. Unter: <https://www.bodensee-wasserversorgung.de/unternehmen/zahlen-daten-fakten.html> (Stand: 12.06.2023), Bodensee-Wasserversorgung.

BWV (2023b): Klimawandel am Bodensee. Unter: <https://www.bodensee-wasserversorgung.de/bodensee/klimawandel.html> (Stand: 13.06.2023), Bodensee-Wasserversorgung.

BWV (2023c): Zukunftsquelle. Wasser für Generationen. Unter: <https://www.bodensee-wasserversorgung.de/projekt-zukunftsquelle/wasser-fuer-generationen.html> (Stand: 13.06.2023), Bodensee-Wasserversorgung.

DESTATIS (2022): Öffentliche Wasserversorgung und öffentliche Abwasserbeseitigung - Öffentliche Wasserversorgung. Fachserie 19 Reihe 2.1.1, Statistisches Bundesamt.

EEA (2022): WISE Große Flüsse und große Seen (Datensatz). Unter: https://data.europa.eu/data/datasets/data_wise-large-rivers-and-large-lakes?locale=de (Stand: 28.03.2024), European Environment Agency.

Haakh, F. (2019): Die Landeswasserversorgung und das Trockenjahr 2018 - Analyse, Konsequenzen und Ausblick. Unter: <https://www.lw-online.de/fileadmin/lwonline/redaktion/pdf-dateien/publikationen/schriftenreihe/Schriftenreihe-2019-Beitrag-5-BF.pdf> (Stand: 26.05.2023), Schriftenreihe 2019, Beitrag 5.

Heitzmann, D. (2012): Die öffentliche Wasserversorgung in Baden-Württemberg 2010. Statistisches Monatsheft Baden-Württemberg 5/2012.

IGKB (2021): Wasserentnahme aus dem Bodensee: Unter: https://www.igkb.org/fileadmin/user_upload/Wasserentnahme_aus_dem_Bodensee__Oktober_2021_.pdf (Stand: 22.01.2024), Faktenblatt der IGKB, Oktober 2021.

Jeromin, C. (2022): Klimawandel in Baden-Württemberg - Herausforderungen für die Bodensee-Wasserversorgung. Unter: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahU-KEwiOgcZ9ovL_AhXYi_0HHXQRC70QFnoECA8QAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.hospitalhof.de%2Fdownload%2F%3Ffile%3Dpraesentation_klimawandel_und_wasser.pdf&usg=AOvVaw2wArpbaXK-FLJKguwqmj2dt&opi=89978449 (Stand: 30.06.2023), Klima- und Umweltbündnis Stuttgart (KUS), Evang. Bildungszentrum Hospitalhof Stuttgart, Stuttgart am 28.09.2022.

Jupe, T., Emmert, M., Haakh, F. (2021): Klimawandel und Versorgungssicherheit bei der Landeswasserversorgung - Reichen die Ressourcen? Unter: <https://www.lw-online.de/fileadmin/lwonline/redaktion/pdf-dateien/publikationen/schriftenreihe/Schriftenreihe-2021-Beitrag-5-BF.pdf> (Stand: 26.05.2023), Schriftenreihe 2021, Beitrag 5, Heft 33.

Wasserwirtschaft und Trinkwasserversorgung

KgL (2007): Handbuch der baden-württembergischen Geschichte 5. Stuttgart, S. 316, Kommission für Geschichtliche Landeskunde in Baden-Württemberg (Hrsg.), zitiert von Heitzmann (2012).

Landesentwicklungsplan (2002): Unter: <https://mlw.baden-wuerttemberg.de/de/service/publikation/did/landesentwicklungsplan> (Stand: 29.03.2024), Ministerium für Landesentwicklung und Wohnen.

LGL (2023): Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung. Unter: <https://www.lgl-bw.de/Produkte/Open-Data> (Stand: 01.11.2023).

LUBW (2019): Klimawandel: Temperaturen beeinflussen Sauerstoffgehalt im Bodensee. Unter: https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/pres-seservice/-/asset_publisher/l6u4RZuCJgSC/content/klimawandel-temperaturen-beeinflussen-sauerstoffgehalt-im-bodensee (Stand: 31.01.2024), Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg.

LUBW (2022): Daten- und Kartendienst der LUBW, zitiert von MLR (2023).

LUBW (2023a): Wasserschutzgebiete und SchALVO. Unter: <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/wasser/wasserschutzgebiete> (Stand: 22.05.2023), Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg.

LUBW (2023b): Fließgewässer (AWGN) (Geodatensatz). Unter: <https://rips-metadata.lubw.de/trefferanzeige?docuuid=7251515f-6aed-4555-8319-ab6314155ab1> (Stand: 01.11.2023), Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg.

LUBW (2023c): Positionspapier der Kooperation KLIWA - Aussagen zur Grundwasserneubildung auf Basis regionaler Klimaprojektionen im Kontext Wasserversorgung. Projektberichte - Workshops - Konferenzen Hydrologische Notizen, HW 67. 2023, H.5, unter: https://www.kliwa.de/_download/KLIWA-Positionspapier-2023_Aussagen_Grundwasserneubildung_auf_Basis_regionaler_Klimaprojektionen_HyWa-Heft-5-2023.pdf (Stand: 25.01.2024), Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz, Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz Saarland, KLIWA AG Grundwasser.

LUBW (2023d): Projizierte Entwicklung der mittleren Grundwasserneubildung aus Niederschlag in Baden-Württemberg, basierend auf dem Emissionsszenario RCP8.5 für das erweiterte KLIWA-Ensemble, Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg.

LW (2012): Trinkwasser für Baden-Württemberg. Stuttgart 2009, S. 5. Unter: https://www.lw-online.de/fileadmin/downloads/serv_infoschriften/Unternehmenspraesentation.pdf (Stand: 16. März 2012), zitiert von Heitzmann (2012).

LW (2015): Unternehmenspräsentation Wir stellen uns vor. Unter: https://www.lw-online.de/fileadmin/lwonline/redaktion/pdf-dateien/publikationen/Unternehmenspraesentation_LW.pdf (Stand: 26.05.2023), Landeswasserversorgung Trinkwasser für Baden-Württemberg.

LW (2020): Geschäftsbericht Landeswasserversorgung 2020. Unter: https://www.lw-online.de/fileadmin/lwonline/redaktion/pdf-dateien/publikationen/Geschaeftsbericht_2020-BF.pdf (Stand: 26.05.2023), Landeswasserversorgung Trinkwasser für Baden-Württemberg.

LW (2021): Geschäftsbericht Landeswasserversorgung 2021. Unter: <https://www.lw-online.de/fileadmin/lwonline/redaktion/pdf-dateien/publikationen/Geschaeftsbericht-BF.pdf> (Stand: 26.05.2023), Landeswasserversorgung Trinkwasser für Baden-Württemberg.

Metainformationssystem GDI-BW (2024): Teilbereich nach SchALVO. Unter: <https://metadaten.geoportal-bw.de/geonetwork/srv/api/records/c6d41b71-a5ae-4231-9387-b017e66e75af> (Stand: 25.03.2024). Metainformationssystem GDI-BW.

MLR (2023): Wasserschutzgebiete. Unter: https://lr.landwirtschaft-bw.de/pb/,Lde/3650826_3651462_5405915_5378885_5558905_5575609_5646684 (Stand: 22.05.2023), Infodienst Landwirtschaft - Ernährung - Ländlicher Raum, Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg.

NOW (2023a): Woher unser Wasser kommt. Unter: <https://www.now-wasser.de/herkunftdeswassers.html> (Stand: 26.05.2023), Zweckverband Wasserversorgung Nordostwürttemberg.

NOW (2023b): Unser Trinkwasser. Unter: <https://www.now-wasser.de/trinkwasser.html> (Stand: 12.06.2023), NOW Zweckverband Wasserversorgung Nordostwürttemberg.

Rommel, K. (2022): Kommunales Handeln für Gesundheit und Umwelt - früher und heute, Teil 1: Die öffentliche Wasserversorgung. Statistisches Monatsheft Baden-Württemberg 3/2022.

SchALVO (2001): Verordnung des Umweltministeriums über Schutzbestimmungen und die Gewährung von Ausgleichsleistungen in Wasser- und Quellenschutzgebieten (Schutzgebiets- und Ausgleichs-Verordnung - SchALVO) vom 20. Februar 2001.

Schick, R., Meggeneder, M., Fleig, M. (2013): Risikobewertung klimatischer Einflüsse auf die Trinkwasserversorgung aus dem Bodensee - Kurzfassung. Unter: https://www.igkb.org/fileadmin/user_upload/Downloads/Forschungsprojekte/Klimbo/Kurzfassung_Trinkwasser.pdf (Stand: 15.06.2023), Juni 2013, Version 1.1, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW).

StaLa (2022a): Regionaldaten - Umwelt - Wasser - Öffentliche Wasserversorgung in den Gemeinden und Kreisen im Landesvergleich. Unter: <https://www.statistik-bw.de/SRDB> (Stand: 21.06.2023), Erhebung der öffentlichen Wasserversorgung und Abwasserentsorgung, Statistisches Landesamt Baden-Württemberg.

StaLa (2022b): Öffentliche Wasserversorgung, Wasser in der Wirtschaft - Wassergewinnung seit 1991 in Baden-Württemberg nach Sektoren. Unter: <https://www.statistik-bw.de/Umwelt/Wasser/Wasserwirtschaft.jsp> (Stand: 23.06.2023), Erhebung der öffentlichen Wasserversorgung und Abwasserentsorgung, Erhebung der nichtöffentlichen Wasserversorgung und Abwasserentsorgung, Statistisches Landesamt Baden-Württemberg.

StaLa (2022c): Öffentliche Wasserversorgung, Wasser in der Wirtschaft - Wasserbedarf seit 1991 in Baden-Württemberg nach Sektoren. Unter: <https://www.statistik-bw.de/Umwelt/Wasser/Wasserwirtschaft.jsp> (Stand: 23.06.2023), Erhebung der öffentlichen Wasserversorgung und Abwasserentsorgung, Erhebung der nichtöffentlichen Wasserversorgung und Abwasserentsorgung, Statistisches Landesamt Baden-Württemberg.

StaLa (2022d): Wasser und Abwasser in der Wirtschaft - Wasser in der Wirtschaft - Wassergewinnung/-bezug in den Stadt- und Landkreisen in Baden-Württemberg 2019. Unter: <https://www.statistik-bw.de/Umwelt/Wasser/w3noe01bis03.jsp> (Stand: 23.06.2023), Erhebung der nichtöffentlichen Wasserversorgung und Abwasserentsorgung, Statistisches Landesamt Baden-Württemberg.

StaLa (2022e): Wasser und Abwasser in der Wirtschaft - Wasser in der Wirtschaft - Wassergewinnung und -bezug in Baden-Württemberg 2019. Unter: <https://www.statistik-bw.de/Umwelt/Wasser/w3noe01bis03.jsp> (Stand: 23.06.2023), Erhebung der nichtöffentlichen Wasserversorgung und Abwasserentsorgung, Statistisches Landesamt Baden-Württemberg.

StaLa (2022f): Wasser und Abwasser in der Wirtschaft - Wasser in der Wirtschaft - Wassereinsatz und ungenutztes Wasser in Baden-Württemberg 2019. Unter: <https://www.statistik-bw.de/Umwelt/Wasser/w3noe01bis03.jsp> (Stand: 23.06.2023), Erhebung der nichtöffentlichen Wasserversorgung und Abwasserentsorgung, Statistisches Landesamt Baden-Württemberg.

Wasserwirtschaft und Trinkwasserversorgung

StaLa (2022g): Öffentliche Wasserversorgung - Trinkwassergewinnung seit 1975 in Baden-Württemberg. Unter: <https://www.statistik-bw.de/Umwelt/Wasser/w3b01u04.jsp> (Stand: 21.06.2023), Erhebung der öffentlichen Wasserversorgung und Abwasserentsorgung, Statistisches Landesamt Baden-Württemberg.

StaLa (2022h): Öffentliche Wasserversorgung - Öffentliche Wasserversorgung seit 2007 im Landesvergleich. Unter: <https://www.statistik-bw.de/Umwelt/Wasser/22025035.tab?R=LA> (Stand: 21.06.2023), Erhebung der öffentlichen Wasserversorgung und Abwasserentsorgung, Statistisches Landesamt Baden-Württemberg.

StaLa (2022i): Öffentliche Wasserversorgung - Trinkwassergewinnung in den Stadt-/Landkreisen 2019 in Baden-Württemberg. Unter: <https://www.statistik-bw.de/Umwelt/Wasser/w3b01u04.jsp> (Stand: 21.06.2023), Erhebung der öffentlichen Wasserversorgung und Abwasserentsorgung, Statistisches Landesamt Baden-Württemberg.

StaLa (2022j): Wasser, Abwasser und Preise nach Raumkategorien - Öffentliche Wasserversorgung 2019 in Baden-Württemberg nach Raumkategorien. Unter: <https://www.statistik-bw.de/Umwelt/Wasser/Wasser-Raumkat.jsp> (Stand: 23.06.2023), Erhebung der öffentlichen Wasserversorgung und Abwasserentsorgung, Statistisches Landesamt Baden-Württemberg.

StaLa (2022k): Öffentliche Wasserversorgung - Trinkwassergewinnung seit 1979 nach Versorgungsebenen in Baden-Württemberg. Unter: <https://www.statistik-bw.de/Umwelt/Wasser/w3b01u04.jsp> (Stand: 21.06.2023), Erhebung der öffentlichen Wasserversorgung und Abwasserentsorgung, Statistisches Landesamt Baden-Württemberg.

StaLa (2022l): Öffentliche Wasserversorgung - Trinkwasserversorgung seit 1975 in Baden-Württemberg. Unter: <https://www.statistik-bw.de/Umwelt/Wasser/w3b01u04.jsp> (Stand: 27.06.2023), Erhebung der öffentlichen Wasserversorgung und Abwasserentsorgung, Statistisches Landesamt Baden-Württemberg.

StaLa (2022m): Öffentliche Wasserversorgung - Trinkwasserversorgung in den Stadt-/Landkreisen 2019 in Baden-Württemberg. Unter: <https://www.statistik-bw.de/Umwelt/Wasser/w3b01u04.jsp> (Stand: 27.06.2023), Erhebung der öffentlichen Wasserversorgung und Abwasserentsorgung, Statistisches Landesamt Baden-Württemberg.

StaLa (2023): Bevölkerung gesamt mit Raumbezug: Gemeinden. Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2023, DL-DE->BY-2.0, Statistisches Landesamt Baden-Württemberg.

Statista (2023): Anschlussgrad an die öffentliche Wasserversorgung in Deutschland bis 2019. Unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/289003/umfrage/anschlussgrad-an-die-wasserversorgung-in-deutschland/#:~:text=Im%20Jahr%202019%20waren%20Orund,Anschlussgrad%20von%2097%2C3%20Prozent> (Stand: 27.06.2023), Statista Research Department.

UBA (2022a): Öffentliche Wasserversorgung. Unter: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/wasser/wasserwirtschaft/oeffentliche-wasserversorgung#grundwasser-ist-wichtigste-trinkwasserressource> (Stand: 21.06.2023), Umweltbundesamt.

UBA (2022b): Wassernutzung privater Haushalte. Unter: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/private-haushalte-konsum/wohnen/wassernutzung-privater-haushalte#direkte-und-indirekte-wassernutzung> (Stand: 27.06.2023), Umweltbundesamt.

UM BW (2022): Strategie zum Umgang mit Wassermangel in Baden-Württemberg. Unter: https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/2_Presse_und_Service/Publikationen/Umwelt/Wassermangel-Strategie-barrierefrei.pdf (Stand: 26.09.2023), Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg.

UM BW (2023a): Wasserschutzgebiete. Unter: <https://um.baden-wuerttemberg.de/de/umwelt-natur/wasser/wasserversorgung/wasserschutzgebiete> (Stand: 22.05.2023), Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg.

UM BW (2023b): Wasserversorgung Baden-Württemberg. Unter: <https://um.baden-wuerttemberg.de/de/umwelt-natur/wasser/wasserversorgung> (Stand: 13.06.2023), Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg.

WaBoA (2012): Wasser- und Bodenatlas Baden-Württemberg. 4. Auflage, 2012, ISBN 3-88251-276-8, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg.

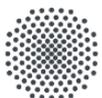
Winkler, L. (2023): Das Projekt Masterplan Wasserversorgung. Trinkwasserkolloquium 2023: Sichere Trinkwasserversorgung in herausfordernden Zeiten - Risiken, Chancen und Lösungsansätze. 15.02.2023, Stuttgart.

WKK (2023a): Wasserabgabe 2022 mit 5.978.477 m³ deutlich über Planansatz! Unter: <https://www.zvwkk.de/content/aktuelles/modules/2-news-yanq9a/2023-01-03-wkk-wasserabgabe-2022.pdf> (Stand: 26.05.2023). Wasserversorgung Kleine Kinzig, WKK-Information, 3. Januar 2023.

WKK (2023b): Verbandsmitglieder. Unter: <https://www.zvwkk.de/verbandsmitglieder> (Stand: 12.06.2023), Wasserversorgung Kleine Kinzig.

WKK (2023c): Trinkwasser aus dem Nordschwarzwald. Unter: <https://www.zvwkk.de/trinkwasser> (Stand: 30.01.2024), Wasserversorgung Kleine Kinzig.

WKK (2023d): Aktuelles. Unter: <https://www.zvwkk.de/aktuelles#wasserabgabe-2023-mit-5-852-628-m-doch-noch-ueber-planansatz> (Stand: 30.01.2024 und Archiv), Wasserversorgung Kleine Kinzig.



Universität Stuttgart

